



รายงาน
ผลงานวิจัย
สำนักพัฒนาอาหารสัตว์
ประจำปี พ.ศ.2562

BUREAU OF ANIMAL NUTRITION DEVELOPMENT
ANNUAL RESEARCH REPORT 2019

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

DEPARTMENT OF LIVESTOCK DEVELOPMENT
MINISTRY OF AGRICULTURE AND COOPERATIVES

August 2019

สิงหาคม 2562

รายงานผลงานวิจัย สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2562

จัดทำโดย

กลุ่มวิจัยและพัฒนาพืชอาหารสัตว์ สำนักพัฒนาอาหารสัตว์
กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

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

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

คำนำ

รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี 2562 เล่มนี้ เป็นการรวบรวมผลงานวิจัย และผลงานทางวิชาการ ซึ่งทั้งหมดเกิดจากความมุ่งมั่น อุทิศสาหัส ของนักวิจัยทุกท่าน ตลอดจนได้รับความร่วมมือในการพิจารณากลับกรองรายละเอียดจากคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์และ คณะอนุกรรมการวิจัยกรมปศุสัตว์

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

(นายอิทธิพล เผ่าไพศาล)

ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์

กรกฎาคม 2562

สารบัญ

ผลงานวิจัย	หน้า
ผลของการใช้พืชมูลาแห้งเป็นอาหารเสริมโปรตีนต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและเนื้อ จุกสัตว์ เงินแดง ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา พิสุทธิ สุขเกษม จีระศักดิ์ ชอบแต่ง เลขทะเบียนวิจัย 50(1)-0214-020	1-10
ผลของระดับการใช้กากมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหารโคขุนต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต คุณภาพซาก และต้นทุนในการผลิตเนื้อคุณภาพสูงของโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ตอน วิทยา สุมาลย์ วิชัย อาระห์ วิโรจน์ ฤทธิ์ฤทัย อำพล วรทธิธรรม เลขทะเบียนวิจัย 55(1)-0214-015	11-26
การศึกษาระดับโปรตีนและพลังงานในการขุนโคลูกผสมแองกัส (1.2) ผลของระดับโปรตีนและพลังงานในสูตรอาหารผสมเสร็จที่มีต่อสมรรถนะ การเจริญเติบโตของโคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอนช่วงขุนระยะต้น วิชัย อาระห์ วิทยา สุมาลย์ ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา ณชัย ศราธพันธุ์ เลขทะเบียนวิจัย 56(1)-(56:02)-0214-017	27-37
การศึกษาระดับโปรตีนและพลังงานในการขุนโคลูกผสมแองกัส (1.3) ผลของระดับโปรตีนและพลังงานในสูตรอาหารผสมเสร็จที่มีต่อสมรรถนะ การให้ผลผลิตเนื้อคุณภาพสูงของโคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอนช่วงขุนระยะสุดท้าย วิทยา สุมาลย์ ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา วิชัย อาระห์ อำพล วรทธิธรรม เลขทะเบียนวิจัย 56(1)-(56:03)-0214-017	38-52
ผลของสมุนไพรแห้งผักหนาม และบอระเพ็ดต่อสุขภาพ และสมรรถภาพการเจริญเติบโต ของโคพื้นเมือง ชัยณรงค์ วงศ์สรรศรี จำรัส ไฉลังกา พยุงศักดิ์ อินตะวิชา เลขทะเบียนวิจัย 57(1)-0211-022	53-62
ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญ้าแพงโกลาของเกษตรกร ศุภลักษณ์ ฮาร์ริสัน กนกกาญจน์ ภูสุวรรณ วชิรวิทย์ พิชวงค์ วิชัย อาระห์ เลขทะเบียนวิจัย 58(1)-0214-024	63-80

การศึกษาระบบการจัดการอาหาร ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของเกษตรกร
ผู้เลี้ยงแพะเนื้อในจังหวัดชัยนาท 81-95
วชิรวิทย์ พิชวงศ์ ศุภลักษณ์ ฮาร์ริสัน อัครวิน สายเชื้อ
เลขทะเบียนวิจัย 59(1)-0514-003

สารบัญ (ต่อ)

ผลงานวิชาการ	หน้า
การศึกษาข้อมูลเพื่อใช้ในการกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร กระถินสับแห้ง กระถินปน และกระถินอัดเม็ด 96-119 สุวรรณี เกศกมลასน์ จริยา บุญจรัสช วิรัชณี โลหะชุมพล เลขทะเบียนวิชาการ 61(9)-0214-001	
ผลของวันตัดเก็บเกี่ยวที่มีต่อผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วฮามาต้า 120-127 ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา สุภัญญา คำพะแย เลขทะเบียนวิชาการ 61(2)-0214-111	
การสำรวจและประเมินประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของฟาร์มโคนมเกษตรกร 128-144 จังหวัดขอนแก่น อรวิมล แก้วเกลี้ยง ศุภกิจ สุนาโท อภินันท์ จินตานิรตุล จีระศักดิ์ ชอบแต่ง ไร่ไพโร นามสีลี ปฎิมา บุตรชา เลขทะเบียนผลงาน 62(2)-2014-004	
ผลของอัตราส่วนและอายุการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพการหมักและคุณค่าทางโภชนา 145-166 ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถินสายพันธุ์กลาบราต้า สัมพันธ์ มาศโอสธ ยงยุทธ สิ้นโพธิ์ เลขทะเบียนวิชาการ 62(2)-0214-039	
การทดสอบการใช้ข้าวโพดพร้อมฝักหมักเป็นอาหารหยาบหลักในสูตรอาหารผสมครบส่วน 167-176 สำหรับโครีดนมในสหกรณ์โคนมพื้นที่จังหวัดสระบุรี ธนวงศ์ วงศ์เนียม อัครวิน สายเชื้อ จิรายุส เข้มสวัสต์ เลขทะเบียนวิชาการ 62(2)-0214-070	

ผลของการใช้ไขมันลำปะหลังหมักในสูตรอาหารผสมครบส่วนต่อสมรรถนะการผลิตของโครีดนม 178-188
ธนวงศ์ วงศ์เนียม จิรายุส เข้มสวัสดิ์ อัครวิน สายเชื้อ

เลขทะเบียนวิชาการ 62(2)-0214-081

ผลของเยื่อใยที่กระตุ้นการเคี้ยวเอื้องของอาหารที่มีสัดส่วนกากมันลำปะหลังและฟางข้าว 189-204
ที่แตกต่างกันต่อผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม ค่าชีวเคมีในเลือด และสัมประสิทธิ์

การย่อยได้ของโภชนะในโครีดนม

อรวิมล แก้วเกลี้ยง ศุภกิจ สุนาโท ปฎิมา บุตรชา วรธนา อ่างทอง อนุสรณ์ ธิโนวงศ์
ยวงยศ จินดาทะจักร

เลขทะเบียนวิชาการ 62(2)-0214-136

ผลของการใช้หางานราแห้งเป็นอาหารเสริมโปรตีนต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและเนื้อ

จรัสรัตน์ เงินแดง^{1/} ศักดา ประจักษ์บุญเจษฎา^{1/} พิสุทธิ สุขเกษม^{2/} จีระศักดิ์ ขอบแต่ง^{2/}

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้หางานราแห้งเป็นอาหารเสริมโปรตีนต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะลูกผสมพื้นเมือง ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส ระหว่างเดือนตุลาคม 2549 – เดือนมีนาคม 2551 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized complete block design, RCBD) ใช้แพะลูกผสมพื้นเมือง อายุ 6 เดือน จำนวน 12 ตัว น้ำหนักเฉลี่ย 19.54 ± 2.19 กิโลกรัม ใช้น้ำหนักเริ่มต้นการทดลองเป็นบล็อก มี 4 บล็อก โดยสุ่มแพะให้ได้รับอาหารทดลองใช้หางานราทดแทนอาหารชั้น ในระดับต่างๆ ดังนี้ 0 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ โดยทุกกลุ่มมีหญ้าชิกแนลเลี้ยงแห้งให้กินเป็นอาหารหยาบหลักเต็มที่ ทำการทดลอง 126 วัน

ผลการทดลอง พบว่า แพะกลุ่มที่ใช้หางานราทดแทนอาหารชั้นในระดับ 0 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยและผลตอบแทนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 76.19 และ 70.63 กรัมต่อตัวต่อวัน และผลตอบเฉลี่ยเท่ากับ 337.41 และ 327.48 บาทต่อตัว ดีกว่ากลุ่มที่ทดแทน 40 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 60.51 กรัมต่อตัวต่อวัน และผลตอบเฉลี่ยเท่ากับ 262.24 บาทต่อตัว

คำสำคัญ : บุนนาค พะเนื่อ

เลขทะเบียนวิจัย : 50(1)-0214-020

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดเพชรบุรี

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดนครราชสีมา

Effect of *Thysanostigma siamensis* hay as protein supplement on meat goat performance

Jurirat Ngendang^{1/} Sakda Prajakboonjatsada^{1/} Phisut Sukkasame^{2/} Jeerasak Chobtang^{2/}

Abstract

The experiment was conducted to study the effects of *Thysanostigma Siamensis* Protein Supplement levels for indigenous crossbred goats on growth performance at Narathiwat Animal Nutrition Research and Development Center, Narathiwat province during October 2549 - March 2551 Twelve, male indigenous crossbred goats with six months age with average weight 19.54 ± 2.19 kg were arranged in dietary treatments using randomized complete block design (RCBD) with 4 blocks. Treatments were 3 group of different ration level of concentrate: *Thysanostigma Siamensis* replacement at 0, 20 and 40 percent respectively. The experiment lasted 126 days.

The results showed that was goat group supplemented with concentrate : *Thysanostigma Siamensis* replacement at 0, 20 and 40 percent respectively. growth performance and economic returns not statistically different average that average daily gain (ADG) 76.19 and 70.63 grams/head/day and economic returns were 337.41 and 327.48 bahtperhead gain better than the group supplemented with concentrate : *Thysanostigma Siamensis* 60:40 statistically significant ($p < 0.05$). ADG were 60.51 grams/head/day and economic returns were 262.24 bahtperhead.

Keywords: *Thysanostigma siamensis*, meat goat

Registered No. : 50(1)-0214-020

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

^{2/} Narathiwat Animal Nutrition Research and Development Center, Tak Bai, Narathiwat.

คำนำ

การส่งเสริมและพัฒนาอาชีพให้แก่เกษตรกรในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้อย่างจริงจัง โดยเฉพาะ การเลี้ยงแพะเนื้อเพื่อรองรับโครงการอุตสาหกรรมอาหารฮาลาล จากข้อมูลสถิติของกรมปศุสัตว์ ปี 2549 ปริมาณการเลี้ยงแพะในประเทศไทยพบว่ามี 324,150 ตัว ความหนาแน่นในภาคใต้ คือ เขต 7 เขต 8 และ เขต 9 เท่ากับ 58,123 28,070 และ 113,175 ตัว ตามลำดับ คิดเป็น 61.5 เปอร์เซ็นต์ ของแพะ ทั้งประเทศ (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2549) ส่วนใหญ่จะเป็นพันธุ์พื้นเมือง แม้ว่าแพะ เป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่าย กินอาหารพวกพืชได้หลายชนิด แต่อย่างไรก็ตาม การที่แพะกินอาหารหยาบเพียงอย่างเดียว อาจไม่เพียงพอต่อความต้องการ จำเป็นต้องเสริมอาหารชั้น โดยสมเกียรติและคณะ (2528) รายงานว่าแพะ ในชนบทถูกเลี้ยงโดยระบบปล่อยแพะเล็มหญ้าและใบไม้ โดยไม่เสริมอาหารชั้นพิเศษ เมื่ออายุ 1 ปี มีน้ำหนักประมาณ 12.78-16.44 กิโลกรัม ขณะที่ Pralomkarn et al. (1995) รายงานว่าแพะเพศผู้หลัง หย่านมที่เลี้ยงขังคอกได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำและได้รับอาหารชั้นเสริมเต็มที่ สามารถเจริญเติบโตถึง วันละ 100 กรัม แต่ปัจจุบันอาหารชั้นมีราคาแพง แนวทางการแก้ไขปัญหาสำหรับเกษตรกร คือ การใช้ แหล่งอาหารที่มีคุณภาพสามารถทดแทนโปรตีน การใช้พืชตระกูลถั่วหรือพืชพื้นเมืองที่มีศักยภาพมาใช้ ที่เกษตรกรสามารถปลูกได้เองหรือหาได้ง่ายในท้องถิ่น เช่น กระถิน บุนนาค เป็นต้น

บุนนาค (*Thysanostigma siamensis*) เป็นพืชไม้พุ่ม (herb) ขนาดเล็ก ต้นสูง 82.9-101.9 เซนติเมตร ใบสีเขียวเข้ม ผิวใบสากเล็กน้อย มีดอกตลอดปี ดอกออกที่ปลายยอดและตาข้าง แบบช่อ กระจะ (receme) ดอกเดี่ยวมีก้านดอกสั้นๆ และดอกเรียงระยะห่างๆ บนแกนช่อดอกด้านเดียว มี 7-15 ดอกต่อช่อ ดอกสีขาวนวล ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดหรือส่วนของกิ่ง สามารถขึ้นและเจริญเติบโตได้ในดินหลาย ชนิดที่มีความชื้น แม้ในที่ดินดอน ดินทรายริมฝั่งทะเล สภาพดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำและดินกรด ซึ่งดิน มีค่าอินทรีย์วัตถุต่ำ และค่าฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมต่ำมากก็ยังพบแพร่กระจายอยู่ตามธรรมชาติ เช่น สวนมะพร้าว สวนยางพารา สวนไม้ผล ริมถนน และพบเห็นได้ทั่วไปในภาคใต้ ได้แก่ ที่จังหวัดสงขลา ตรัง สตูล และนราธิวาส ซึ่งเกษตรกรได้นำมาใช้เลี้ยงแพะทั้งโดยการปล่อยแพะเล็มและตัดมาเลี้ยงที่คอก

มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส (2547) ได้วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของบุหนานราซึ่งตัดจากธรรมชาติ ในระยะก่อนออกดอก พบว่า มีโปรตีน 17.09 เปอร์เซ็นต์ ไขมันรวม 4.07 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใยรวม 12.04 เปอร์เซ็นต์ NDF 35.18 เปอร์เซ็นต์ และ ADF 26.68 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีโปรตีนใกล้เคียงกับถั่วท่าพระสไตโลที่ปลูกในชุดดินเดียวกันซึ่งตัดที่อายุ 40 วัน มีโปรตีน 18.3 เปอร์เซ็นต์ (พิสุทธิ์และคณะ, 2546) แต่เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลทางวิชาการเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์บุหนานราเลี้ยงสัตว์ ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้บุหนานราเป็นแหล่งโปรตีนสำหรับเลี้ยงแพะเนื้อ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาส ตำบลไพรวัน อำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส ระหว่างเดือนตุลาคม 2549- มีนาคม 2551

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้น้ำหนักตัวแพะเป็นบล็อก ใช้แพะลูกผสมพื้นเมืองเพศผู้ อายุ 6 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 19.54 ± 2.19 กิโลกรัมต่อตัว จำนวน 12 ตัว แบ่งแพะทดลองออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 4 ตัว สุ่มให้แพะแต่ละกลุ่มได้รับอาหารชั้นแตกต่างกันดังนี้

กลุ่มที่ 1 บุหนานราทดแทนอาหารชั้น 0 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 2 บุหนานราทดแทนอาหารชั้น 20 เปอร์เซ็นต์

กลุ่มที่ 3 บุหนานราทดแทนอาหารชั้น 40 เปอร์เซ็นต์

การเตรียมสัตว์ทดลอง

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

การเตรียมอาหารทดลอง

1. ตัดบุหนานราระยะก่อนออกดอกจากธรรมชาติ โดยตัดสูงจากพื้นดิน 10 เซนติเมตร นำมาหั่นขนาด 2-4 นิ้ว ตากแดดบนลานประมาณ 2-3 วัน จนแห้งสนิทมีความชื้นน้อยกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ นำมาบดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ประมาณ 1-2 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบมาบดทันทีด้วยเครื่องบดวัตถุบดอาหารสัตว์ก่อนนำมาผสมกับอาหารชั้น

2. หญ้าชิกเนลเล่ย์ตัดที่อายุ 45 วัน นำมาตากแดดบนลานตากประมาณ 2-3 วัน แล้วนำมาหั่นเป็นชิ้นขนาด 1-2 นิ้ว

อาหารชั้นผสมตามสูตรตามตารางที่ 1 ด้วยเครื่องผสมอาหารแบบถังนอนขนาด 300 กิโลกรัม

การให้อาหาร

แพะทุกกลุ่มจะได้รับหญ้าชิกแนลเลื่อยแห้งเป็นอาหารหยาบอย่างเต็มที่ โดยแบ่งอาหารให้กินวันละ 4 มื้อ ในเวลา 08.30 11.00 14.30 16.30 แพะทุกกลุ่มได้รับการเสริมด้วยอาหารข้นตามแผนการทดลอง 1 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว (ตารางที่ 1) ก่อนคำนวณสูตรอาหารสัตว์ได้สูตรตัวอย่างวัตถุดิบวิเคราะห์หาส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมี เพื่อการปรับสูตรให้ได้โภชนะใกล้เคียงกับอาหารที่ต้องการโดยยึดหลักคำนวณโภชนะต่อวันที่แพะเนื้อควรได้รับตาม 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
เปลือกหอย	2.5	1
รวม	11.94	100
โภชนะจากการคำนวณ (%on dry basis)		
โปรตีน		18

โภชนะย่อยได้รวม TDN	75
เยื่อใยหยาบ	4.05
แคลเซียม	0.5
ฟอสฟอรัส	0.36

- ที่มา: ใช้โปรแกรมคำนวณสูตรอาหาร กอส1.

การบันทึกข้อมูล

ชั่งน้ำหนักแพะทุก 14 วัน เพื่อปรับปริมาณอาหารที่กิน บันทึกปริมาณอาหารที่แพะกินได้ในแต่ละวัน โดยบันทึกปริมาณที่ให้และเหลือทุกวัน สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารทดลองสูตรละ 500 กรัม เพื่อวิเคราะห์ ส่วนประกอบทางเคมี 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)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

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

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลอง (ตารางที่ 2) บุนหันรา มีวัตถุแห้ง (dry mater ; DM) โปรตีนหยาบ (crude protein ; CP) เยื่อใยหยาบ (Crude fiber ; CF) ไขมัน (Ether extract ; EE) เถ้า (ash) ผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) มีค่าเท่ากับ 85.57 17.12 33.96 2.72 11.21 32.61 42.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจากองค์ประกอบทางเคมีบุนหันราถือเป็นอาหารหยาบคุณภาพดี สำหรับหญาชิกนลเลื้อยมีองค์ประกอบทางเคมีเท่ากับ 90.96 6.34 40.98 0.94 2.27 41.42 78.34 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเป็นอาหารหยาบคุณภาพปานกลาง ส่วนอาหารชั้นที่ใช้ในการทดลอง มีระดับ CP เท่ากับ 18.61 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับที่คำนวณไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีจากการวิเคราะห์ของอาหารทดลอง (%DM)

รายการ	บุนหันรา	หญาชิกนลเลื้อย	อาหารชั้น:บุนหันรา 100 : 0	อาหารชั้น:บุนหันรา 80 : 20	อาหารชั้น:บุนหันรา 60 : 40
--------	----------	----------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

วัตถุแห้ง	85.57	90.96	87.66	87.24	86.82
โปรตีนหยาบ	17.12	6.34	18.61	16.70	16.81
เยื่อใย	33.96	40.98	3.96	6.80	13.58
ADF	32.61	41.42	-	6.52	13.04
NDF	42.78	78.34	-	8.57	17.11
ไขมัน	2.72	0.94	4.5	3.62	2.92
เถ้า	11.21	2.27	6.81	8.05	9.75
ไนโตรเจนฟรีแเอ็กแทรก	20.47	49.47	66.12	52.21	52.72
แคลเซียม	0.24	0.58	1.64	1.35	1.01
ฟอสฟอรัสทั้งหมด	0.06	0.13	0.46	0.41	0.38
โภชนะย่อยได้รวม	44.26	54.45	81.45	-	-

- วิเคราะห์โดยงานวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา
- คำนวณจากค่าวิเคราะห์วัตถุดิบ Kearn, L. C. 1982

ปริมาณอาหารที่กินและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

จากตารางที่ 3 พบว่าแพะกลุ่มที่ใช้บุหนานราทดแทนอาหารชั้นในระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ กินอาหารทั้งหมดคิดเป็นวัตถุแห้งได้เฉลี่ย 544.13 กรัมต่อตัวต่อวัน หรือคิดเป็น 2.34 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่ำกว่า ($p < 0.05$) แพะกลุ่มที่ใช้บุหนานราทดแทนอาหารชั้นในระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยแพะทั้ง 2 กลุ่มกินวัตถุแห้งได้เฉลี่ยเท่ากับ 652.25 และ 591.75 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ แต่เมื่อคิดปริมาณการกินต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว แพะกลุ่มที่ใช้บุหนานราทดแทนอาหารชั้นในระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ สามารถกินอาหารได้มากกว่าทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉลี่ยเท่ากับ 2.71 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว โดยแพะทุกกลุ่มกินอาหารได้เฉลี่ยเท่ากับ 2.34 - 2.71 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ใกล้เคียงกับรายงานของ Devendra และ Burns (1983) รายงานว่า แพะเนื้อกินอาหารคิดเป็นวัตถุแห้งได้ประมาณ 1.9-3.8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว และที่สุรศักดิ์ (ม.ป.ป.) รายงานว่าแพะที่เลี้ยงในเขตร้อนจะกินอาหารได้ประมาณ 2.3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ส่วนประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารหรืออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed conversion ratio) พบว่า แพะกลุ่มที่ใช้บุหนานราทดแทนอาหารชั้นในระดับ 0 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติเฉลี่ยเท่ากับ 8.56 และ 8.38 ดีกว่าแพะกลุ่มที่ใช้บุหนานราทดแทนอาหารชั้นในระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 8.99

อัตราการเจริญเติบโตของแพะ

จากตารางที่ 3 แพะกลุ่มที่ใช้บุหนานราทดแทนอาหารชั้นในระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติเฉลี่ยเท่ากับ 76.19 และ 70.63 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่า

แพะกลุ่มที่ใช้บุหนงานรாதแทนอาหารชั้นในระดับ 40 เปอร์เซนต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 60.51 กรัมต่อตัวต่อวัน

เมื่อคำนวณปริมาณโปรตีนที่แพะได้รับ พบว่า แพะกลุ่มที่ใช้บุหนงานรாதแทนอาหารชั้นในระดับ 0 และ 20 เปอร์เซนต์ ได้รับโปรตีนไม่แตกต่างกันทางสถิติเฉลี่ยเท่ากับ 70.50 และ 66.78 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ สูงกว่า ($p<0.05$) แพะกลุ่มที่ใช้บุหนงานรாதแทนอาหารชั้นในระดับ 40 ซึ่งได้รับโปรตีนต่ำที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เฉลี่ย 61.55 กรัมต่อตัวต่อวัน แพะกลุ่มที่ใช้บุหนงานรாதแทนอาหารชั้นในระดับ 0 เปอร์เซนต์ ได้รับโภชนะย่อยได้รวมเฉลี่ย 420.25 กรัมต่อตัวต่อวัน สูงกว่าแพะกลุ่มที่ใช้บุหนงานรாதแทนอาหารชั้นในระดับ 20 เปอร์เซนต์ และ 40 เปอร์เซนต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 370.00 และ 324.35 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ สำหรับการทดลองนี้แพะมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 28.25 ± 3.06 กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับ NRC 1981 แนะนำว่าแพะเนื้อที่มีน้ำหนักตัว 30 กิโลกรัม มีความต้องการโภชนะเพื่อการดำรงชีพและเจริญเติบโตวันละ 50 กรัม มีความต้องการโภชนะย่อยได้รวม 462 กรัมต่อวัน และมีความต้องการโปรตีน 65 กรัมต่อวัน ในการทดลองนี้แพะได้รับระดับโปรตีนเพียงพอ สำหรับการดำรงชีพและเจริญเติบโต 50 กรัม สำหรับโภชนะย่อยได้รวมแพะได้รับยังไม่เพียงพอเนื่องจากการเพิ่มบุหนงานราในสูตรอาหารชั้นทำให้โภชนะย่อยได้รวมลดลงและทำให้แพะกินอาหารได้ลดลงเนื่องจากอาหารมีความฟามเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3 สมรรถนะการเจริญเติบโตและปริมาณการกินของแพะลูกผสมพื้นเมือง

รายการ	บุหนงานรாதแทน อาหารชั้น 0 %	บุหนงานรாதแทน อาหารชั้น 20 %	บุหนงานรாதแทน อาหารชั้น 40 %	CV%
จำนวนสัตว์ทดลอง (ตัว)	4	4	4	-
ระยะเวลาทดลอง (วัน)	126	126	126	-
น้ำหนักเริ่มทดลอง (กก.ต่อตัว)	19.25	20.0	19.38	4.84
น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง (กก.ต่อตัว)	28.85 ^a	28.90 ^a	27.00 ^b	4.33
น้ำหนักเพิ่ม (กก.ต่อตัว)	9.6 ^a	8.9 ^a	7.63 ^b	3.24
อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตัวต่อวัน)	76.19 ^a	70.63 ^a	60.51 ^c	3.24
ปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมด (กรัมต่อตัวต่อวัน)	652.25 ^a	591.75 ^b	544.13 ^c	3.80
- อาหารชั้น	240.75	195.80	139.35	-
- บุหนงานรา	-	48.95	92.90	-
- อาหารหยาบ	411.75 ^a	347.00 ^b	311.88 ^c	3.67
ปริมาณโปรตีนที่กินได้ทั้งหมด (กรัมต่อตัวต่อวัน)	70.50 ^a	66.78 ^a	61.55 ^b	4.47
- อาหารชั้น	44.50	36.40	25.90	-
- บุหนงานรา	-	8.38	15.90	-
- อาหารหยาบ	26.0 ^a	22.0 ^b	19.75 ^c	4.37
โภชนะย่อยได้รวมที่กินได้ทั้งหมด (กรัม/ตัว/วัน)	420.25 ^a	370.00 ^b	324.35 ^c	4.30
- อาหารชั้น	196.0	159.40	113.50	-
- บุหนงานรา	-	21.60	41.10	-
- อาหารหยาบ	224.25 ^a	189.00 ^b	169.75 ^c	3.78
ปริมาณการกินต่อเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว (%BW)	2.71 ^a	2.42 ^b	2.34 ^c	2.29

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรีด	8.56 ^a	8.38 ^a	8.99 ^b	1.07
------------------------------------	-------------------	-------------------	-------------------	------

- ตัวเลขที่มีอักษรต่างชนิดกันกำกับอยู่ในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

จากตารางที่ 4 พบว่าแพะกลุ่มที่ใช้บุหนงานราทดแทนอาหารชั้นในระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ย 621.59 บาทต่อตัว สูงกว่า ($p<0.05$) กลุ่มที่ใช้บุหนงานราทดแทนอาหารชั้นในระดับ 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีต้นทุนค่าอาหาร เฉลี่ยเท่ากับ 562.52 และ 499.76 บาทต่อตัว ตามลำดับ โดยแพะกลุ่มที่ใช้บุหนงานราทดแทนอาหารชั้นในระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนค่าอาหารต่ำที่สุด โดยต้นทุนค่าอาหารชั้นจะเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของอาหารชั้นที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 362.19 294.57 และ 209.64 บาทต่อตัว ตามลำดับ ส่วนการเพิ่มสัดส่วนของบุหนงานราค่าอาหารหยาบจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เฉลี่ยเท่ากับ 259.40 218.61 และ 196.48 บาทต่อตัว ตามลำดับ ทั้งนี้เกิดจากการเพิ่มสัดส่วนบุหนงานราในอาหารชั้นทำให้มีผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber, NDF) และ ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) เพิ่มขึ้นทำให้อาหารมีความฟามแพะจึงกินอาหารได้ลดลง

สำหรับผลตอบแทนจากการเลี้ยงพบว่าแพะกลุ่มที่ใช้บุหนงานราทดแทนอาหารชั้นในระดับ 0 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีผลตอบแทนจากการเลี้ยงไม่แตกต่างกันทางสถิติ เฉลี่ยเท่ากับ 337.41 และ 327.48 บาทต่อตัว สูงกว่า ($p<0.05$) แพะกลุ่มที่ใช้บุหนงานราทดแทนอาหารชั้นในระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีผลตอบแทนเฉลี่ยเท่ากับ 262.24 บาทต่อตัว สำหรับต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักรีดต่อกิโลกรัมพบว่าแพะกลุ่มที่ใช้บุหนงานราทดแทนอาหารชั้นในระดับ 0 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักรีดต่อกิโลกรัมไม่แตกต่างกันทางสถิติ เฉลี่ยเท่ากับ 64.75 และ 63.20 บาทต่อกิโลกรัมต่ำกว่า ($p<0.05$) แพะกลุ่มที่ใช้บุหนงานราทดแทนอาหารชั้นในระดับ 40 ซึ่งมีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักรีดต่อกิโลกรัมเฉลี่ย 65.49

ตารางที่ 4 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (บาทต่อตัว)

รายการ	อาหารชั้น:บุหนงานรา 100 : 0	อาหารชั้น:บุหนงานรา 80 : 20	อาหารชั้น:บุหนงานรา 60 : 40	CV%
ค่าอาหารทั้งหมด	621.59 ^a	562.52 ^b	499.76 ^c	4.56
- ค่าอาหารชั้น ^{1/}	362.19 ^a	294.57 ^b	209.64 ^c	5.35
- ค่าบุหนงานรา ^{2/}	-	49.34	93.64	-
- ค่าอาหารหยาบ ^{3/}	259.40 ^a	218.61 ^b	196.48 ^c	3.75
ค่าพันธุ์ ^{4/}	1,925	2,000	1,938	4.84
ต้นทุนทั้งหมด	2,547.59	2,562.52	2,437.76	4.75
รายได้จากการจำหน่ายแพะ ^{4/}	2,885	2,890	2,700	4.33
ผลตอบแทน	337.41 ^a	327.48 ^a	262.24 ^b	17.78

ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่ม น้ำหนัก 1 กก.	64.75 ^b	63.20 ^b	65.49 ^a	1.51
--	--------------------	--------------------	--------------------	------

- ตัวเลขที่มีอักษรต่างชนิดกันกำกับอยู่ในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- ^{1/} ราคาอาหารชั้น 11.94 บาทต่อกิโลกรัม
- ^{2/} ราคาอาหารหยาบ หญ้าชิกเนลเลื่อยแห้ง 5 บาทต่อกิโลกรัม (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, 2556)
- ^{3/} ราคาบุหรานรา 8 บาทต่อกิโลกรัม
- ^{4/} ราคาแพะในท้องตลาด 100 บาทต่อกิโลกรัม

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาลของการใช้บุหรานราแห้งเป็นอาหารเสริมโปรตีนต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะลูกผสมพื้นเมือง โดยใช้สูตรอาหารชั้นที่ระดับโปรตีน 18.61 เปอร์เซ็นต์ และโภชนะย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ โดยแพะทุกกลุ่มได้รับหญ้าชิกเนลเลื่อยแห้งอายุ 45 วัน เป็นอาหารหยาบให้กินอย่างเต็มที่ที่สามารถใช้บุหรานราทดแทนอาหารชั้นที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรอาหารโดยไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตและมีผลตอบแทนดีที่สุด

ข้อเสนอแนะ

การทดแทนบุหรานราในอาหารชั้นต้องคำนึงถึงโภชนะในสูตรอาหารโดยเฉพาะระดับพลังงาน ในสูตรอาหารจะต้องมีการเสริมวัตถุดิบอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานให้สัตว์ได้รับโภชนะเพียงพอ กับความต้องการของร่างกาย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยพัฒนาอาหารสัตว์นราธิวาสที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินการทดลอง คณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ในการตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำให้การทดลองนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- โปรแกรมคำนวณสูตรอาหารสัตว์ราคาต่ำสุด (กอส 1). 2550. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม โดยนายโอสถ นาคสกุล กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ มิถุนายน 2550.
- พิสุทธิ สุขเกษม สถิต มั่งมีชัย และ ภิรมย์ บัวแก้ว. 2547. การใช้ถั่วท่าพระสโตไลเลียงแพะเนื้อ, น. 230-241. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2547. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมประมง 2559 ข้อมูลสถิติประมง ประจำปี 2549 ที่มา <http://ict.dld.go.th/th2/index.php/th/report/13-statistic/6-2549>.
- สุรศักดิ์ คชภักดี . มปป. การให้อาหารที่ตรงกับความต้องการของแพะ. คู่มือร่ายด้วยแพะ. หน้า 40-48.
- สมเกียรติ สายธนู. 2528. ความสำคัญและประโยชน์ของการเลี้ยงแพะ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- 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.
- 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.
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd eds. Cornell Univ. Press, Ithaca, USA.

ผลของระดับการใช้กากมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหารโคขุนต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต คุณภาพซาก และต้นทุนในการผลิตเนื้อคุณภาพสูงของโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ตอน

วิทยา สุมาลย์^{1/} วิชัย อาระหงษ์^{2/} วิโรจน์ ฤทธิ์ฤชัย^{3/} อำพล วรทธิธรรม^{4/}

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับการใช้กากมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหารโคขุนต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต คุณภาพซาก และต้นทุนในการผลิตเนื้อคุณภาพสูงของโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ตอน ใช้โคลูกผสมทาจิมะสายเลือด 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ตอน อายุ 1 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 131.84 กิโลกรัม จำนวน 20 ตัว วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design มี 4 สิ่งทดลอง คือ ระดับกากมันสำปะหลังแห้ง 0 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารผสมเสร็จ แบ่งโคออกเป็น 4 กลุ่ม มี 5 ซ้ำ ตามขนาดน้ำหนักตัว แบ่งการให้อาหารเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงขุนระยะแรกให้อาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีนหยาบ 15 เปอร์เซ็นต์ และ TDN 70 เปอร์เซ็นต์ และช่วงขุนระยะสุดท้ายให้อาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ และ TDN 70 เปอร์เซ็นต์ รวมระยะเวลาทดลอง 542 วัน ดำเนินการทดลองที่สถานีพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม ระหว่างเดือนตุลาคม 2554- มีนาคม 2557

ผลการทดลองพบว่า โคทั้ง 4 กลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีกากมันสำปะหลังแห้งแตกต่างกัน 4 ระดับ ในสูตรอาหารผสมเสร็จทั้ง 2 ช่วงการขุน มีอัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่โคกลุ่มที่ 4 ที่ได้รับอาหารที่มีกากมันสำปะหลังแห้งในระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารมีต้นทุนค่าอาหารโคต่อตัวต่อวันต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ในช่วงการขุนระยะแรกและตลอดการทดลอง และมีต้นทุนค่าอาหารรวมตลอดการทดลองต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนคุณภาพซากของโคทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนเฉลี่ย 56.73 เปอร์เซ็นต์ มีกรดไขมันแทรกเนื้อเฉลี่ย 3.71 และได้ผลตอบแทนไม่แตกต่างกันทางสถิติเฉลี่ย 17,299.24 บาทต่อตัว หรือ 961.07 บาทต่อตัวต่อเดือน ดังนั้นจึงสามารถใช้กากมันสำปะหลังแห้งได้ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารขุนโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ตอนเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูง เพราะทำให้โคมีสมรรถนะการให้ผลผลิตและคุณภาพซากที่ดีและมีต้นทุนค่าอาหารต่ำ

คำสำคัญ : กากมันสำปะหลัง โคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ตอน สมรรถนะการผลิต คุณภาพซาก ต้นทุนการผลิต

เลขทะเบียนวิจัย : 55(1)-0214-015

^{1/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม อำเภอยางสีสุราช จังหวัดมหาสารคาม

^{4/} กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ เขตราชเทวี กรุงเทพฯ

Effects of dry cassava pulp levels in beef fattening rations on production performance, carcass quality and cost of high quality meat production in Tajima crossbred steers

Witthaya Sumamal^{1/} Wichai Arahang^{2/} Wirote Ritreuchai^{3/} Amphon Waritthitham^{4/}

Abstract

This experiment was conducted at MahaSarakhm Animal Nutrition Development Station during October 2011 to March 2014. There was aimed to study the effects of dry cassava pulp levels in beef fattening rations on production performance, carcass quality and cost of high quality meat production. Twenty Tajima crossbred steers, aged 1 year old with average initial body weight 131.34 kilogram were assigned to Randomized complete block design with 4 treatments and 5 replications. There were 4 different levels of dry cassava pulp (0, 20, 30 and 40 %) in TMR rations, which contained 15 % CP and 70 % TDN for feeding in first fattening period and 12 % CP and 70 % TDN for feeding in last fattening period. The total experimental period was 542 days.

The results showed that, all 4 groups of cattle were not significantly different in growth rate, feed intake, feed efficiency ratio and feed cost per day, but the 4th group had lower feed cost per weight gain ($p < 0.05$) than other groups in first fattening period and all experimental period. The carcass quality of all 4 groups of cattle were not significantly different in percentage of warm carcass (56.73 %) marbling score (3.71) and economic returns (17,299.24 bath/head, 961.07 bath/head/month). So that, the TMR feed for high quality meat production performance in Tajima crossbred steers can use dry cassava pulp as ingredient up to 40 percentage in rations.

Keywords: cassava pulp, Tajima crossbred steers, production performance, carcass quality
production cost.

Registered No.: 55(1)-0214-015

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

^{2/} ChaiNat Animal Nutrition Research and Development Center, Sapphaya, ChaiNat.

^{3/} MahaSarakhm Animal Nutrition Research and Development Center, Chiangyuen, MahaSarakhm.

^{4/} Livestock Products Division. Department of Livestock Development, Ratchathewi, Bangkok.

คำนำ

โคทาจิมา (Tajima) เป็นโคที่สืบสายเลือดจากโคพ่อพันธุ์ที่ชื่อว่า Tajiri มีชื่อเสียงในเรื่องของลักษณะที่เลี้ยงดูง่าย เชื่อง และลักษณะนี้ถูกถ่ายทอดไปยังโคพ่อพันธุ์และโคแม่พันธุ์จำนวนมาก จึงมีการนำโคทาจิมาสายเลือด Tajiri เข้าไปใช้ในแผนการผสมพันธุ์ส่งผลให้เป็นการพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อทั้งประเทศญี่ปุ่น เนื้อโคขุนที่มีชื่อเสียงมากและผลิตในพื้นที่นี้ก็คือ เนื้อโกเบ (Kobe beef) และเนื้อมัทซึซากะ (Matsuzaka beef) ซึ่งได้จากปรับปรุงพันธุ์มาจากโคสายเลือด Tajiri เช่นกัน โคสายทาจิมาจะมีพันธุกรรมที่ดีเลิศในเรื่องคุณภาพเนื้อและไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ กรมปศุสัตว์จึงมีการนำน้ำเชื้อโคทาจิมามาใช้ปรับปรุงพันธุ์โคเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูงในประเทศไทย เป็นทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรในการเพิ่มรายได้ด้วยการเพิ่มมูลค่าผลผลิตจากการผลิตโคขุนที่มีเนื้อคุณภาพสูง ได้ราคาที่สูงขึ้น สามารถลดการนำเข้าเนื้อคุณภาพสูงที่มีราคาแพงจากต่างประเทศ ผู้บริโภคภายในประเทศมีทางเลือกและโอกาสในการบริโภคเนื้อโคคุณภาพสูงได้มากขึ้นในราคาที่เหมาะสมตามต้นทุนที่แท้จริง จากการศึกษาของ วิทยา และคณะ (2552) ที่ทำการทดสอบการขุนโคลูกผสมทาจิมา (สายเลือด 37.5-50 เปอร์เซ็นต์) เพศผู้ตอน ด้วยอาหารที่มีมันเส้นเป็นแหล่งพลังงานหลัก พบว่า มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 738 กรัมต่อวัน มีเกรดไขมันแทรกเนื้อเฉลี่ย 4.0 ได้ผลตอบแทนเฉลี่ยตัวละ 15,251.33 บาท หรือ 1,099.59 บาทต่อเดือน จึงเห็นได้ว่ามีความเป็นไปได้ในการขุนโคลูกผสมทาจิมาเพศผู้ตอนเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูงเนื่องจากสามารถผลิตเนื้อที่มีคุณภาพดีและมีผลตอบแทนที่ดีระดับหนึ่ง

อย่างไรก็ตาม มันสำปะหลังยังมีแนวโน้มราคาสูงขึ้นถึงแม้ว่าเกษตรกรจะหันมาปลูกกันมากขึ้น (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) เนื่องจากมีความต้องการนำทำผลิตภัณฑ์ต่างๆมากขึ้น ซึ่งจากการสำรวจผลผลิตมันสำปะหลังในปี 2555 มีการเพาะปลูกมันสำปะหลัง 8.36 ล้านไร่ ผลผลิตทั้งหมดประมาณ 26.60 ล้านตัน นำไปผลิตแป้งมันสำปะหลังสำหรับบริโภค 13.9 ล้านตัน ผลิตเป็นมันเส้นและมันอัดเม็ดสำหรับเป็นอาหารสัตว์ 12.2 ล้านตัน ผลิตเอทานอล 0.5 ล้านตัน ส่วนที่เหลือนำไปใช้ในอุตสาหกรรมผงชูรส กระดาษ สารให้ความหวาน แป้งดัดแปร สาขุ และการผลิตกรดซิตริก (รัตนา และคณะ, 2556)

ซึ่งประเทศไทยส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังไปจำหน่ายต่างประเทศในปี 2556 จำนวน 9.2 ล้านตัน มูลค่าส่งออก 95,695.4 ล้านบาท (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2557) จากสภาวะการขยับราคามันสำปะหลังที่สูงขึ้นดังกล่าว ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ที่ใช้มันเส้นเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์มีต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น ซึ่งสวนทางกับราคาโคกระบือมีชีวิตที่ยังคงตกต่ำ ไม่ปรับขึ้นตามราคาอาหารสัตว์ ทำให้เกษตรกรหลายรายเลิกเลี้ยงหรือเลี้ยงโคกระบือลดลง ดังนั้นการหาวัตถุดิบที่มีราคาถูก หาได้ง่ายอย่างพอเพียงในท้องถิ่น และสามารถใช้ทดแทนมันสำปะหลังในสูตรอาหารสัตว์ได้ จะช่วยทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง เกษตรกรมีกำไรเพิ่มขึ้น ซึ่งในอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังจะมีส่วนของกากมันสำปะหลังสดที่เป็นผลพลอยได้ประมาณ 11.1 เปอร์เซ็นต์ หรือประมาณปีละ 1.5 ล้านตัน (เยวมาลย์ และสาโรช, 2543) กากมันสำปะหลังสดมีความชื้นประมาณ 82.84 เปอร์เซ็นต์ (วราพันธุ์ และคณะ, 2549) แต่เนื่องจากมีความชื้นสูง ทำให้ยากในการจัดการต้องนำมาตากแห้ง ซึ่งจะทำให้เก็บไว้ใช้ได้นานและสะดวกในการจัดการใช้เป็นอาหารสัตว์ กากมันสำปะหลังแห้งมีแป้ง 47.97- 68.89 เปอร์เซ็นต์ ใช้เป็นแหล่งพลังงานได้เป็นอย่างดี มีโปรตีนหยาบ 1.55-3.39 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 0.12- 0.53 เปอร์เซ็นต์ ค่อนข้างต่ำ มีเยื่อใยหยาบ 6.6- 27.75 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณมากน้อยผันแปรไปทางตรงข้ามกับปริมาณแป้งที่มีอยู่ (สุทิศา และคณะ, 2555) ดังนั้นกากมันสำปะหลังแห้งจึงมีศักยภาพที่สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารพลังงานทดแทนมันเส้นได้ เพราะมีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกัน มีราคาถูกกว่า หาได้ง่ายในท้องถิ่น โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีการเลี้ยงโคกระบือกันอย่างหนาแน่น จึงเหมาะที่จะนำมาใช้เลี้ยงโคกระบือเพื่อลดต้นทุนการผลิต และรวมถึงอาชีพการเลี้ยงโคขุนด้วย เนื่องจากการเลี้ยงโคขุนจำเป็นต้องใช้อาหารคุณภาพดีให้สัตว์กินอย่างเพียงพอในแต่ละวัน เพื่อให้สัตว์เจริญเติบโตเร็ว มีการใช้อาหารอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ผลผลิตเนื้อที่มีคุณภาพสูง โดยใช้อาหารที่มีต้นทุนถูกเพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงคุ้มค่าต่อการลงทุน แต่การใช้กากมันสำปะหลังแห้งเป็นอาหารพลังงานสำหรับโคขุนนั้น ยังขาดข้อมูลระดับการใช้ที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อคุณภาพสูงโดยเฉพาะในโคลูกผสมทาจิมะที่เริ่มมีการเลี้ยงขุนเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูงในประเทศไทย

ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงทำการศึกษาถึงผลของระดับการใช้กากมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหารโคขุนต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต คุณภาพซาก และต้นทุนในการผลิตเนื้อคุณภาพสูงของโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ตอน เพื่อได้ทราบถึงประสิทธิภาพของการใช้กากมันสำปะหลังแห้งในการผลิตเนื้อคุณภาพสูงจากโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ตอน เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตโดยใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นที่มีราคาถูก และใช้ส่งเสริมอาชีพการเลี้ยงโคขุนเชิงพาณิชย์แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคขุนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองที่สถานีพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม อำเภอยางสีสุราช จังหวัดมหาสารคาม ระหว่างเดือนตุลาคม 2554 ถึงเดือนมีนาคม 2557 ใช้เวลาในการขุน 542 วัน โดยใช้โคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ตอน (สายเลือด 50 เปอร์เซ็นต์) อายุประมาณ 1 ปี จำนวน 20 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 131.84 กิโลกรัม วางแผนการทดลอง Randomized complete block design มี 4 สิ่งทดลอง แบ่งโคตามขนาดและ

น้ำหนักตัวออกเป็น 5 ซ้ำๆละ 4 ตัว เพื่อสุ่มลงในแต่ละสิ่งทดลองที่ได้รับอาหารแตกต่างกันดังนี้คือ

โคกลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารที่ไม่มีกากมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหารผสมเสร็จ

โคกลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารที่มีกากมันสำปะหลังแห้ง 20 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารผสมเสร็จ

โคกลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารที่มีกากมันสำปะหลังแห้ง 30 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารผสมเสร็จ

โคกลุ่มที่ 4 ได้รับอาหารที่มีกากมันสำปะหลังแห้ง 40 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารผสมเสร็จ

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ก่อนเข้าทดลองทำการตอนโค ฉีดวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อย และโรคคอบวม ทุก 6 เดือน ฉีดวิตามิน AD₃E ทุก 3 เดือน และถ่ายพยาธิปีละครั้ง ให้แก่โคทุกตัว เลี้ยงในคอกขังเดี่ยวขนาด 1.5x3 เมตร มีที่ให้อาหาร มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา มีแร่ธาตุให้กินโดยอิสระ ซึ่งน้ำหนักโคก่อนเริ่มทดลอง และชั่งครั้งต่อไปทุก 2 สัปดาห์ สุ่มโคเข้าคอกขังเดี่ยว เพื่อปรับสภาพโคให้คุ้นกับอาหาร สภาพคอก และสิ่งแวดล้อม ก่อนเก็บข้อมูลประมาณ 2 สัปดาห์

การเตรียมอาหารทดลอง

จะทำการหั่นหญ้าแห้งโกลาแห้ง และฟางข้าวให้มีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร สุ่มเพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี แล้วชั่งเตรียมผสมในสูตรอาหารไว้ให้สัตว์ในแต่ละสัปดาห์

ทำการสุ่มวัตถุดิบอาหารสัตว์ วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี เพื่อปรับสูตรให้ได้โภชนะแม่นยำตามที่กำหนดเพื่อให้เติบโตวันละ 0.75 กิโลกรัม (NRC, 1984) แล้วผสมอาหารตามสูตรให้สัตว์กินและเก็บข้อมูล

การให้อาหารสัตว์ทดลอง

แบ่งการให้อาหารเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรก (เดือนที่ 1-9) ให้อาหาร TMR ที่มีโปรตีนหยาบ 15 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ และระยะสุดท้าย (เดือนที่ 10-18) ให้อาหาร TMR ที่มีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ โดยการขุนระยะแรกใช้หญ้าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหาร ส่วนการขุนในระยะสุดท้ายใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบในสูตรอาหาร ของโคทั้ง 4 กลุ่ม (สูตรอาหารแสดงในตารางที่ 1 และ 2)

ให้โคกินอาหารแบบแยกอาหารขึ้นกับอาหารหยาบตามสัดส่วนในสูตรอาหาร แบ่งให้อาหารวันละ 3 ครั้ง เช้า กลางวัน และเย็น เพื่อให้สัตว์สามารถกินได้หมดในแต่ละครั้ง และกินได้ตามสัดส่วนที่กำหนดด้วยโดยแบ่งโคเป็น 4 กลุ่ม คือ

โคกลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารสูตรที่ 1 สำหรับการขุนระยะแรก และสูตรที่ 5 สำหรับการขุนระยะสุดท้าย

โคกลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารสูตรที่ 2 สำหรับการขุนระยะแรก และสูตรที่ 6 สำหรับการขุนระยะสุดท้าย

โคกลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารสูตรที่ 3 สำหรับการขุนระยะแรก และสูตรที่ 7 สำหรับการขุนระยะสุดท้าย

โคกลุ่มที่ 4 ได้รับอาหารสูตรที่ 4 สำหรับการขุนระยะแรก และสูตรที่ 8 สำหรับการขุนระยะสุดท้าย

การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าแห้ง ฟางข้าว วัตถุดิบที่ใช้ประกอบสูตรอาหาร อาหารที่ให้และอาหารที่เหลือ เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี นำมาอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง จากนั้นนำมา บดผ่านตะแกรงที่มีรูขนาด 1 มิลลิเมตร นำวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract, EE) และเถ้า (Ash) โดยวิธี Proximate analysis ตามวิธีของ AOAC (1998) และวิเคราะห์หาผนังเซลล์ในรูป Neutral detergent fiber (NDF) ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) และลิกนิน (Acid detergent lignin, ADL) โดยวิธีของ Van Soest *et al.* (1991)

ตารางที่ 1 สูตรอาหารระยะแรก (เดือนที่ 1-9)

ชนิดวัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
มันเส้น (กก.)	33.0	17.3	6.0	0.0
กากมันสำปะหลัง (กก.)	0.0	20.0	30.0	40.0
รำละเอียด (กก.)	21.5	14.5	15.1	9.0
กากถั่วเหลือง 44% (กก.)	12.0	13.2	12.9	14.1
ยูเรีย (กก.)	1.5	1.5	1.5	1.5
ไคคลเซียม P16 (กก.)	0.5	0.5	0.5	0.5
แร่ธาตุรวม (กก.)	0.25	0.25	0.25	0.25
เกลือ (กก.)	0.5	0.5	0.5	0.5
กำมะถัน (กก.)	0.25	0.25	0.25	0.25
โซเดียมไบคาร์บอเนต (กก.)	0.5	0.5	0.5	0.5
ไขมันพืช (กก.)	0.0	1.0	2.0	2.5
หญ้าแห้ง (กก.)	30.0	30.0	30.0	30.0
รวม	100.0	100.0	100.0	100.0
โปรตีนหยาบ (CP, %DM)	15.02	15.01	15.03	15.02
โภชนาที่ย่อยได้รวม (TDN, %DM)	69.68	69.25	69.36	69.25
เยื่อใย (ADF, %DM)	15.63	16.57	17.01	17.05
เยื่อใย (NDF, %DM)	31.49	33.11	33.78	34.36
ราคาอาหาร (บาท/กก.)	8.19	7.88	7.82	7.65

ตารางที่ 2 สูตรอาหารระยะสุดท้าย (เดือนที่ 10-18)

ชนิดวัตถุดิบ	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	สูตรที่ 8
มันเส้น (กก.)	50.0	28.7	20.8	10.3
กากมันสำปะหลัง (กก.)	0.0	20.0	30.0	40.0
รำละเอียด (กก.)	16.8	16.9	12.2	10.2
กากถั่วเหลือง 44% (กก.)	10.2	10.2	12.7	15.2
ยูเรีย (กก.)	1.0	1.0	0.8	0.5

ไคแคลเซียม P16 (กก.)	0.5	0.5	0.5	0.5
แร่ธาตุรวม (กก.)	0.25	0.25	0.25	0.25
เกลือ (กก.)	0.5	0.5	0.5	0.5
กำมะถัน (กก.)	0.25	0.25	0.25	0.25
โซเดียมไบคาร์บอเนต (กก.)	0.5	0.5	0.5	0.5
ไขมันพืช (กก.)	0.0	1.2	1.5	1.8
ฟางข้าว (กก.)	20.0	20.0	20.0	20.0
รวม	100.0	100.0	100.0	100.0
โปรตีนหยาบ (CP, %DM)	12.00	12.02	12.00	12.02
โภชนาที่ย่อยได้รวม (TDN, %DM)	70.48	69.88	69.44	69.16
เยื่อใย (ADF, %DM)	17.97	21.52	25.06	28.62
เยื่อใย (NDF, %DM)	39.11	41.33	43.55	45.91
ราคาอาหาร (บาท/กก.)	7.22	6.92	6.70	6.58

การบันทึกข้อมูล

บันทึกปริมาณอาหารที่ให้กินและอาหารที่เหลือในแต่ละวัน บันทึกต้นทุนค่าอาหาร ซึ่งน้ำหนักโคทุก 2 สัปดาห์ เพื่อปรับปริมาณการให้อาหารตามน้ำหนักตัว คำนวณปริมาณการกินอาหาร อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และต้นทุนการผลิต เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการศึกษาลักษณะซากและคุณภาพเนื้อของโคขุนทั้ง 4 กลุ่ม ตามวิธีการของจุฑารัตน์และญานิน (2548) โดยแบ่งเกรดคุณภาพ (Quality grade) เน้นคุณภาพเนื้อด้านไขมันแทรก กำหนดระดับไขมันแทรก 5 ระดับ ตาม มกอช. 6001-2547

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลของโคทั้ง 4 กลุ่ม โดย Analysis of variance in RCBD และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range tests. (Steel and Torrie, 1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ก่อนเริ่มดำเนินการทดลอง ทำการสุ่มตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการประกอบสูตรอาหารทดลอง พบว่า มันเส้น รำละเอียด กากถั่วเหลือง กากมันสำปะหลังแห้ง หญ้าแพงโกลาแห้ง และฟางข้าว มีโปรตีนหยาบ เท่ากับ 2.18 14.25 48.58 2.60 5.02 และ 2.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งค่าโปรตีนหยาบในรำละเอียด กากถั่วเหลือง และกากมันสำปะหลังในการทดลองนี้ มีค่าสูงกว่าที่รายงานโดยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ (2559) ที่ค่าเท่ากับ 13.6 45.3 และ 2.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีค่าต่ำกว่าในมันเส้นและฟางข้าวที่มีค่าเท่ากับ 2.3 และ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับหญ้าแพงโกลาแห้งที่ใช้ในการทดลองนี้ มีคุณภาพใกล้เคียงกับรายงานของกองอาหารสัตว์ (2553) ว่าหญ้าแพงโกลาแห้งที่อายุตัด 60 วัน มีโปรตีนหยาบเท่ากับ 6.0 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพปานกลาง (CP เท่ากับ 5.0-7.9 เปอร์เซ็นต์) (กองอาหารสัตว์, 2547)

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (% on DM basis)

รายการ	DM	CP	EE	CF	Ash	NFE	NDF	ADF	ADL	TDN*
มันเส้น	90.25	2.18	0.60	3.43	2.70	83.30	-	-	-	76.15 ¹
รำละเอียด	89.78	14.25	15.85	3.60	7.28	54.65	-	-	-	84.54 ¹
กากถั่วเหลือง	91.40	48.58	0.53	3.90	7.13	36.95	-	-	-	80.99 ²
กากมันสำปะหลังแห้ง	90.95	2.60	0.17	14.43	9.50	74.60	-	-	-	70.53 ¹
หญ้าแพงโกลาแห้ง	92.43	5.02	1.00	31.97	6.85	55.15	70.42	39.97	4.92	51.66 ³
ฟางข้าว	92.59	2.60	1.30	38.06	10.27	47.77	75.31	46.00	3.42	46.02 ³
อาหารทดลองสูตรที่ 1	90.18	15.56	3.14	13.18	7.57	60.55	30.03	16.93	2.56	70.85 ¹
อาหารทดลองสูตรที่ 2	90.50	14.85	3.51	16.38	8.36	56.90	32.44	20.08	3.12	69.16 ¹
อาหารทดลองสูตรที่ 3	90.54	14.94	3.91	19.09	8.42	53.64	35.00	21.90	3.61	67.90 ¹
อาหารทดลองสูตรที่ 4	90.64	15.16	3.69	19.48	9.08	52.58	35.92	23.40	3.93	67.18 ¹
อาหารทดลองสูตรที่ 5	92.09	11.94	3.36	10.52	7.31	66.87	22.34	12.84	1.52	73.43 ¹
อาหารทดลองสูตรที่ 6	92.00	11.72	3.93	14.23	9.68	60.44	27.25	17.48	2.46	70.84 ¹
อาหารทดลองสูตรที่ 7	92.44	12.27	3.66	15.72	10.69	57.65	28.20	19.33	2.76	69.24 ¹
อาหารทดลองสูตรที่ 8	92.22	11.39	3.48	16.99	11.50	56.64	29.44	20.92	3.26	68.25 ¹

- * สมการทำนายค่า TDN อ้างอิงจาก Kearn (1982) ดังนี้

¹ TDN (Energy feeds, %DM) = 40.2625 + 0.1969(%CP) + 0.4228(%NFE) + 1.1903(%EE) - 0.1379(%CF)

² TDN (Protein supplements, %DM) = 40.3227 + 0.5398(%CP) + 0.4448(%NFE) + 1.4218(%EE) - 0.7007(%CF)

³ TDN (Dry forages and Roughages, %DM) = -17.2649 + 1.2120(%CP) + 0.8352(%NFE) + 2.4638(%EE) + 0.4475(%CF)

สำหรับค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (Total Digestible Nutrients, TDN) ของมันเส้น รำละเอียด และกากมันสำปะหลังแห้ง ได้จากการคำนวณตามสมการ TDN (Energy feeds) สำหรับกากถั่วเหลือง ได้จากการคำนวณตามสมการ TDN (Protein supplements) ส่วนหญ้าแพงโกลาแห้งและฟางข้าวได้จากการคำนวณตามสมการ TDN (Dry forages and Roughages) (Kearn, 1982) พบว่า มันเส้น รำละเอียด

กากถั่วเหลือง กากมันสำปะหลังแห้ง หญ้าแพงโกลาแห้ง และฟางข้าว มีค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดเท่ากับ 76.15 84.54 80.99 70.53 51.66 และ 46.02 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ซึ่งวัตถุดิบอาหารสัตว์ส่วนใหญ่ มีค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดต่ำกว่าที่รายงานไว้โดยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ (2559) โดยมันเส้น กากถั่วเหลือง กากมันสำปะหลังแห้ง และฟางข้าว มีค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดเท่ากับ 79 87 74 และ 52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ยกเว้นรำละเอียดที่มีค่าเท่ากับ 81 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าการทดลองนี้ ส่วนหญ้าแพงโกลาแห้ง ที่ใช้ในการทดลองมีค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดใกล้เคียงกับที่กองอาหารสัตว์ (2553) รายงานว่า หญ้าแพงโกลาแห้งอายุ 60 วัน ที่มีค่าเท่ากับ 51 เปอร์เซ็นต์

ในช่วงการทดลองขุนระยะแรก ใช้อาหารผสมเสร็จสูตรที่ 1-4 ที่มีหญ้าแพงโกลาแห้ง ผสมในสัดส่วน 30 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนหยาบเฉลี่ย 15.13 (14.85-15.56) เปอร์เซ็นต์ มีผนังเซลล์ (NDF) เฉลี่ย 33.35 (30.03- 35.92) เปอร์เซ็นต์ และในช่วงการทดลองขุนระยะสุดท้าย ใช้อาหารผสมเสร็จสูตร ที่ 5-8 ที่มีฟางข้าวแห้งผสมในสัดส่วน 20 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนหยาบเฉลี่ย 11.83 (11.39-12.27) เปอร์เซ็นต์ มีผนังเซลล์ (NDF) เฉลี่ย 26.81 (22.34- 29.44) เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ซึ่งระดับโปรตีนหยาบมีค่าใกล้เคียง กับที่กำหนดไว้ตามแผนการทดลอง ที่กำหนดระดับโปรตีนหยาบในอาหารทดลองเท่ากับ 15 และ 12 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงการขุนระยะแรกและระยะสุดท้าย ตามลำดับ สำหรับค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดของ อาหารผสมเสร็จทั้ง 8 สูตร ได้จากการคำนวณตามสมการ TDN (Energy feeds) (Kearl, 1982) พบว่า มีค่าเท่ากับ 70.85 69.16 67.90 67.18 73.43 70.84 69.24 และ 68.25 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสูตรที่ 1 2 3 4 5 6 7 และ 8 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) หรือเฉลี่ยเท่ากับ 69.61 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับที่กำหนดไว้ คือ 70 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม ค่าโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมดในสูตรอาหารมีแนวโน้มลดลงตามระดับ กากมันสำปะหลังแห้งที่เพิ่มขึ้นในสูตรอาหาร

สมรรถนะการให้ผลผลิตและต้นทุนค่าอาหารของโคในช่วงการขุนระยะแรก (เดือนที่ 1-9)

จากการทดลองขุนโคในระยะแรก ให้โคได้รับอาหารที่มีระดับของกากมันสำปะหลังแห้งผสมใน สูตรอาหารผสมเสร็จแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ในโคกลุ่มที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ เมื่อทดลองขุนในช่วงแรกเป็นระยะเวลา 269 วัน พบว่า ระดับกากมันสำปะหลังแห้งที่แตกต่างกันในสูตรอาหารผสมเสร็จไม่มีผลทำให้โคทั้ง 4 กลุ่ม มีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยโคมีอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 0.742 0.736 0.762 และ 0.667 กิโลกรัมต่อวัน ในโคกลุ่มที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ (เฉลี่ย 0.725 กิโลกรัมต่อวัน) ทั้งนี้เนื่องจากโคทั้ง 4 กลุ่ม กินอาหารได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีปริมาณอาหารที่กินได้เฉลี่ย 6.09 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อวัน ทำให้ได้รับโปรตีนหยาบและ โภชนะที่ย่อยได้รวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเฉลี่ย 0.921 และ 4.19 กิโลกรัม น้ำหนักแห้งต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งเมื่อคิดประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของโคทุกกลุ่มพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเฉลี่ย 8.44 (ตารางที่ 4) แต่ NRC (1984) รายงานว่า ความต้องการโภชนะเพื่อการเจริญเติบโต 0.75 กิโลกรัมต่อวัน ของโคขุนขนาดกลางช่วงน้ำหนัก 300 ถึง 350 กิโลกรัม ควรได้รับปริมาณโปรตีนหยาบ 0.687-0.729 กิโลกรัมต่อวัน และโภชนะที่ย่อยได้รวม 4.93-5.33 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งในการทดลองนี้

โคได้รับโปรตีนหยาบสูงกว่า ส่วนไขมันที่ย่อยได้รวมอยู่ในระดับต่ำกว่าที่สัตว์ต้องการ จึงทำให้มีการเจริญเติบโตต่ำกว่าเล็กน้อย อย่างไรก็ตามพบว่าได้ผลที่แตกต่างเล็กน้อยจากการทดลองของวิโรจน์ และคณะ (2557) ที่เลี้ยงโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ตอนในช่วงการขุนระยะแรกด้วยอาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีนหยาบ 16.20 เปอร์เซ็นต์ TDN 69.69 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงน้ำหนัก 148-397 กิโลกรัม นาน 280 วัน พบว่า โคมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.890 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งสูงกว่าการทดลองนี้ เพราะโคกินอาหารได้มากกว่า (6.93 กิโลกรัมต่อวัน) ทำให้ได้รับโปรตีนหยาบและไขมันที่ย่อยได้รวมมากกว่า (1.12 และ 4.83 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อวัน ตามลำดับ) จึงเจริญเติบโตได้ดีกว่าและส่งผลให้มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดีกว่าด้วย (7.8)

ตารางที่ 4 สมรรถนะการให้ผลผลิตและต้นทุนค่าอาหารของโคในช่วงการขุนระยะแรก (เดือนที่ 1-9)

รายการ	โคกลุ่มที่	โคกลุ่มที่	โคกลุ่มที่	โคกลุ่มที่	Mean	p value	CV, %
	1	2	3	4			
	ระดับกามันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหาร						
	(%)						
	0	20	30	40			
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	132.07	132.20	130.50	132.33	131.84	0.9761	3.16
น้ำหนักสิ้นสุด (กก.)	331.73	330.07	335.34	311.87	326.83	0.3942	6.55
น้ำหนักเพิ่ม (กก.)	199.67	197.87	204.84	179.53	194.98	0.3787	10.65
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน)	0.742	0.736	0.762	0.667	0.725	0.3766	10.67
ปริมาณอาหารที่กิน (กก./วัน)	6.03	6.21	6.56	5.64	6.09	0.1250	8.50
ปริมาณโปรตีนหยาบที่ได้รับ (กก./วัน)	0.939	0.922	0.980	0.855	0.921	0.1720	8.51
โภชนะที่ย่อยได้รวมที่ได้รับ (กก./วัน)	4.27	4.30	4.45	3.79	4.19	0.0706	8.43
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร	8.26	8.43	8.64	8.45	8.44	0.7234	8.63
ราคาอาหาร (บาท/กก.)	8.19	7.88	7.82	7.65	-	-	-
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว/วัน)	49.47 ^a	49.04 ^a	51.30 ^a	43.09 ^b	48.07	0.0340	8.21
ต้นทุนค่าอาหาร(บาท/กก.นน.ตัว)	67.72	66.59	67.55	64.55	66.55	0.7080	8.81

^{a, b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ต้นทุนค่าอาหารที่โคกินในแต่ละวันพบว่า โคกลุ่มที่ 1 2 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่สูงกว่าต้นทุนค่าอาหารของโคกลุ่มที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 49.48 49.04 51.27 และ 43.09 บาทต่อตัวต่อวัน เนื่องจากราคาอาหารแตกต่างกันคือ 8.19 7.88 7.82 และ 7.65 บาทต่อกิโลกรัม อาหารที่ใช้เลี้ยงโคกลุ่มที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่า ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในช่วงการขุนระยะแรกของโคทั้ง 4 กลุ่มนี้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีต้นทุนเท่ากับ 67.72 66.59 67.55 และ 64.55 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ในโคกลุ่มที่ 1

2 3 และ 4 ตามลำดับ (เฉลี่ย 66.55 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว) (ตารางที่ 4) สำหรับต้นทุนค่าอาหารจากรายงานของวิโรจน์ และคณะ (2557) ที่ใช้อาหารราคา 7.54 บาทต่อกิโลกรัม เลี้ยงโคซึ่งต่ำกว่าการทดลองนี้ แต่มีต้นทุนค่าอาหารโคต่อวันสูงกว่า (52.25 บาท) ซึ่งสูงกว่าการทดลองนี้เพราะโคกินอาหารได้ต่อวันมากกว่า แต่เมื่อคิดต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวพบว่ามีความต่ำกว่า (58.71 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว) เนื่องจากโคมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่า รวมทั้งมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารที่ดีกว่าการทดลองนี้ จึงทำให้มีต้นทุนต่ำกว่า

สมรรถนะการให้ผลผลิตและต้นทุนค่าอาหารของโคในช่วงการขุนระยะสุดท้าย (เดือนที่ 10-18)

จากการทดลองขุนโคในระยะสุดท้าย โคได้รับอาหารที่มีระดับของกากมันสำปะหลังแห้งผสมในสูตรอาหารผสมเสร็จแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ในโคกลุ่มที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ เมื่อทดลองขุนในช่วงนี้เป็นระยะเวลา 273 วัน พบว่า โคทั้ง 4 กลุ่ม มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.352 0.324 0.330 และ 0.318 กิโลกรัมต่อวัน (เฉลี่ย 0.331 กิโลกรัมต่อวัน) ในโคกลุ่มที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ เนื่องจากโคทั้ง 4 กลุ่ม กินอาหารได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีปริมาณอาหารที่กินได้เฉลี่ย 5.39 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อตัวต่อวัน ทำให้ได้รับโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเฉลี่ย 0.636 และ 3.80 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งเมื่อคิดประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของโคทุกกลุ่มพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเฉลี่ย 16.49 (ตารางที่ 5) แต่ NRC (1984) รายงานว่า ความต้องการโภชนะเพื่อการเจริญเติบโต 0.75 กิโลกรัมต่อวัน ของโคขุนขนาดกลางช่วงน้ำหนัก 350 ถึง 450 กิโลกรัม ควรได้รับปริมาณโปรตีนหยาบ 0.729-0.803 กิโลกรัมต่อวัน และโภชนะที่ย่อยได้รวม 5.33-5.86 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งในการทดลองนี้โคได้รับโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมอยู่ในระดับต่ำกว่าที่สัตว์ต้องการ จึงทำให้มีการเจริญเติบโตต่ำกว่ามาก อย่างไรก็ตามพบว่าได้ผลที่แตกต่างเล็กน้อยจากการทดลองของวิโรจน์ และคณะซึ่งได้ผลที่แตกต่างเล็กน้อยจากการทดลองของวิโรจน์ และคณะ (2557) ที่เลี้ยงโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ตอนในช่วงการขุนระยะสุดท้ายด้วยอาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีนหยาบ 11.56 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 70.26 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงน้ำหนัก 397-521 กิโลกรัม นาน 280 วัน มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.443 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งสูงกว่าการทดลองนี้ เนื่องจากได้รับโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมมากกว่าจากการกินได้ที่มากกว่า (มีค่าเท่ากับ 0.673 4.09 5.82 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ) ทำให้มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารที่ดีกว่าด้วย (13.13)

ตารางที่ 5 สมรรถนะการให้ผลผลิตและต้นทุนค่าอาหารของโคในช่วงการขุนระยะสุดท้าย (เดือนที่ 10-18)

รายการ	โคกลุ่มที่	โคกลุ่มที่	โคกลุ่มที่	โคกลุ่มที่	Mean	p value	CV, %
	1	2	3	4			
	ระดับกากมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหาร (%)						
	0	20	30	40			
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	345.87	344.00	345.25	343.40	344.60	0.2961	2.09

น้ำหนักสิ้นสุด (กก.)	442.01	432.36	435.43	430.09	434.95	0.7038	4.22
น้ำหนักเพิ่ม (กก.)	96.15	88.36	90.18	86.69	90.35	0.7433	16.53
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน)	0.352	0.324	0.330	0.318	0.331	0.7443	16.55
ปริมาณอาหารที่กิน (กก./วัน)	5.44	5.36	5.56	5.22	5.39	0.65402	8.21
ปริมาณโปรตีนหยาบที่ได้รับ (กก./วัน)	0.649	0.629	0.682	0.594	0.636	0.1551	8.45
โภชนะที่ย่อยได้รวมที่ได้รับ (กก./วัน)	3.99	3.80	3.85	3.56	3.80	0.2431	8.31
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร	15.61	16.92	16.99	16.54	16.49	0.4233	10.65
ราคาอาหาร (บาท/กก.)	7.22	6.92	6.70	6.58	-	-	-
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว/วัน)	39.16	37.21	37.44	34.25	36.99	0.1286	8.09
ต้นทุนค่าอาหาร(บาท/กก.นน.ตัว)	112.49	117.43	114.40	108.57	113.16	0.5875	10.85

ต้นทุนค่าอาหารที่โคกินในแต่ละวันพบว่า โคทั้ง 4 กลุ่ม มีต้นทุนค่าอาหารที่โคกินในแต่ละวันใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 39.16 37.21 37.44 และ 34.25 บาทต่อตัวต่อวัน (เฉลี่ย 36.99 บาทต่อตัวต่อวัน) แม้ว่าราคาอาหารจะไม่เท่ากันคือ 7.22 6.92 6.70 และ 6.58 บาทต่อกิโลกรัมอาหารที่ใช้เลี้ยง ในโคกลุ่มที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ ทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในช่วงการขุนระยะสุดท้ายของโคทั้ง 4 กลุ่มนี้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีต้นทุนเท่ากับ 112.49 117.43 114.40 และ 108.57 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ในโคกลุ่มที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ (เฉลี่ย 103.64 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว) (ตารางที่ 5) สำหรับต้นทุนค่าอาหารจากการทดลองของวิโรจน์ และคณะ (2557) ที่ใช้อาหารราคา 6.12 บาทต่อกิโลกรัม เลี้ยงโคซึ่งต่ำกว่าการทดลองนี้ แต่โคกินอาหารได้มากกว่าจึงทำให้มีต้นทุนค่าอาหารโคต่อวันเฉลี่ย 35.62 บาท ซึ่งใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามเมื่อคิดต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวพบว่ามีค่า 80.41 บาทต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัวซึ่งต่ำกว่าเนื่องจากโคมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่ารวมทั้งมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารที่ดีกว่าการทดลองนี้

สมรรถนะการให้ผลผลิตและต้นทุนค่าอาหารของโคในช่วงการขุนตลอดการทดลอง (เดือนที่ 1-18)

จากการทดลองขุนโคตลอดการทดลอง ให้โคได้รับอาหารที่มีระดับของกากมันสำปะหลังแห้งผสมในสูตรอาหารผสมเสร็จแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ในโคกลุ่มที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ พบว่า เมื่อทดลองขุนโคเป็นระยะเวลา 542 วัน โคทั้ง 4 กลุ่ม มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีน้ำหนักเริ่มต้นทดลองเฉลี่ย 131.84 กิโลกรัม มีน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย 434.95 กิโลกรัม และมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.572 0.554 0.563 และ 0.549 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ในโคกลุ่มที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ (เฉลี่ย 0.559 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน) เนื่องจากโคทั้ง 4 กลุ่มกินอาหารได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีปริมาณอาหารที่กินได้เฉลี่ย 5.74 กิโลกรัม น้ำหนักแห้งต่อตัวต่อวัน และได้รับปริมาณโปรตีนหยาบไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นกัน (เฉลี่ย 0.778 กิโลกรัม น้ำหนักแห้งต่อตัวต่อวัน) แต่เมื่อคิดเป็นปริมาณโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ได้รับ พบว่าโคกลุ่มที่ 1 2 และ 3 ได้รับมากกว่าโคกลุ่มที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เท่ากับ 4.13 4.05 4.15 และ 3.67 กิโลกรัม น้ำหนักแห้งต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ เนื่องจากโคกลุ่มที่ 4 มีแนวโน้มกินอาหารได้ค่อนข้าง

น้อยกว่า สำหรับประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารของโคทุกกลุ่ม พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเฉลี่ย 10.27 (ตารางที่ 6) ได้ผลที่แตกต่างเล็กน้อยจากการทดลองของวิโรจน์ และคณะ (2557) ที่เลี้ยงโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ตอน ในช่วงน้ำหนัก 148-521 กิโลกรัม ตลอดการทดลองนาน 560 วัน มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.666 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งสูงกว่าการทดลองนี้ เนื่องจากได้รับโภชนะมากกว่าจากการกินได้มากกว่า (เฉลี่ย 6.38 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน) ส่งผลให้มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารที่ค่อนข้างดีกว่า (เฉลี่ย 9.57) เช่นเดียวกับการทดลองของวิทยา และคณะ (2552) เลี้ยงโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ตอน ด้วยอาหารที่มีโปรตีนหยาบ 15.45 และ 12.55 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงการขุนระยะแรกและระยะสุดท้ายตามลำดับ นาน 565 วัน โดยมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.637 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งสูงกว่าการทดลองนี้ เนื่องจากได้รับโภชนะมากกว่าการทดลองนี้ค่อนข้างมาก เพราะมีขนาดตัวที่ใหญ่กว่า (588 กิโลกรัม) กินอาหารได้มาก (เฉลี่ย 7.77 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน) จึงมีผลทำให้มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารที่ดีกว่าการทดลองนี้ (เฉลี่ย 12.19)

ตารางที่ 6 สมรรถนะการให้ผลผลิตและต้นทุนค่าอาหารของโคในช่วงการขุนตลอดการทดลอง (เดือนที่ 1-18)

รายการ	โคกลุ่มที่	โคกลุ่มที่	โคกลุ่มที่	โคกลุ่มที่	Mean	p value	CV, %
	1	2	3	4			
	ระดับกากมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหาร (%)						
	0	20	30	40			
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	132.07	132.20	130.50	132.33	131.84	0.9761	3.16
น้ำหนักสิ้นสุด (กก.)	442.01	432.36	435.43	430.09	434.95	0.7038	4.22
น้ำหนักเพิ่ม (กก.)	309.95	300.16	304.93	297.76	303.11	0.7314	6.25

อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน)	0.572	0.554	0.563	0.549	0.559	0.7258	6.25
ปริมาณอาหารที่กิน (กก./วัน)	5.74	5.79	6.06	5.43	5.74	0.1305	6.33
ปริมาณโปรตีนหยากที่ได้รับ (กรัม/วัน)	0.793	0.774	0.830	0.724	0.778	0.0532	6.48
โภชนะที่ย่อยได้รวมที่ได้รับ (กก./วัน)	4.13 ^a	4.05 ^a	4.15 ^a	3.67 ^b	3.99	0.0457	6.34
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร	10.04	10.46	10.77	9.90	10.27	0.2234	6.05
ราคาอาหาร (บาท/กก.)	7.71	7.40	7.26	7.12	-	-	-
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว/วัน)	44.32 ^a	43.13 ^a	44.37 ^a	38.67 ^b	42.53	0.0224	6.39
ต้นทุนค่าอาหาร(บาท/กก.นน.ตัว)	77.60	77.92	78.87	70.51	76.08	0.0707	6.20

^{a, b} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ต้นทุนค่าอาหารที่โคกินในแต่ละวันพบว่า โคกลุ่มที่ 1 2 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่สูงกว่าต้นทุนค่าอาหารของโคกลุ่มที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 44.32 43.13 44.37 และ 38.67 บาทต่อตัวต่อวัน เนื่องจากราคาอาหารแตกต่างกันคือ 7.71 7.40 7.26 และ 7.12 บาทต่อกิโลกรัม อาหารที่ใช้เลี้ยงโคกลุ่มที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ ซึ่งมีผลทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ในช่วงการทดลองระยะการขุนของโคกลุ่มที่ 1 2 และ 3 สูงกว่าโคกลุ่มที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยมีต้นทุนเท่ากับ 77.60 77.92 78.87 และ 70.51 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว ในโคกลุ่มที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ (ตารางที่ 6) สำหรับต้นทุนค่าอาหารจากรายงานของวิโรจน์ และคณะ (2557) ใช้อาหารที่มีราคาเฉลี่ย 6.83 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งต่ำกว่าการทดลองนี้ ทำให้มีต้นทุนค่าอาหารโควันละ 43.94 บาท ใกล้เคียงกับต้นทุนค่าอาหารของโคกลุ่มที่ 1 2 และ 3 แต่สูงกว่าต้นทุนค่าอาหารของโคกลุ่มที่ 4 จากการทดลองนี้ เพราะโคกลุ่มที่ 4 กินได้น้อยกว่ามาก (0.95 กิโลกรัม) แต่เมื่อคิดต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวพบว่ามีค่าต่ำกว่า (เฉลี่ย 65.98 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว) เนื่องจากโคมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าและมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารดีกว่าการทดลองนี้ ส่วนการทดลองของวิทยา และคณะ (2552) มีต้นทุนค่าอาหารโควันละ 49.75 บาท สูงกว่าต้นทุนค่าอาหารของการทดลองนี้ เพราะโคกินอาหารได้มากกว่า และมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวสูงกว่า (เฉลี่ย 106.58 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว) แม้ว่าจะมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าแต่การกินอาหารมากกว่าและมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารด้อยกว่า ต้นทุนจึงสูงกว่า

ลักษณะซาก

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ได้ทำการศึกษาลักษณะซากโคทดลอง พบว่า โคทั้ง 4 กลุ่มมีลักษณะซากไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่าเฉลี่ย 447.26 กิโลกรัม หลังจากชำแหละแล้วได้น้ำหนักซากอ่อนเฉลี่ย 254 กิโลกรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนเฉลี่ย 56.73 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นนำไป

แช่เย็นในห้องควบคุมอุณหภูมิ นาน 14 วัน ได้น้ำหนักซากเย็นเฉลี่ย 249.16 กิโลกรัม คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ซากเย็น 55.66 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการตัดเกรดไขมันแทรกเนื้อของโคแต่ละกลุ่ม พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าเฉลี่ย 3.71 โดยโคกลุ่มที่ 1 2 3 และ 4 มีเกรดไขมันแทรกเนื้อเท่ากับ 3.70 4.20 3.61 และ 3.30 ตามลำดับ (ตารางที่ 7) เกรดไขมันแทรกเนื้อจากการทดลองนี้มีค่าสูงกว่าเกรดไขมันแทรกเนื้อเฉลี่ยของสหกรณ์โคขุนโพธิ์ยางคำ จำกัด (เกรด 3.0) ซึ่งเกรดไขมันแทรกเนื้อจะมีผลให้ราคาซื้อขายซากโคเพิ่มขึ้นทุก 0.25 แด้มละ 0.50-6 บาท (ประกาศราคารับซื้อโคขุนของสหกรณ์การเกษตรหนองสูง จำกัด (ปศุสัตว์)) ทำให้เกษตรกรที่ขุนโคที่มีเกรดไขมันแทรกเนื้อสูงและน้ำหนักซากสูง จะได้ราคารับซื้อที่ดีกว่าโคที่มีเกรดไขมันแทรกเนื้อต่ำและมีน้ำหนักซากต่ำด้วย อย่างไรก็ตาม ลักษณะซากโคของการทดลองนี้ต่ำกว่าการทดลองของวิโรจน์ และคณะ (2557) และการทดลองของวิทยา และคณะ (2552) ที่มีน้ำหนักซากอุ่นเท่ากับ 295 และ 308 กิโลกรัม ตามลำดับ และมีเกรดไขมันแทรกเท่ากับ 4.67 และ 4.5 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าการทดลองนี้ อาจเนื่องมาจากปริมาณการกินได้น้อยกว่าทำให้ได้รับโปรตีนหยาดและโภชนาการที่น้อยได้รวมน้อยกว่า ทำให้น้ำหนักซากอุ่นต่ำกว่า รวมถึงการสะสมไขมันแทรกเนื้อได้น้อยกว่าด้วย และจากการศึกษาซากโควางตัวของ Calles *et al.* (2000) รายงานว่ามีเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น 60.2 ± 0.34 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าการทดลองนี้ เนื่องจากเป็นโคเนื้ออยู่พันธุ์แท้ที่มีการให้ผลผลิตเนื้อสูงกว่าโคลูกผสม รวมทั้งจากการศึกษาซากโคพันธุ์ตากที่รายงานโดย จุฑารัตน์ และญานิน (2548) ว่ามีเปอร์เซ็นต์ซากอุ่น 63 เปอร์เซ็นต์ และมีซากเย็น 62 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากโคพันธุ์ตากมีสายเลือดโคเนื้อพันธุ์ยุโรปที่มีการให้ผลผลิตเนื้อสูงกว่าโคลูกผสมทาจิมาในการทดลองนี้ที่เป็นลูกโคที่เกิดจากแม่โคพื้นเมือง

ตารางที่ 7 ลักษณะซากของโคทดลอง

รายการ	โคกลุ่มที่ 1	โคกลุ่มที่ 2	โคกลุ่มที่ 3	โคกลุ่มที่ 4	Mean	p value	CV, %
	ระดับไขมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหาร (%)						
	0	20	30	40			
น้ำหนักมีชีวิต (กก.)	453.60	444.20	450.02	445.00	447.26	0.9016	5.05
น้ำหนักซากอุ่น (กก.)	258.00	257.20	255.60	247.60	254.00	0.6752	5.80
เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น (%)	56.83	57.84	56.76	55.59	56.73	0.1591	2.51
น้ำหนักซากเย็น (กก.)	254.00	252.00	251.00	242.00	249.16	0.5879	5.81
เปอร์เซ็นต์ซากเย็น (%)	55.95	56.65	55.74	54.36	55.66	0.2073	2.89
เกรดไขมันแทรกเนื้อ	3.70	4.20	3.61	3.30	3.71	0.1499	15.25
เท้า (%)	1.68	1.58	1.60	1.62	1.61	0.7232	11.68
หัว (%)	3.57	3.69	3.78	3.64	3.67	0.5073	5.22
หนัง (%)	7.19	6.93	6.74	7.10	6.98	0.8929	15.11
เครื่องใน (%)	3.17	3.33	3.38	3.42	3.32	0.4792	6.02
ตับ (%)	0.92	0.92	0.90	0.89	0.91	0.9287	12.08
เนื้อองเคล (%)	0.21	0.21	0.20	0.18	0.20	0.3903	13.68
หาง (%)	0.42	0.46	0.41	0.43	0.43	0.6244	13.32
น้ำดี (%)	0.10	0.11	0.11	0.09	0.10	0.2675	23.30

ผลตอบแทนที่ได้รับ

หลังจากทำการศึกษาซากแล้ว ได้ทำการประเมินราคาซากโคขุน ตามเกณฑ์ราคามาตรฐานของ สหกรณ์การเกษตรหนองสูง จำกัด (ปศุสัตว์) ปี 2556 พบว่า รายได้จากซาก รายได้จากเกรดไขมันแทรกเนื้อ และรายได้เพิ่มเติมของสมาชิกเพื่อการส่งเสริมการขุนโคของบริษัทฯ คิดเป็นรายได้รวมจากการขุนโค ทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เฉลี่ย 46,282.37 บาทต่อตัว แต่ต้นทุนค่าอาหารตลอด การทดลองของโคกลุ่มที่ 4 ต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยมีต้นทุนค่าอาหารเท่ากับ 24,019.35 23,374.43 24,046.65 และ 20,959.77 บาทต่อตัว ในโคกลุ่มที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ และเมื่อนำมารวมกับค่าพันธุ์โคก่อนทดลองเฉลี่ย 5,932.90 บาท แล้วนำไปหักออกจากรายได้รวม พบว่า ผลตอบแทนที่ได้รับจากการขุนโคทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ได้ผลตอบแทนเฉลี่ยตัวละ 17,299.24 บาท หรือคิดเป็นผลตอบแทน 961.07 บาทต่อตัวต่อเดือน (ตารางที่ 8) ซึ่งต่ำกว่าการทดลอง ของวิโรจน์ และคณะ (2557) ที่ได้ผลตอบแทนจากการขุนโคลูกผสมเทาจิมะตัวละ 26,662 บาท หรือ 1,428 บาทต่อตัวต่อเดือน แต่ได้รับผลตอบแทนสูงกว่าการทดลองของวิทยา และคณะ (2552) ที่ได้ผลตอบแทนจากการขุนโคลูกผสมเทาจิมะตัวละ 13,354.60 บาท หรือ 709.09 บาทต่อตัวต่อเดือน และได้ผลตอบแทนใกล้เคียงกับการขุนโคพันธุ์ตากและพันธุ์กำแพงแสนที่ได้รับผลตอบแทนเดือนละ ประมาณ 1,000 บาทต่อตัว สูงกว่าการขุนโคลูกผสมบราห์มันที่ได้เฉลี่ย 680 บาทต่อตัวต่อเดือน (จุฑารัตน์ และคณะ, 2550)

ตารางที่ 8 ผลตอบแทนที่ได้รับจากโคทดลอง

รายการ	โคกลุ่มที่ 1	โคกลุ่มที่ 2	โคกลุ่มที่ 3	โคกลุ่มที่ 4	Mean	p value	CV, %
	ระดับกากมันสำปะหลังแห้งในสูตรอาหาร (%)						
	0	20	30	40			
รายได้จากซาก ¹ (บาทต่อตัว)	32,810.80	32,687.60	32,403.50	31,245.20	32,280.63	0.6472	6.93
รายได้จากเกรดไขมันแทรกเนื้อ ² (บาทต่อตัว)	8,410.80	9,591.20	7,719.00	6,818.20	8,156.68	0.1502	21.66
รายได้เพิ่มเติมของสมาชิก ³ (บาทต่อตัว)	5,348.00	7,043.20	5,918.00	5,085.60	5,845.05	0.3370	29.63
รายได้รวม (บาทต่อตัว)	46,569.60	49,322.00	46,040.50	43,149.00	46,282.37	0.3013	10.40
ต้นทุนค่าอาหารตลอดการทดลอง (บาท/ตัว)	24,019.35 ^a	23,374.43 ^a	24,046.65 ^a	20,959.77 ^b	23,050.23	0.0224	6.39
ต้นทุนค่าโคก่อนเข้าขุน ⁴ (บาทต่อตัว)	5,943.06	5,948.91	5,872.50	5,955.03	5,932.90	0.9761	3.16
ผลตอบแทน (บาท/ตัว)	16,607.19	19,998.66	16,121.35	16,234.20	17,299.24	0.5380	26.49
ผลตอบแทน (บาท/ตัว/เดือน)	922.62	1,111.04	895.63	901.90	961.07	0.5380	26.49

- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b กำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

- ¹ รายได้จากซาก คิดจากน้ำหนักซากเป็นเกณฑ์ คือ น้ำหนักน้อยกว่า 250 กก. ละ 123 บาท

น้ำหนัก 250-279 กก. ละ 128 บาท

น้ำหนัก 280-299 กก. ละ 132 บาท

น้ำหนัก 300 กก. ขึ้นไป กก. ละ 135 บาท

- ² รายได้จากเกรตไขมันแทรกเนื้อ คิดเพิ่มให้อีก 0.50-6 บาท ต่อเกรตที่เพิ่มขึ้นทุก 0.25 แต้มร่วมกับเกณฑ์น้ำหนักซากด้วย (ตามประกาศราคารับซื้อโคขุนของสหกรณ์การเกษตรหนองสูง จำกัด (ปศุสัตว์) ปี 2556)
- ³ รายได้เพิ่มเติมของสมาชิก คิดจาก มาตรฐานฟาร์ม น้ำหนักซากโค และคุณภาพซากโค (เกรตไขมันแทรกเนื้อ) (ตามประกาศราคารับซื้อโคขุนของสหกรณ์การเกษตรหนองสูง จำกัด (ปศุสัตว์) ปี 2556)
- ⁴ ราคาโคมีชีวิตก่อนเข้าขุน กิโลกรัมละ 45 บาท

สรุปผลการทดลอง

จากการขุนโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ตอน 4 กลุ่ม ให้ได้รับอาหารที่ระดับของกากมันสำปะหลังแห้ง ในสูตรอาหารผสมเสร็จแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 0 20 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ แบ่งช่วงการขุนเป็น 2 ช่วง การทดลอง คือ ช่วงการขุนระยะแรก ให้โคได้รับอาหารที่มีโปรตีนหยาบ 15 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ และช่วงการขุนระยะสุดท้าย ให้โคได้รับอาหารที่มีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ รวมระยะเวลาการขุนตลอดการทดลอง 542 วัน สรุปได้ว่า

สามารถใช้กากมันสำปะหลังแห้งได้ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารผสมเสร็จเลี้ยงโคขุนทั้ง 2 ช่วง การขุน โดยไม่มีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม แตกต่างจากการใช้กากมันสำปะหลังแห้งในระดับที่น้อยกว่าและไม่ใช้ในสูตรอาหาร และใช้กากมันสำปะหลังแห้งในระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร ยังทำให้ต้นทุนค่าอาหารโคต่อตัวต่อวันต่ำกว่าการใช้กากมันสำปะหลังแห้งในระดับที่น้อยกว่าและไม่ใช้ในสูตรอาหารในช่วงการขุนระยะแรกและภาพรวมตลอดการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- กองอาหารสัตว์. 2547. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์แห่ง กองอาหารสัตว์. เอกสารคำแนะนำ. กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กองอาหารสัตว์. 2553. การรวบรวมและจัดทำข้อมูลด้านคุณค่าทางโภชนาของพืชอาหารสัตว์. กองอาหารสัตว์. กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และยุานิน โอภาสพัฒนกิจ. 2548. คุณภาพเนื้อโคภายใต้ระบบการผลิตและการตลาดของประเทศไทย. บริษัทสุพีเรียฟรินด์เฮาส์ จำกัด.
- จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ยุานิน โอภาสพัฒนกิจ และอรรงค์ เมฆโหรา. 2550. โอกาสทางการตลาดของโคเนื้อไทย. เอกสารประกอบการประชุมกลุ่มเฉพาะเรื่อง “กลุ่มโคเนื้อ” ในการประชุมวิชาการเรื่อง “FTA: อนาคตโคเนื้อ โคขุนไทย รุ่งหรือร่วง?” ณ ห้องประชุมชั้น 2 อาคารหนังสือพิมพ์ข่าวสด. บริษัทข่าวสด จำกัด.

ธนาการแห่งประเทศไทย. 2557. สถานการณ์สินค้าเกษตรสำคัญ ปี 2556 และแนวโน้ม ปี 2557. ส่วนเศรษฐกิจภาค สำนักงานภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.

เยวามาลย์ คำเจริญ และสาโรช คำเจริญ. 2543. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของข้าวโพดเทียบกับการผลิตข้าวโพดวิทยาศาสตร์จากมันสำปะหลัง. สารสนเทศและการเกษตร, 48(8): 4-51.

รัตนา ต้นทเกิดธรรม ปฐมา จาตุกานนท์ และยุพา ปานแก้ว. 2556. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ การวิเคราะห์ความต้องการของตลาดและการใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลังในประเทศจีน. โดยสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วราพันธ์ จินตณวิทย์ สุภัญญา จัตตพรพงษ์ ฤทัยชนก มากระนิทย์ สุภัญญา ศรีมงคลงาม และณัฐฐา วิวัฒน์วงศ์วนา. 2549. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์กลุ่มแลคติกแอซิดแบคทีเรีย และยีสต์ในระหว่างหมักกากมันสำปะหลัง. การประชุมทางวิชาการ สาขาสัตวแพทยศาสตร์ ครั้งที่ 44 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 30 มกราคม-2 กุมภาพันธ์ 2549.

วิทยา สุมาลย์ วิโรจน์ ฤทธิ์ฤชัย กาญจนา ธรรมรัตน์ และวิศุทธิ์ เอื้อกึ่งเพชร. 2552. การทดสอบขุนโคลูกผสมเพศผู้ตอนเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูง, น. 192-203. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ประจำปี พ.ศ. 2552. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วิโรจน์ ฤทธิ์ฤชัย วิทยา สุมาลย์ สุมน โพธิ์จันทร์ และวิศุทธิ์ เอื้อกึ่งเพชร. 2557. ผลของการใช้ปลายข้าวหมักต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพซากในการขุนโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้ตอน, น. 37-53. ใน รายงานผลงานวิจัย สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี 2557. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุทิดา เข้มพะกา วิทวัช โมฬี สุรินทร์ บุญอนันตสนาร และเฉลิมชัย หอมตา. 2555. การปรับปรุงคุณภาพของกากมันสำปะหลังเพื่อเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกใหม่สำหรับไก่เนื้อ. สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยสุรนารี.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2550. สถิติการเกษตรของประเทศไทย. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. 2559. การรวบรวมและจัดทำข้อมูลด้านคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

AOAC. 1998. Official methods of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.

- Calles E, J.A., C.T. Gaskins, J.R. Busboom, S.K. Duckett, J.D. Cronrath, J.J. Reeves, and R.W. Wright Jr., 2000. Differences among Wagyu sires for USDA carcass traits and palatability attribute of cooked rib eye steaks. *J. Anim. Sci.* 2000. 78:1710-1715.
- Kearl, L.C. 1982. Nutrient Requirement of Ruminants in Developing Countries. International Feed Stuffs Institute. Utah Agriculture Experiment Station. Utah State University. Logan, Utah USA.
- NRC. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle. University of Nebraska – Lincoln. Available source: <http://digitalcommons.unl.edu/extensionhist>, February 27, 2000.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie, 1980. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach 2nd edition. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson, 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.

การศึกษาระดับโปรตีนและพลังงานในการขุนโคลูกผสมแอ่งกัส
(1.2) ผลของระดับโปรตีนและพลังงานในสูตรอาหารผสมเสร็จที่มีต่อสมรรถนะ
การเจริญเติบโตของโคลูกผสมแอ่งกัสเพศผู้ตอนช่วงขุนระยะต้น

วิชัย อาระหัง^{1/} วิทยา สุมาลย์^{2/} ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา^{3/} ณชัย ศรารพันธ์^{4/}

บทคัดย่อ

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของระดับโปรตีนและพลังงานในสูตรอาหารผสมเสร็จของโคลูกผสมแอ่งกัสช่วงขุนระยะต้นที่มีต่อสมรรถนะการให้ผลผลิตด้านการเจริญเติบโต โดยใช้โคลูกผสมแอ่งกัสสายเลือด 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ตอน อายุประมาณ 1 ปี น้ำหนักเฉลี่ย 359.9 กิโลกรัม จำนวน 24 ตัว วางแผนการทดลองแบบ 3x2 factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยมีปัจจัยที่ 1 คือ ระดับโปรตีนหยาบในอาหาร 3 ระดับ (10 12 และ 14 เปอร์เซ็นต์) และปัจจัยที่ 2 คือ ระดับพลังงาน (โภชนะที่ย่อยได้รวม, TDN) ในอาหาร 2 ระดับ (70 และ 75 เปอร์เซ็นต์) แบ่งโคทดลองออกเป็น 4 ซ้ำ ตามขนาดและน้ำหนักตัว ระยะเวลาทดลอง 180 วัน ดำเนินการทดลองที่สถานีพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2557 ถึงเดือนมกราคม 2558

ผลการทดลอง พบว่า ระดับโปรตีนหยาบและระดับโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ต่างกันในการขุน รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างระดับโปรตีนหยาบและระดับโภชนะที่ย่อยได้รวมในอาหารสำหรับการขุนระยะต้นของโคลูกผสมแอ่งกัสเพศผู้ตอน ไม่มีผลต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและต้นทุนการผลิต ($p>0.05$) โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง โคมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 480.9 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.672 กิโลกรัมต่อวัน โคกินอาหารได้เฉลี่ย 10.01 กิโลกรัมต่อวัน มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเฉลี่ย 15.66 คิดเป็นต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม 103.82 บาท ยกเว้นในส่วนของปัจจัยด้านระดับโปรตีนหยาบมีผลทำให้โคกลุ่มที่ขุนด้วยอาหารที่มีโปรตีนหยาบ 14 เปอร์เซ็นต์ ได้รับปริมาณโปรตีนหยาบมากกว่าโคกลุ่มที่ขุนด้วยอาหารที่มีโปรตีนหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนโคกลุ่มที่ขุนด้วยอาหารที่มีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ ได้รับปริมาณโปรตีนหยาบไม่ต่างกัน (1.35 1.19 และ 1.11 กิโลกรัมต่อวัน ในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนหยาบ 14 12 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และปัจจัยด้านระดับโภชนะที่ย่อยได้รวมมีผลทำให้โคกลุ่มที่ขุนด้วยอาหารที่มีโภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ ได้รับอาหารเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวมากกว่าโคกลุ่มที่ขุนด้วยอาหารที่มีโภชนะที่ย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (2.52 และ 2.33 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ตามลำดับ) ดังนั้นสูตรอาหารที่ใช้ในการขุนโคลูกผสมแอ่งกัสเพศผู้ตอนระยะต้นจึงควรมีระดับโปรตีนหยาบ 14 เปอร์เซ็นต์ และมีระดับโภชนะที่ย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : โคลูกผสมแอ่งกัส โปรตีน พลังงาน การเจริญเติบโต ช่วงขุนระยะต้น

เลขทะเบียนวิจัย : 56(1)-(56:02)-0214-017

^{1/} ศูนย์วิจัยพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท

^{2/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอมือง จังหวัดปทุมธานี

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น

^{4/} สำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตปศุสัตว์ อำเภอมือง จังหวัดปทุมธานี

Study on protein and energy levels in fattening crossbred Angus steers

(1.2) Effects of protein and energy levels in total mixed rations on growth performance in crossbred Angus steers during backgrounding period

Wichai Arahung^{1/} Witthaya Sumamal^{2/} Taweesak Chuenpreecha^{3/} Nachai Sarataphan^{4/}

Abstract

This experiment was conducted at MahaSarakhm Animal Nutrition Development Station from May 2014 to January 2015. It was aimed to study the effects of protein and energy levels in total mixed rations on growth performance in crossbred Angus steers during backgrounding period. Twenty four crossbred Angus steers, average aged 1 year old with average initial body weight 359.9 kilogram were assigned to 3x2 factorial in Randomized complete block design with 4 replications. There were 6 treatment combinations between 2 factors which were 3 different levels of crude protein (CP) (14 12 and 10 %CP) and 2 different levels of energy (total digestible nutrients, TDN) (70 and 75 %TDN) contained in 6 TMR rations for feeding to cattle in backgrounding period for 180 days.

The results showed that, there was not significantly different effect of CP factor, TDN factor and interaction effect between factors on final weight, growth rate, feed intake, feed efficiency ratio, and feed cost per weight gain of fattening crossbred Angus steers. Those averages were 480.9 kg., 0.672 kg./day, 10.01 kg/day, 15.66 and 103.82 baht/kg., respectively. But the effects of 14 %CP in TMR diet showed significantly higher than 10 %CP in TMR diet ($p < 0.05$) on amount of CP intake of animal, but the amount of CP intake of 12 %CP in TMR diet did not differ from the others (1.35, 1.19 and 1.11 kg./day, respectively). While, the effects of 70 %TDN in TMR diet showed significantly higher than 75 %TDN in TMR diet ($p < 0.05$) on amount of feed intake in term of percentage of body weight (2.52 and 2.33 %BW, respectively). Therefore, during backgrounding period, the TMR rations for

growth production performance in crossbred Angus steers should have 14 %CP and 75 %TDN in the diets.

Keywords : Crossbred Angus steer, protein, energy, growth, backgrounding period

Registered No.: 56(1)-(56:02)-0214-017

^{1/} Chainat Animal Nutrition Research and Development Center, Sapphaya, Chainat.

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

^{3/} Ruminants Feeding Standard Research and Development Center, Muang, KhonKaen.

^{4/} Bureau of Biotechnology in Livestock Production, Muang, Pathum Thani.

บทนำ

การเลี้ยงโคขุนเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูง จำเป็นต้องเลี้ยงด้วยอาหารที่มีปริมาณโภชนะและพลังงานที่เหมาะสมต่อความต้องการของโคและการสร้างไขมันแทรกเนื้อ หรือต้องการให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตที่เหมาะสมในขณะที่โคมีอายุน้อย เพื่อให้ได้เนื้อที่มีคุณภาพเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคเนื้อโคขุน นอกจากปัจจัยด้านอาหารที่ใช้เลี้ยงแล้ว พันธุ์โคที่ใช้เลี้ยงเพื่อการผลิตต้องมีความเหมาะสมเช่นเดียวกัน กรมปศุสัตว์ได้มีโครงการสร้างโคเนื้อพันธุ์ใหม่ชื่อว่า โคพันธุ์ไทย-แบล็ค เพื่อสร้างทางเลือกให้เกษตรกร โดยผลิตพันธุ์โคเนื้อที่มีคุณภาพเนื้อสูง มีไขมันแทรกเนื้อสูง เนื้อนุ่ม ทำสตั๊กคุณภาพสูงได้ เลี้ยงง่ายภายใต้สภาพแวดล้อมของไทยและมีความสมบูรณ์พันธุ์สูง โดยนำน้ำเชื้อพ่อพันธุ์แองกัสผสมกับแม่พันธุ์พื้นเมืองแม่พันธุ์ลูกผสมบราห์มันพื้นเมือง และแม่พันธุ์โคนมได้โคพันธุ์ลูกผสมแองกัส 50 เปอร์เซนต์ จากการศึกษาสายพันธุ์โคหลายสายพันธุ์ทำให้ได้โคพันธุ์หลัก ที่มีความเหมาะสมและตรงเป้าหมายมากที่สุดคือ พันธุ์ลูกผสมแองกัส ธนาพร และคณะ (2560) ได้ศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพการขุน คุณภาพซาก และเนื้อของโคลูกผสมพื้นเมืองชาร์โรเลส์ แบล็คแองกัส และบราห์มัน อายุเริ่มต้นเข้าขุนเฉลี่ย 2 ปี น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 319-395 กิโลกรัม ขุนเป็นเวลา 8-10 เดือน เมื่อน้ำหนักเฉลี่ย 550-700 กิโลกรัม พบว่า โคลูกผสมสาย เลือด ยุโรป ไม่มีความแตกต่างในส่วนของการเจริญเติบโตไขมันแทรกและด้านการตรวจซึม แต่โคลูกผสมพื้นเมือง x แบล็คแองกัส จะมีสมรรถภาพด้านการเจริญเติบโตและมีความนุ่มของเนื้อสูงที่สุด แต่อย่างไรก็ดียังขาดข้อมูลการจัดการด้านอาหาร โดยเฉพาะความต้องการโภชนะของโคลูกผสมแองกัส ซึ่งเป็นโคลูกผสมระหว่าง โคเขตอบอุ่น และเขตร้อน ซึ่งเมื่อนำมาเลี้ยงขุนในสภาพแวดล้อมของไทยจะมีความต้องการโภชนะมากน้อยอย่างไรนั้น เป็นปัจจัยที่สำคัญมากในเรื่องของต้นทุนการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพของเนื้อที่จะได้เมื่อเสร็จสิ้นการขุน

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งในชุดโครงการวิจัยที่มีเป้าหมายเพื่อสร้างองค์ความรู้ของความต้องการระดับโปรตีนและพลังงานที่เหมาะสมในสูตรอาหารขุนโคลูกผสมแองกัส 3 ช่วง คือ 1) ช่วงหลังหย่านมถึงอายุ

1 ปี เพื่อเตรียมโคเข้าขุน 2) ช่วงการขุนระยะแรกเพื่อปรับโครงสร้างและเร่งการเจริญเติบโต และ 3) ช่วงการขุนระยะสุดท้ายเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูงที่มีไขมันแทรก ซึ่งเดิมเคยมีการศึกษาความต้องการโภชนะเพื่อการเจริญเติบโตของโคลูกผสมบราห์มัน (คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย, 2551) แต่ในปัจจุบันมีการส่งเสริมการเลี้ยงขุนโคลูกผสมแองกัสเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูง จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาความต้องการโภชนะโดยเฉพาะระดับโปรตีนและพลังงานเพื่อใช้ในการประกอบสูตรอาหารให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของโคลูกผสมแองกัส เพื่อสร้างองค์ความรู้ที่สามารถนำไปแนะนำให้เกษตรกรกลุ่มเกษตรกร หรือสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคขุนสามารถนำไปปฏิบัติให้ประสบความสำเร็จ เพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูงจากโคลูกผสมแองกัสเชิงพาณิชย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ใช้แทนค่าพลังงานในรูปของโภชนะที่ย่อยได้รวม (Total digestible nutrient, TDN) ซึ่งคำนวณจากผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารที่ใช้ในการทดลอง โดยใช้สมการของ Kearn (1982) ค่า TDN สามารถแปลงกลับเป็นค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy, ME) โดย $1 \text{ kg TDN} = 3.62 \text{ Mcal ME}$ (Kearn, 1982) ดังนั้นเพื่อเป็นการเตรียมโคให้มีความพร้อมทั้งขนาดและน้ำหนัก สำหรับเข้าโปรแกรมการขุนโคระยะสุดท้ายเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูง โครงการวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาระดับโภชนะโดยเฉพาะโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมในอาหารที่เหมาะสมของโคลูกผสมแองกัสช่วงขุนระยะต้น ซึ่งเป็นช่วงเร่งการเจริญเติบโต สร้างโครงร่างกาย และเตรียมพร้อมการสะสมไขมันในกล้ามเนื้อ ซึ่งทำให้เกษตรกรสามารถนำไปใช้ในการเลี้ยงโคขุนให้มีการเจริญเติบโตที่ดีพร้อมที่จะเข้าขบวนการขุนโคระยะสุดท้ายเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูงต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการที่สถานีพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2557 ถึงเดือนมกราคม 2558 โดยใช้โคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอน สายเลือด 50 เปอร์เซนต์ อายุประมาณ 1 ปี มีน้ำหนักเฉลี่ย 359.93 กิโลกรัม จำนวน 24 ตัว วางแผนการทดลองแบบ 3×2 factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยมีปัจจัยที่ 1 (A) คือ ระดับโปรตีนหยาบในอาหาร 3 ระดับ ($A_1=14$, $A_2=12$ และ $A_3=10$ เปอร์เซนต์) และปัจจัยที่ 2 (B) คือ ระดับโภชนะที่ย่อยได้รวมในอาหาร (TDN) 2 ระดับ ($B_1=70$ และ $B_2=75$ เปอร์เซนต์) แบ่งโคทดลองออกเป็น 4 ซ้ำๆละ 6 ตัว ตามขนาดน้ำหนักตัว โคแต่ละกลุ่มได้รับอาหารผสมเสร็จ (Total mixed ration, TMR) ที่มีระดับโปรตีนหยาบและระดับโภชนะที่ย่อยได้รวมในสูตรอาหารแตกต่างกัน

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ซึ่่น้ำหนักโคก่อนเริ่มทดลอง และชั่งครั้งต่อไปทุก 2 สัปดาห์ สุ่มโคเข้าคอกขังเดี่ยว เพื่อปรับสภาพโคให้คุ้นกับอาหาร สภาพคอก และสิ่งแวดล้อมก่อนเก็บข้อมูลประมาณ 1 เดือน และทำการฉีดวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อย โรคคอบวม และถ่ายพยาธิ ตามโปรแกรมที่กรมปศุสัตว์กำหนด ฉีดวิตามิน

AD₃E ทุก 3 เดือนในช่วงก่อนเข้าทดลองและระหว่างทดลอง โคทุกตัวเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวขนาด 1.5x3 เมตร มีที่ให้อาหาร มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา มีแร่ธาตุก้อนให้กินโดยอิสระ

การเตรียมอาหารทดลอง

การทดลองนี้คำนวณสูตรอาหารทดลองแบบผสมเสร็จ โดยใช้หญ้าแพงโกลาแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาดหลักในสูตรอาหารของโคทั้ง 6 กลุ่ม การให้อาหารแบบแยกอาหารชั้นกับอาหารหยาดตามสัดส่วนในสูตรอาหาร แบ่งให้อาหารวันละ 3 ครั้ง เช้า กลางวัน และเย็น เพื่อให้สัตว์กินได้หมดในแต่ละครั้ง และกินได้ในสัดส่วนที่กำหนด

1. ทำการหั่นหญ้าแพงโกลาแห้งให้มีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร สุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี แล้วชั่งเตรียมผสมในสูตรอาหารไว้ให้สัตว์กินในแต่ละสัปดาห์

2. ทำการสุ่มตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี และปรับสูตรให้ได้โภชนาแผนยตามที่กำหนด แล้วจึงผสมอาหารตามสูตรให้สัตว์กินและเก็บข้อมูล

การให้อาหารสัตว์ทดลอง

เริ่มขุนโคที่น้ำหนักประมาณ 300 กิโลกรัม จนถึงน้ำหนักประมาณ 500 กิโลกรัม ใช้เวลาขุนนาน 6 เดือน ให้โคแต่ละตัวกินอาหารในแต่ละวันแบบแยกอาหารชั้นกับอาหารหยาดตามที่กำหนดเพื่อให้โคเจริญเติบโตได้เฉลี่ย 750 กรัมต่อตัวต่อวัน (NRC, 1984) โดยได้รับอาหารแต่ละสูตรตามแผนการทดลอง (สูตรอาหารแสดงในตารางที่ 1)

การบันทึกข้อมูล

บันทึกปริมาณอาหารที่ให้กินและอาหารที่เหลือในแต่ละวัน บันทึกต้นทุนค่าอาหาร ชั่งน้ำหนักโคทุก 2 สัปดาห์ เพื่อปรับปริมาณการให้อาหารตามน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นวัด marbling score และไขมันแทรกในกล้ามเนื้อโดยเครื่อง Ultrasound คำนวณปริมาณการกินอาหาร อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และต้นทุนการผลิต

ตารางที่ 1 สูตรอาหารโคขุนระยะต้นที่มีระดับโปรตีนและโภชนาที่ย่อยได้รวมต่างกัน (โดยการคำนวณ)

ชนิดวัตถุดิบ	สูตรA1B1	สูตรA1B2	สูตรA2B1	สูตรA2B2	สูตรA3B1	สูตรA3B2
มันเส้น	15.25	23.50	15.40	25.45	26.90	36.15
ใบกระถินปน	13.40	0.00	13.00	0.00	10.00	0.00
รำละเอียด	11.60	16.50	18.35	20.30	11.35	11.60
กากถั่วเหลือง 44%	11.00	10.75	4.50	5.00	3.00	3.00
ยูเรีย	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00
ไคคลเซียม P16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
แร่ธาตุรวม	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

เกลือ	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
กำมะถัน	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
โซเดียมไบคาร์บอเนต	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
กากน้ำตาล	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
หญ้าแพงโกลาแห้ง	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
โปรตีนหยาบ (CP)	14.00	14.00	12.00	12.00	10.00	10.00
โภชนะที่ย่อยได้รวม (TDN)	70	75	70	75	70	75
เยื่อใย ADF	21.54	17.91	21.54	17.73	19.50	16.36
เยื่อใย NDF	33.37	31.27	33.76	31.56	32.95	31.17
ราคา (บาท/กก.)	8.96	8.98	8.16	8.23	7.80	7.78

การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

สุ่มเก็บตัวอย่างหญ้าแพงโกลาแห้ง วัตถุดิบที่ใช้ประกอบสูตรอาหาร อาหารที่ให้และอาหารที่เหลือ เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีนำมาอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดผ่านตะแกรงที่มีรูขนาด 1 มิลลิเมตร นำตัวอย่างที่เตรียมแล้วมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract, EE) และเถ้า (Ash) โดยวิธี Proximate analysis ตามวิธีของ AOAC (1998) และวิเคราะห์หาผนังเซลล์ในรูปแบบ Neutral detergent fiber (NDF) ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) และลิกนิน (Acid detergent lignin, ADL) โดยวิธีของ Van Soest *et al.* (1991)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลของโคทั้ง 6 กลุ่ม โดย Analysis of variance ของ 3x2 factorial in RCBD และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range tests. (Steel and Torrie, 1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (ตารางที่ 2) พบว่า เมื่อนำอาหารทั้ง 2 ชนิด มาผสมเป็นอาหารผสมเสร็จในอัตราส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นในปริมาณ 40 ต่อ 60 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี พบว่าโปรตีนหยาบในสูตรอาหารผสมเสร็จ A1B1 A1B2 A2B1 A2B2 A3B1 A3B2 มีค่าเฉลี่ย 13.95 13.83 12.11 12.03 10.46 และ 10.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในส่วนของโภชนะที่ย่อยได้รวมมีค่าเท่ากับ 69.29 75.20 69.58 75.61 71.36 และ 75.04

เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารผสมเสร็จ A1B1 A1B2 A2B1 A2B2 A3B1 A3B2 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับที่คำนวณไว้ (ตารางที่1) เช่นกัน ส่วนอาหารหยาบซึ่งในงานทดลองนี้ใช้หญ้าแพงโกลาแห้ง มีวัตถุดิบ 92.57 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนหยาบ 8.30 เปอร์เซ็นต์ ยอดโภชนะที่ย่อยได้รวม 53.82 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพดี (มีโปรตีนหยาบ 8.0-10.9 เปอร์เซ็นต์) (กองอาหารสัตว์, 2547) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับเฉลา และคณะ (2553) ที่รายงานว่าหญ้าแพงโกลาแห้งที่อายุตัด 30-45 วัน มีวัตถุดิบ 87.0-90.6 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนหยาบ 7.0-9.8 เปอร์เซ็นต์ และมีโภชนะที่ย่อยได้รวม 53 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (% on DM basis)

รายการ	หญ้า แห้ง	สูตรอาหารผสมเสร็จ					
		A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2
วัตถุดิบ (DM)	92.75	91.53	91.29	91.70	91.30	91.41	91.29
โปรตีนหยาบ (CP)	8.30	13.95	13.83	12.11	12.03	10.46	10.47
โภชนะที่ย่อยได้รวม (TDN)	53.82 ^{2/}	69.29 ^{1/}	75.20 ^{1/}	69.58 ^{1/}	75.61 ^{1/}	71.36 ^{1/}	75.04 ^{1/}
เยื่อใย NDF	68.26	34.48	29.43	34.23	29.07	32.71	29.56
เยื่อใย ADF	39.67	22.43	21.92	22.24	21.89	21.95	21.82

- * สมการทำนายค่า TDN อ้างอิงจาก Kearn (1982) ดังนี้

^{1/} TDN (Energy feeds, %DM) = 40.2625 + 0.1969(%CP) + 0.4228(%NFE) + 1.1903(%EE) - 0.1379(%CF)

^{2/} TDN (Dry forages and Roughages, %DM) = -17.2649 + 1.2120(%CP) + 0.8352(%NFE) + 2.4638(%EE) + 0.4475(%CF)

สมรรถนะการเจริญเติบโตและต้นทุนค่าอาหารในการขุนโคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอนช่วงระยะต้น

จากการทดลองขุนโคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอน น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 359.93 กิโลกรัม เลี้ยงขุนด้วยอาหารผสมเสร็จที่มีระดับโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมแตกต่างกัน 6 สูตร คือ สูตรที่ 1 มีโปรตีนหยาบ 14 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 2 มีโปรตีนหยาบ 14 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 3 มีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 4 มีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 5 มีโปรตีนหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 6 มีโปรตีนหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ ให้แก่โคกลุ่มที่ 1 2 3 4 5 และ 6 ตามลำดับ ทำการขุนในช่วงนี้เป็นระยะเวลา 180 วัน พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างปัจจัยด้านระดับโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ต่างกันในการทดลองทั้ง 6 สูตร ทำให้น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินได้รวม ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ได้รับ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ของโคทั้ง 6 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยโคทุกกลุ่มมีน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย 480.89 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.672 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของวิทยา และคณะ (2552) ที่ขุนโคนาน 447 วัน ที่ช่วงน้ำหนักตัว 238-565 พบว่าโคมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.738 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน และรายงานของศุภชัย และคณะ (2557) ที่ใช้เวลาขุนนาน 252 วัน มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.735 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโต

สูงกว่าการทดลองนี้ สำหรับปริมาณการกินอาหารได้รวมของการทดลองนี้เฉลี่ย 10.01 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน คิดเป็น 2.42 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว โดยโคทดลองกินอาหารหยาบได้เฉลี่ย 3.94 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อตัวต่อวัน กินอาหารข้นได้เฉลี่ย 6.06 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อตัวต่อวัน คิดเป็นสัดส่วนการกินได้ระหว่างอาหารหยาบและอาหารข้น 40 ต่อ 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งโคได้รับโปรตีนหยาบเฉลี่ย 1.214 กิโลกรัมต่อวัน และโภชนะที่ย่อยได้รวมเฉลี่ย 7.28 กิโลกรัมต่อวัน (ตารางที่ 3) ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองของวิทยา และคณะ (2562) ที่ศึกษาสมรรถนะการให้ผลผลิตและต้นทุนค่าอาหารในการขุนโคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอนช่วงระยะสุดท้าย เลี้ยงขุนด้วยอาหารผสมเสร็จที่มีระดับโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมแตกต่างกัน ที่โคการกินอาหารได้เฉลี่ย 10.48 กิโลกรัมต่อวัน มีปริมาณโปรตีนหยาบที่ได้รับเฉลี่ย 1.24 กิโลกรัมต่อวัน และปริมาณโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ได้รับ 7.75 กิโลกรัมต่อวัน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการโภชนะเพื่อการเจริญเติบโต 0.75 กิโลกรัมต่อวันของโคขุนที่รายงานโดย NRC (1984) ว่าโคขุนช่วงน้ำหนัก 350 ถึง 500 กิโลกรัม ควรได้รับอาหาร 8-11 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองนี้ เมื่อคิดเป็นปริมาณโปรตีนหยาบที่ควรได้รับเท่ากับ 0.769-0.926 กิโลกรัมต่อวัน และปริมาณโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ควรได้รับเท่ากับ 4.83-6.72 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งในการทดลองนี้โคทั้ง 6 กลุ่มได้รับโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมสูงกว่าระดับที่แนะนำโดย NRC (1984) สำหรับโคขุนน้ำหนัก 350-500 กิโลกรัม เพื่อการเจริญเติบโต วันละ 0.75 กิโลกรัม

เมื่อพิจารณาปัจจัยระดับโปรตีนหยาบที่ต่างกัน 3 ระดับ พบว่า มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนหยาบที่โคได้รับอาหารทดลองที่มีระดับโปรตีนหยาบ 14 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) กับโคที่ได้รับอาหารผสมเสร็จที่มีระดับโปรตีนหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่โคทั้งสองกลุ่มนี้ได้รับปริมาณโปรตีนหยาบไม่แตกต่างทางสถิติกับโคที่ได้รับอาหารผสมเสร็จที่มีระดับโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ โดยโคกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนหยาบระดับ 14 12 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ได้รับปริมาณโปรตีนหยาบเท่ากับ 1.35 1.19 และ 1.11 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ส่วนปัจจัยระดับโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ต่างกัน 2 ระดับ พบว่า มีผลทำให้โคกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโภชนะที่ย่อยได้รวมระดับ 70 เปอร์เซ็นต์ ได้รับปริมาณอาหารเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวมากกว่าโคกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโภชนะที่ย่อยได้รวมระดับ 75 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เท่ากับ 2.52 และ 2.33 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งจะเห็นได้ว่าถึงแม้ว่าโคจะได้รับโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมในปริมาณที่ต่างกัน แต่โคทั้ง 6 กลุ่มกลับมีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3) ทั้งนี้เนื่องจากโคทุกกลุ่มได้รับโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมมากเกินความต้องการสำหรับการเจริญเติบโตตามที่กำหนดไว้ตามแผนการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับที่ Kearn (1982) แนะนำว่าโคเพศผู้ตอนน้ำหนัก 350-500 กิโลกรัม ควรได้รับโปรตีนหยาบวันละ 806-938 กรัม และโภชนะที่ย่อยได้รวมวันละ 4.8-6.4 กิโลกรัม ซึ่งโคจะใช้ประโยชน์จากโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมเท่าที่สัตว์ต้องการใช้ในการเจริญเติบโต ส่วนเกินจะถูกขับออกทางอุจจาระและปัสสาวะ

สำหรับประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารและมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมของโคทั้ง 6 กลุ่ม พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ย 15.66 และ 103.82 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว

ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองของวิทยา และคณะ (2562) ที่มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเฉลี่ย 15.08 และมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวเฉลี่ย 100.26 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว

ตารางที่ 3 สมรรถนะการเจริญเติบโตและต้นทุนค่าอาหารของโคในช่วงการขุนระยะต้น

รายการ	ระดับโปรตีน (%)			ระดับโภชนะที่น้อยได้รวม (%)		Grand Mean	CV, %	P-value		
	14	12	10	70	75			CP	TDN	CPxTDN
จำนวนสัตว์ทดลอง (ตัว)	8	8	8	12	12	-	-	-	-	-
ระยะเวลาทดลอง (วัน)	180	180	180	180	180	180	-	-	-	-
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	358.73	354.69	366.12	362.00	357.69	359.93	10.13	ns	ns	ns
น้ำหนักสิ้นสุด (กก.)	474.20	469.97	499.45	482.32	480.08	480.89	9.47	ns	ns	ns
น้ำหนักเพิ่ม (กก.)	115.47	115.28	133.33	120.32	122.40	120.95	19.39	ns	ns	ns
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน)	0.641	0.640	0.741	0.669	0.680	0.672	19.38	ns	ns	ns
ปริมาณอาหารที่กิน (กก./วัน)	9.65	9.86	10.63	10.47	9.62	10.01	13.16	ns	ns	ns
ปริมาณอาหารหยาบที่กิน (กก./วัน)	3.80	3.90	4.17	4.11	3.80	3.94	12.74	ns	ns	ns
ปริมาณอาหารชั้นที่กิน (กก./วัน)	5.85	5.95	6.45	6.35	5.82	6.06	13.50	ns	ns	ns
ปริมาณอาหารที่กิน (% นน.ตัว)	2.34	2.41	2.52	2.52 ^a	2.33 ^b	2.42	9.55	ns	*	ns
ปริมาณโปรตีนหยาบที่ได้รับ (กก./วัน)	1.35 ^a	1.19 ^{ab}	1.11 ^b	1.27	1.16	1213.99	14.41	*	ns	ns
โภชนะที่น้อยได้รวมที่ได้รับ (กก./วัน)	6.97	7.17	7.79	7.36	7.25	7.28	13.22	ns	ns	ns
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร	15.62	16.22	15.08	16.41	14.87	15.66	17.31	ns	ns	ns
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/กก.นน.ตัว)	109.04	107.45	94.60	107.86	99.53	103.82	17.02	ns	ns	ns

ตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพซากด้วยเครื่องอัลตราซาวด์

รายการ	ระดับโปรตีน (%)			ระดับไขมันที่ย่อยได้รวม (%)		Grand	CV	P-value		
จำนวนสัตว์ทดลอง, ตัว	8	8	8	12	12	-	-	-	-	-
ระยะเวลาทดลอง, วัน	180	180	180	180	180	180	-	-	-	-
ไขมันแทรกเนื้อ, %	5.12	4.91	5.0	4.83	5.19	5.02	24.38	ns	ns	ns
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน, ตารางนิ้ว	14.34	13.73	13.33	13.58	14.02	13.86	11.14	ns	ns	ns
ความหนาไขมันซี่โครง, นิ้ว	0.45	0.54	0.52	0.53	0.48	0.50	14.79	ns	ns	0.0067
ความหนาของไขมันที่สะโพก, นิ้ว	0.47	0.49	0.5	0.47	0.5	0.49	35.64	ns	ns	ns

ตารางที่ 5 ความหนาของไขมันซี่โครง

รายการ	ระดับโปรตีน (%)			
		14	12	10
ระดับไขมันที่ย่อยได้รวม (%)	70	0.42 ^b	0.65 ^a	0.52 ^{ab}
	75	0.47 ^b	0.43 ^b	0.53 ^{ab}
ค่าเฉลี่ย		0.44	0.54	0.52

การประเมินคุณภาพซาก

จากการทดลองทำการคุณภาพซากโคด้วยเครื่อง Ultrasound พบว่าระดับโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ต่างกันให้อาหารโคขุน ไม่มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ไขมันแทรกเนื้อ พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และความหนาของไขมันที่สะโพกของโคแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าเฉลี่ย 5.02 เปอร์เซ็นต์ 13.86 ตารางนิ้ว และ 0.49 นิ้ว ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ยกเว้นความหนาของไขมันซี่โครงของโคกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่าโคกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนหยาบ 14 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ โคกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนหยาบ 14 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ และโคกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) มีค่าเท่ากับ 0.42 0.47 0.65 0.43 0.52 และ 0.53 นิ้ว ในโคกลุ่มที่ 1 2 3 4 5 และ 6 ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองขุนโคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอนในช่วงการขุนระยะต้น จำนวน 6 กลุ่ม โดยให้โคแต่ละกลุ่มได้รับอาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีนหยาบแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 14 12 และ 10 เปอร์เซ็นต์ และมีโภชนะที่ย่อยได้รวม (TDN) แตกต่างกัน 2 ระดับ คือ 70 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะเวลาในการขุนนาน 180 วัน พอสรุปได้ดังนี้

1. ระดับโปรตีนและพลังงานที่แตกต่างกันในสูตรอาหารขุนโคไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต (0.672 กิโลกรัมต่อวัน) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (15.66) และปริมาณการกินอาหารได้รวมของโค (10.01 กิโลกรัมต่อวัน) แต่ปริมาณอาหารที่โคกินได้เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว พบว่า โคที่กินอาหารพลังงานต่ำ กินอาหารได้มากกว่า (2.52 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว) โคที่กินอาหารที่มีพลังงานสูง (2.33 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว)
2. ระดับโปรตีนและพลังงานที่แตกต่างกันในสูตรอาหารขุนโคไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันแทรกเนื้อ (5.02 เปอร์เซ็นต์) พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (13.86 ตารางนิ้ว) และความหนาของไขมันที่สะโพก (0.49 นิ้ว)
3. ระดับโปรตีนและพลังงานที่แตกต่างกันในสูตรอาหารขุนโคไม่มีผลต่อต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวของโค (103.82 บาทต่อกิโลกรัม)

ข้อเสนอแนะ

สูตรอาหารที่เหมาะสมที่จะใช้ในการขุนโคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอนช่วงขุนระยะต้น ควรมีระดับโปรตีนหยาบ 14 เปอร์เซ็นต์ และระดับโภชนะที่ย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ เพราะประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารและต้นทุนการค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ของโคที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ต่างกันทั้ง 6 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นการให้อาหารที่มีโปรตีนและโภชนะที่ย่อยได้รวม

ระดับสูงในสูตรอาหารจะปลอดภัยกว่า เมื่อมีปัจจัยภายนอกมากระทบกับตัวสัตว์ เช่น อากาศร้อนทำให้สัตว์กินได้ลดลง แต่สัตว์ยังคงได้รับโภชนาที่สูงกว่า ซึ่งทำให้มีผลกระทบต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตน้อยกว่า การให้อาหารที่มีโปรตีนหยาบและโภชนาที่น้อยได้รวมที่ต่ำกว่า เกษตรกรสามารถนำไปใช้ในการเลี้ยงโคขุนให้มีการเจริญเติบโตที่ดี มีการสร้างโครงร่างกาย และเตรียมพร้อมการสะสมไขมันในกล้ามเนื้อ พร้อมทั้งจะเข้าขบวนการขุนโคระยะสุดท้ายเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูงต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2547. มาตรฐานฟีดอาหารสัตว์แห่งชาติ. เอกสารคำแนะนำ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- คณะกรรมการจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย, 2551. ความต้องการโภชนาของโคเนื้อในประเทศไทย. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.
- ฉลวย พัทธสินสุข จริญญา บุญจรัสชะ และจิรพัฒน์ วงศ์พิพัฒน์. 2553. การรวบรวมและจัดทำข้อมูลด้านคุณค่าทางโภชนาของฟีดอาหารสัตว์. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- ธนาพร บุญมี นิราภรณ์ ชัยวัง ณัฐพันธ์ กันธิยะ และ สลัญชัย จตุรสีหธา. 2560. การเปรียบเทียบสมรรถภาพการขุน คุณภาพซากและเนื้อของโคลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองกับชาร์โรเลส์ แบล็คแองกัสและบราห์มัน. วารสารเกษตร 33(3): 451-462.
- วิทยา สุมามาลย์ ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา วิชัย อาระหัง และ อำพล วรวิจิตรธรรม. 2562. การศึกษาระดับโปรตีนและพลังงานในการขุนโคลูกผสมแองกัส (1.3) ผลของระดับโปรตีนและพลังงานในสูตรอาหารผสมเสร็จที่มีต่อสมรรถนะการให้ผลผลิตเนื้อคุณภาพสูงของโคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอนช่วงขุนระยะสุดท้าย. แหล่งที่มา: <http://req.dld.go.th:28080/research/index.jsp>. 10 กรกฎาคม 2562.
- วิทยา สุมามาลย์ วิโรจน์ ฤทธิ์ฤทัย กาญจนา ธรรมรัตน์ และ วิศุทธิ์ เอื้อกึ่งเพชร. 2552. ทดสอบการขุนโคลูกผสมทาจิมะเพศผู้เพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูง, น. 192-203. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2552. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- ศุภชัย อุดชาชน วรณา อ่างทอง อธิศักดิ์ ศิริบุรี และ รำไพโร นามสีลี. 2557. การศึกษาเบื้องต้นของสมรรถนะการเจริญเติบโตและลักษณะซากของโคเนื้อภูพานลูกผสมพื้นเมือง. แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 1: 204-209.
- AOAC. 1998. Official methods of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.

- Kearl, L.C. 1982. Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries. International feedstuffs Institute. Utah Agricultural Experiment Station. Utah State University. Logan, Utah. U.S.A.
- NRC. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle. University of Nebraska – Lincoln. Available source: <http://digitalcommons.unl.edu/extensionhist>, February 27, 2000.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie, 1980. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach 2nd edition. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson, 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.

การศึกษาระดับโปรตีนและพลังงานในการขุนโคลูกผสมแองกัส
(1.3) ผลของระดับโปรตีนและพลังงานในสูตรอาหารผสมเสร็จที่มีต่อสมรรถนะ
การให้ผลผลิตเนื้อคุณภาพสูงของโคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอนช่วงขุนระยะสุดท้าย

วิทยา สุมาลย์^{1/} ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา^{2/} วิชัย อาระหงษ์^{3/} อำพล วรวิจิตรธรรม^{4/}

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับโปรตีนและพลังงานที่เหมาะสมในอาหารของโคลูกผสมแองกัสช่วงขุนระยะสุดท้ายที่มีต่อสมรรถนะการให้ผลผลิตเนื้อคุณภาพสูง คุณภาพซาก และต้นทุนการผลิต โดยใช้โคลูกผสมแองกัสสายเลือด 50 เปอร์เซ็นต์ เพศผู้ตอน อายุเฉลี่ย 21 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 511.9 กิโลกรัม จำนวน 20 ตัว วางแผนการทดลองแบบ 2x2 factorial in Randomized Complete Block Design โดยมีปัจจัยที่ 1 คือ ระดับโปรตีนหยาบในอาหาร 2 ระดับ (12 และ 10 เปอร์เซ็นต์) และปัจจัยที่ 2 คือ ระดับโภชนะที่ย่อยได้รวมในอาหาร 2 ระดับ (70 และ 75 เปอร์เซ็นต์) รวม 4 Treatment combination มี 5 ซ้ำ แบ่งตามขนาดและน้ำหนักตัวระยะเวลาทดลอง 180 วัน ดำเนินการทดลองที่สถานีพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2557 ถึงเดือนธันวาคม 2558

ผลการทดลอง พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างระดับโปรตีนและระดับโภชนะที่ย่อยได้รวมต่อการขุนระยะสุดท้ายของโคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอนทั้ง 4 กลุ่ม ในด้านสมรรถนะการให้ผลผลิต คุณภาพซาก และต้นทุนการผลิต ($p>0.05$) โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง โคมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 646.74 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.749 กิโลกรัมต่อวัน โคกินอาหารได้เฉลี่ย 10.48 กิโลกรัมต่อวัน มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเฉลี่ย 15.08 คิดเป็นต้นทุนค่าอาหารวันละ 70.01 บาทต่อตัว หรือ 100.26 บาทต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เมื่อนำโคไปศึกษาซากพบว่า โคมีเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนเฉลี่ย 57.39 เปอร์เซ็นต์ มีกรดไขมันแทรกเนื้อเฉลี่ย 3.21 สามารถขายซากได้เฉลี่ยตัวละ 76,762.85 บาท ได้ผลตอบแทนเฉลี่ยตัวละ 30,888.16 บาท หรือเดือนละ 5,148.03 บาทต่อตัว

สำหรับปัจจัยด้านระดับโปรตีน พบว่า มีผลต่อโคกลุ่มที่ขุนด้วยอาหารที่มีโปรตีน 12 เปอร์เซ็นต์ ได้รับปริมาณโปรตีนหยาบมากกว่าโคกลุ่มที่ขุนด้วยอาหารที่มีโปรตีน 10 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (1.33 และ 1.14 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) ทำให้มีเปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (58.11 และ 56.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และทำให้ได้รับผลตอบแทนสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (33,909.13 และ 27,867.19 บาทต่อตัว หรือ 5,651.52 และ 4,644.53 บาทต่อเดือน ตามลำดับ) ส่วนปัจจัยด้านระดับโภชนะที่ย่อยได้รวม พบว่า มีผลต่อโคกลุ่มที่ขุนด้วยอาหารที่มีโภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีต้นทุนค่าอาหารที่กินต่อวันถูกกว่าโคกลุ่มที่ขุนด้วยอาหารที่มีโภชนะที่ย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (65.42 และ 74.60 บาทต่อวัน ตามลำดับ) และเมื่อคิดเป็นต้นทุนค่าอาหารตลอดการทดลองถูกกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เช่นกัน (11,775.08 และ 13,427.70 บาทต่อตัว ตามลำดับ) ดังนั้นสูตรอาหารที่ใช้ในการขุนโคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอนระยะสุดท้ายจึงควรมีระดับโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ และมีระดับโภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: โคลูกผสมแองกัส โปรตีน พลังงาน คุณภาพเนื้อ ไขมันแทรกเนื้อ ช่วงขุนระยะสุดท้าย

เลขทะเบียนวิจัย: 56(1)-(56:03)-0214-017

^{1/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อำเภอมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท

^{4/} กองผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ เขตราชเทวี กรุงเทพฯ

Study on protein and energy levels in fattening crossbred Angus steers

(1.3) Effects of protein and energy levels in total mixed rations on high quality meat production performance in crossbred Angus steers during finishing period

Witthaya Sumamal^{1/} Taweesak Chuenpreecha^{2/} Wichai Arahang^{3/} Amphon Waritthitham^{4/}

Abstract

This experiment was conducted at MahaSarakhm Animal Nutrition Development Station during August 2014 to December 2015. There was aimed to study the effects of protein and energy levels in total mixed rations on high quality meat production performance in crossbred Angus steers during finishing period. Twenty crossbred Angus steers, average aged 21 months old with average initial body weight 511.9 kilogram were assigned to 2x2 factorial in Randomized complete block design with 5 replications. There were 4 treatments combination between 2 factors which were 2 different levels of crude protein (12 and 10 %CP) and 2 different levels of total digestible nutrients (70 and 75 %TDN) contained in 4 TMR rations for feeding to cattle in last fattening period for 180 days.

The results showed that, there was not significantly different of interaction effect between both factors on final weight, growth rate, feed intake, feed efficiency ratio, feed cost per day, feed cost per weight gain, warm carcass percentage, marbling score, total income and economic returns of fattening crossbred Angus steers. Those averages were 646.7 kg., 0.749 kg./day, 10.48 kg/day, 15.08, 70.01 baht/day, 100.26 baht/kg., 57.39 %, 3.21, 76,762.85 baht/head, 30,888.16 baht/head or 5,148.03 baht/month, respectively. The effects of 12 %CP in TMR diet showed high significantly different than 10 %CP in TMR diet ($p < 0.05$) on amount of CP intake (1.33 and 1.14 kg./day, respectively), carcass percentage (58.11 and 56.67 %, respectively) and economic returns (33,909.13 and 27,867.19 baht/head or 5,651 and 4,644.52 baht per month, respectively). While, the effects of 70 %TDN in TMR diet showed high significantly different than 75 %TDN in TMR diet ($p < 0.05$) on feed cost per day (65.42 and 74.60 baht/day, respectively) and total feed cost in last fattening period (11,775.08 and 13,427.70 baht/head, respectively). So that

during finishing period, the TMR ratios for high quality meat production performance in crossbred Angus steers should have 12 %CP and 70 %TDN in the diets.

Keywords: Crossbred Angus steer, protein, energy, meat quality, marbling, finishing period

Registered No.: 56(1)-(56:03)-0214-017

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

^{2/} Ruminants Feeding Standard Research and Development Center, Muang, KhonKaen.

^{3/} ChaiNat Animal Nutrition Research and Development Center, Sapphaya, ChaiNat.

^{4/} Livestock Products Division, Department of Livestock Development, Ratchathewi, Bangkok.

คำนำ

กรมปศุสัตว์ โดยสำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตปศุสัตว์ ได้มีโครงการสร้างโคเนื้อพันธุ์ใหม่ ซึ่งมีคุณภาพเนื้อแตกต่างไปจากโคเนื้อที่มีอยู่ในปัจจุบัน และให้ผลการตอบแทนในการเลี้ยงที่ดีกว่า โคพันธุ์ดังกล่าวชื่อว่า โคพันธุ์ไทย-แบล็ค เกิดจากแนวความคิดที่ต้องการสร้างทางเลือกให้เกษตรกร โดยผลิตพันธุ์โคเนื้อที่มีคุณภาพเนื้อสูง มีไขมันแทรกเนื้อสูงเนื้อนุ่ม ทำสตั๊กคุณภาพสูงได้ เลี้ยงง่ายภายใต้สภาพแวดล้อมของไทยและมีความสมบูรณ์พันธุ์สูง จากการศึกษาสายพันธุ์โคหลายสายพันธุ์ โดยนำน้ำเชื้อพ่อพันธุ์แองกัสผสมกับแม่พันธุ์พื้นเมือง แม่พันธุ์ลูกผสมบราห์มันพื้นเมือง และแม่พันธุ์โคนม ได้โคพันธุ์ลูกผสมแองกัส 50 เปอร์เซนต์ จากการศึกษาจากเบื้องต้น เมื่อโคอายุครบ 24 เดือน น้ำหนักประมาณ 700 กิโลกรัม ปรากฏว่าเนื้อที่ได้มีคุณภาพดีมาก เนื้อนุ่ม มีไขมันแทรก รสชาติดี แต่ยังขาดข้อมูลการจัดการด้านอาหาร โดยเฉพาะความต้องการโภชนะของโคลูกผสมแองกัสเพื่อการเจริญเติบโตและการผลิตเนื้อคุณภาพสูง ประกอบกับโคลูกผสมแองกัสเป็นโคลูกผสมระหว่างโคเขตอบอุ่นและเขตร้อน เมื่อนำมาเลี้ยงขุนในสภาพแวดล้อมของไทยจึงมีความต้องการโภชนะที่แตกต่างไปจากโคเขตอบอุ่น ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญมากที่จะส่งผลถึงต้นทุนการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพของเนื้อที่จะได้เมื่อเสร็จสิ้นการขุน

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งในชุดโครงการวิจัยที่มีเป้าหมายเพื่อสร้างองค์ความรู้ของความต้องระดับโปรตีนและพลังงานที่เหมาะสมในสูตรอาหารขุนโคลูกผสมแองกัส 3 ช่วง คือ 1) ช่วงหลังหย่านมถึงอายุ 1 ปี เพื่อเตรียมโคเข้าขุน 2) ช่วงการขุนระยะแรกเพื่อปรับโครงสร้างและเร่งการเจริญเติบโต และ 3) ช่วงการขุนระยะสุดท้ายเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูงที่มีไขมันแทรก ซึ่งเดิมเคยมีการศึกษาความต้องการโภชนะเพื่อการเจริญเติบโตของโคลูกผสมบราห์มัน (คณะทำงานจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย, 2551) แต่ในปัจจุบันมีการส่งเสริมการเลี้ยงขุนโคลูกผสมแองกัสเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูง จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาความต้องการโภชนะโดยเฉพาะระดับโปรตีนและพลังงานเพื่อใช้ในการประกอบสูตรอาหารให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของโคลูกผสมแองกัส และนำไปแนะนำให้เกษตรกร กลุ่มเกษตรกร หรือสหกรณ์ผู้เลี้ยงโคขุนสามารถนำไปปฏิบัติได้ในการผลิตเนื้อคุณภาพสูงจากโคลูกผสมแองกัสเชิงพาณิชย์

อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาเพื่อหาระดับโปรตีนและพลังงานในอาหารที่เหมาะสมของโคลูกผสมแองกัสช่วงขุนระยะสุดท้ายที่มีต่อสมรรถนะการให้ผลผลิตเนื้อคุณภาพสูงใช้เป็นข้อมูลให้เกษตรกรสามารถนำไปใช้หรือปรับใช้ในการขุนโคลูกผสมแองกัสเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูงต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการที่สถานีพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2557 ถึงเดือนธันวาคม 2558 โดยใช้โคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอน อายุเฉลี่ย 21 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 511.9 กิโลกรัม จำนวน 20 ตัว วางแผนการทดลอง 2x2 factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยมีปัจจัยที่ 1 (A) คือ ระดับโปรตีนหยาบในอาหาร 2 ระดับ (12 และ 10 เปอร์เซ็นต์) และปัจจัยที่ 2 (B) คือ ระดับโภชนะที่ย่อยได้รวมในอาหาร 2 ระดับ (70 และ 75 เปอร์เซ็นต์) รวม 4 Treatment combination แบ่งโคทดลองออกเป็น 4 กลุ่มๆละ 5 ตัว ตามขนาดและน้ำหนักตัว โคแต่ละกลุ่มได้รับอาหารผสมเสร็จที่มีระดับโปรตีนและโภชนะที่ย่อยได้รวมในสูตรอาหารแตกต่างกันดังนี้

A1B1 โคได้รับอาหารผสมเสร็จมีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ และโภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์

A1B2 โคได้รับอาหารผสมเสร็จมีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ และโภชนะที่ย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์

A2B1 โคได้รับอาหารผสมเสร็จมีโปรตีนหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ และโภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์

A2B2 โคได้รับอาหารผสมเสร็จมีโปรตีนหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ และโภชนะที่ย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ชั่งน้ำหนักโคก่อนเริ่มทดลอง และชั่งครั้งต่อไปทุก 2 สัปดาห์ สุ่มโคเข้าคอกขังเดี่ยว เพื่อปรับสภาพโคให้คุ้นกับอาหาร สภาพคอก และสิ่งแวดล้อมก่อนเก็บข้อมูลประมาณ 1 เดือน และทำการฉีดวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อย โรคคอบวม และถ่ายพยาธิ ตามโปรแกรมที่กรมปศุสัตว์กำหนด ฉีดวิตามิน AD₃E ทุก 3 เดือนในช่วงก่อนเข้าทดลองและระหว่างทดลอง โคทุกตัวเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวขนาด 1.5x3 เมตร มีที่ให้อาหาร มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา มีแร่ธาตุก้อนให้กินโดยอิสระ

การเตรียมอาหาร

การทดลองนี้คำนวณสูตรอาหารทดลองแบบผสมเสร็จ โดยใช้ฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบหลักในสูตรอาหารของโคทั้ง 4 กลุ่ม การให้อาหารแบบแยกอาหารชั้นกับอาหารหยาบตามสัดส่วนในสูตรอาหาร แบ่งให้อาหารวันละ 3 ครั้ง เข้า กลางวัน และเย็น เพื่อให้สัตว์กินได้หมดในแต่ละครั้ง และกินได้ในสัดส่วนที่กำหนด

1. ทำการหั่นฟางข้าวให้มีขนาดประมาณ 1-2 เซนติเมตร สุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี แล้วชั่งเตรียมผสมในสูตรอาหารไว้ให้สัตว์กินในแต่ละสัปดาห์

2. ทำการสุมตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี และปรับสูตรให้ได้โภชนะแม่นยำตามที่กำหนด แล้วจึงผสมอาหารตามสูตรให้สัตว์กินและเก็บข้อมูล

การให้อาหารสัตว์ทดลอง

เริ่มขุนโคที่น้ำหนักประมาณ 500 กิโลกรัม จนถึงน้ำหนักประมาณ 650 กิโลกรัม ใช้เวลาขุนนาน 6 เดือน ให้โคแต่ละตัวกินอาหารในแต่ละวันแบบแยกอาหารชั้นกับอาหารหยาบตามที่กำหนดเพื่อให้โคเจริญเติบโตได้เฉลี่ย 750 กรัมต่อตัวต่อวัน (NRC, 1984) โดยได้รับอาหารแต่ละสูตรตามแผนการทดลอง (สูตรอาหารแสดงในตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สูตรอาหารโคช่วงขุนระยะสุดท้ายที่มีโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมแตกต่างกัน (โดยการคำนวณ)

ชนิดวัตถุดิบ	สูตร A1B1	สูตร A1B2	สูตร A2B1	สูตร A2B2
มันเส้น	39.99	39.83	44.17	38.48
รำละเอียด	10.00	25.00	10.00	25.00
กากถั่วเหลือง 44%	10.26	8.12	6.21	8.47
ยูเรีย	1.50	1.25	1.37	0.50
ไดแคลเซียมฟอสเฟต P16	1.00	1.00	1.00	1.00
แร่ธาตุรวม	0.50	0.50	0.50	0.50
เกลือ	0.50	0.50	0.50	0.50
กำมะถัน	0.25	0.25	0.25	0.25
โซเดียมไบคาร์บอเนต	1.00	1.00	1.00	1.00
กากน้ำตาล	5.00	5.00	5.00	5.00

ฟางข้าว	30.00	17.55	30.00	19.30
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00
CP, %DM	12.01	12.01	10.01	10.01
TDN, %DM	70.0	75.0	70.0	75.0
เยื่อใย ADF, %DM	21.60	17.24	21.14	18.17
เยื่อใย NDF, %DM	42.70	36.47	42.81	37.67
ราคา (บาท/กก.)	6.48	7.13	6.07	7.03

การบันทึกข้อมูล

บันทึกปริมาณอาหารที่ให้กินและอาหารที่เหลือในแต่ละวัน บันทึกต้นทุนค่าอาหาร ซึ่งน้ำหนักโคทุก 2 สัปดาห์ เพื่อปรับปริมาณการให้อาหารตามน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น คำนวณปริมาณการกินอาหาร อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และต้นทุนการผลิต

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของโคขุนทั้ง 4 กลุ่ม ตามวิธีการของจุฬารัตน์และญานิน (2548) โดยแบ่งเกรดซากโคขุนเป็น เกรดคุณภาพ (Quality grade) เน้นคุณภาพเนื้อด้านไขมันแทรก กำหนดระดับไขมันแทรก 5 ระดับ ตาม มกอช. 6001-2547

การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

สุ่มเก็บตัวอย่างฟางข้าว วัตถุดิบที่ใช้ประกอบสูตรอาหาร อาหารที่ให้และอาหารที่เหลือ เพื่อวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี นำมาอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดผ่านตะแกรงที่มีรูขนาด 1 มิลลิเมตร นำตัวอย่างที่เตรียมแล้วมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract, EE) และเถ้า (Ash) โดยวิธี Proximate analysis ตามวิธีของ AOAC (1998) และวิเคราะห์หาผนังเซลล์ในรูป Neutral detergent fiber (NDF) ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) และลิกนิน (Acid detergent lignin, ADL) โดยวิธีของ Van Soest *et al.* (1991)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลของโคทั้ง 4 กลุ่ม โดย Analysis of variance ของ 2x2 factorial in RCBD และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range tests. (Steel and Torrie, 1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ก่อนเริ่มดำเนินการทดลอง ทำการสุ่มตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการประกอบสูตรอาหารทดลอง พบว่า มันเส้น รำละเอียด กากถั่วเหลือง กากน้ำตาล และฟางข้าว มีโปรตีนหยาบเท่ากับ 2.35 15.84 46.21 4.50 และ 2.99 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งมันเส้น กากถั่วเหลือง และกากน้ำตาล มีค่าโปรตีนหยาบใกล้เคียงกับรายงานของสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ (2559) ที่มีค่าเท่ากับ 2.30 47.0 และ 4.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนรำละเอียดมีค่าโปรตีนหยาบสูงกว่า มีค่าเท่ากับ 13.6 เปอร์เซ็นต์ สำหรับฟางข้าวมีค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 3.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าที่ใช้ในการทดลองนี้ ในส่วนของฟางข้าวจัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพต่ำ (โปรตีนหยาบต่ำกว่า 5.0 เปอร์เซ็นต์) (กองอาหารสัตว์, 2547)

สำหรับค่าโภชนะที่ย่อยได้รวม (Total Digestible Nutrients, TDN) ของมันเส้น รำละเอียด และกากน้ำตาล ได้จากการคำนวณตามสมการ TDN ของ Energy feeds สำหรับกากถั่วเหลืองได้จากการคำนวณตามสมการ TDN ของ Protein supplements ส่วนฟางข้าวได้จากการคำนวณตามสมการ TDN ของ Dry forages and Roughages (Kearl, 1982) พบว่า มันเส้น รำละเอียด กากถั่วเหลือง กากน้ำตาล และฟางข้าว มีค่าโภชนะที่ย่อยได้รวมเท่ากับ 80.33 87.10 80.17 78.05 และ 44.06 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) ซึ่งมันเส้นและกากถั่วเหลืองมีค่าใกล้เคียงกับที่รายงานไว้โดยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ (2559) ที่ใช้สมการเดียวกันในการคำนวณค่า TDN (Kearl, 1982) มีค่าโภชนะที่ย่อยได้รวมเท่ากับ 79 และ 82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนรำละเอียดและกากน้ำตาล ที่มีค่าโภชนะที่ย่อยได้รวมเท่ากับ 81 และ 64 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าการทดลองนี้ ยกเว้นฟางข้าวที่มีค่าเท่ากับ 52 เปอร์เซ็นต์สูงกว่าการทดลองนี้ ซึ่งค่าที่ได้ของวัตถุดิบแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันตามค่าองค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างที่นำมาใช้ในการคำนวณตามสมการ

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง (% on DM basis)

รายการ	DM	CP	EE	CF	Ash	NFE	NDF	ADF	ADL	TDN*
มันเส้น	87.31	2.35	0.59	2.15	2.20	92.72	-	-	-	80.33 ¹
รำละเอียด	88.71	15.84	16.23	2.64	6.73	58.58	-	-	-	87.10 ¹
กากถั่วเหลือง	88.67	46.21	1.67	6.36	7.57	38.21	-	-	-	80.17 ²
กากน้ำตาล	73.70	4.50	0.80	0.50	9.00	85.20	-	-	-	78.05 ¹
ฟางข้าว	91.77	2.99	1.00	36.25	13.04	46.73	71.42	43.89	2.01	44.06 ³
อาหารทดลองสูตรที่ 1	85.60	12.68	2.37	12.68	6.69	65.59	27.80	15.74	1.06	71.56 ¹
อาหารทดลองสูตรที่ 2	85.19	12.97	4.64	8.42	5.91	68.05	20.21	10.76	0.98	75.96 ¹
อาหารทดลองสูตรที่ 3	85.53	10.53	2.33	12.51	6.48	68.16	28.06	15.66	1.16	72.20 ¹
อาหารทดลองสูตรที่ 4	85.18	11.01	4.66	9.05	6.14	69.15	21.62	11.08	0.94	75.96 ¹

- * สมการทำนายค่า TDN อ้างอิงจาก Kearn (1982) ดังนี้

¹ TDN (Energy feeds, %DM) = 40.2625 + 0.1969(%CP) + 0.4228(%NFE) + 1.1903(%EE) - 0.1379(%CF)

² TDN (Protein supplements, %DM) = 40.3227 + 0.5398(%CP) + 0.4448(%NFE) + 1.4218(%EE) - 0.7007(%CF)

³ TDN (Dry forages and Roughages, %DM) = -17.2649 + 1.2120(%CP) + 0.8352(%NFE) + 2.4638(%EE) + 0.4475(%CF)

ในช่วงการทดลองขุนโคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอนระยะสุดท้ายนี้ ใช้อาหารผสมเสร็จที่มีฟางข้าวเป็นอาหารหลักในสูตรอาหารทั้ง 4 สูตร มีวัตถุดิบเฉลี่ย 85.38 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีนหยาบเท่ากับ 12.68 12.97 10.53 และ 11.01 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสูตรที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับระดับโปรตีนหยาบที่กำหนดไว้ตามแผนการทดลองที่กำหนดระดับโปรตีนหยาบในอาหารทดลอง สำหรับค่าโภชนะที่ย่อยได้รวมของอาหารผสมเสร็จทั้ง 4 สูตร ที่ได้จากการคำนวณตามสมการ TDN ของ Energy feeds (Kearl, 1982) พบว่ามีค่าเท่ากับ 71.56 75.96 72.20 และ 75.96 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสูตรที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งใกล้เคียงกับที่กำหนดไว้ในสูตรอาหารทดลอง

สมรรถนะการให้ผลผลิตและต้นทุนค่าอาหารในการขุนโคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอนช่วงระยะสุดท้าย

จากการทดลองขุนโคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอนช่วงระยะสุดท้าย โดยใช้โคที่มีน้ำหนักเริ่มต้นทดลองเฉลี่ย 511.90 กิโลกรัม เลี้ยงขุนด้วยอาหารผสมเสร็จที่มีระดับโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมแตกต่างกัน 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 มีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 2 มีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 3 มีโปรตีนหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 4 มีโปรตีนหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ ให้แก่โคกลุ่มที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ สำหรับการขุนในช่วงนี้เป็นระยะเวลา 180 วัน พบว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างปัจจัยด้านระดับโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ต่างกัน ในอาหารทั้ง 4 สูตร ทำให้น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินได้ ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ได้รับ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร และต้นทุนค่าอาหารในการผลิตโคทั้ง 4 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า โคทุกกลุ่มมีน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย 646.74 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.749 กิโลกรัมต่อวัน มีการกินอาหารได้เฉลี่ย 10.48 กิโลกรัมต่อวัน มีปริมาณโปรตีนหยาบที่ได้รับเฉลี่ย 1.24 กิโลกรัมต่อวัน ปริมาณโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ได้รับ 7.75 กิโลกรัมต่อวัน มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเฉลี่ย 15.08 และมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวเฉลี่ย 100.26 บาทต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว (ตารางที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการโภชนะเพื่อการเจริญเติบโต 0.75 กิโลกรัมต่อวันของโคขุนที่รายงานโดย NRC (1984) ว่า โคขุนช่วงน้ำหนัก 500 ถึง 600 กิโลกรัม ควรได้รับอาหาร 11.06-12.70 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นปริมาณโปรตีนหยาบ 0.891-0.967 กิโลกรัมต่อวัน และโภชนะที่ย่อยได้รวม 6.88-8.51 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งในการทดลองนี้โคทั้ง 4 กลุ่มได้รับโปรตีนหยาบสูงกว่า ส่วนโภชนะที่ย่อยได้รวมอยู่ในระดับปกติที่สัตว์ต้องการ

เมื่อพิจารณาปัจจัยด้านระดับโปรตีนหยาบที่แตกต่างกันในอาหารผสมเสร็จ พบว่า มีผลทำให้โคกลุ่มที่กินอาหารที่มีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ ได้รับปริมาณโปรตีนหยาบมากกว่าโคกลุ่มที่กินอาหารที่มีโปรตีนหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (1.33 และ 1.14 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) จึงเห็นได้ว่าสัตว์ได้รับโปรตีนหยาบ เกินความต้องการเพื่อการเจริญเติบโตวันละ 0.75 กิโลกรัม (NRC, 1984) ตามที่กำหนดไว้ในแผนการทดลองนี้ และไม่มีผลทำให้โคเจริญเติบโตได้ต่างกัน ส่วนปัจจัยด้านระดับโภชนะที่ย่อยได้รวมที่แตกต่างกันในอาหารผสมเสร็จนั้น มีผลทำให้โคที่กินอาหารที่มีค่าโภชนะที่ย่อยได้รวม

70 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนต่ำกว่าโคที่กินอาหารที่มีโภชนะที่น้อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (65.42 และ 74.60 บาทต่อวัน ตามลำดับ) (ตารางที่ 3) เพราะราคาอาหารต่อกิโลกรัมถูกกว่า (ตารางที่ 1) อย่างไรก็ตาม โคทดลองสามารถกินได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกับที่แนะนำโดย NRC (1984) ดังนั้นในสูตรอาหารโคขุนระยะนี้จึงควรมีระดับโภชนะที่น้อยได้รวมประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเพียงพอต่อการเจริญเติบโตวันละ 0.75 กิโลกรัม

ตารางที่ 3 สมรรถนะการให้ผลผลิตและต้นทุนค่าอาหารของโคในช่วงการขุนระยะสุดท้าย

รายการ	CP levels in TMR (A)		TDN levels in TMR (B)		Grand Mean	CV. %	p-value		
	A1	A2	B1	B2			A	B	AxB
จำนวนสัตว์ทดลอง (ตัว)	10	10	10	10	-	-	-	-	-
ระยะเวลาทดลอง (วัน)	180	180	180	180	-	-	-	-	-
น้ำหนักเริ่มต้น (กก.)	513.15	510.65	509.63	514.16	511.90	4.10	0.7942	0.6379	0.8703
น้ำหนักสิ้นสุด (กก.)	652.55	640.93	634.82	658.66	646.74	6.16	0.5268	0.2060	0.5916
น้ำหนักเพิ่ม (กก.)	139.40	130.28	125.18	144.50	134.84	20.69	0.4788	0.1476	0.3791
อัตราการเจริญเติบโต (กก./วัน)	0.775	0.724	0.696	0.803	0.749	20.69	0.4785	0.1475	0.3790
ปริมาณอาหารที่กิน (กก./วัน)	10.38	10.59	10.43	10.54	10.48	12.14	0.7147	0.8459	0.7122
ปริมาณอาหารที่กิน (% นน.ตัว)	1.78	1.85	1.82	1.80	1.81	8.76	0.3592	0.7560	0.5391
ปริมาณโปรตีนหยาบที่ได้รับ (กก./วัน)	1.33 ^a	1.14 ^b	1.21	1.26	1.24	12.61	0.0184	0.4732	0.6287
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร	14.05	16.12	16.02	14.15	15.08	16.09	0.0806	0.1101	0.2864
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว/วัน)	70.59	69.43	65.42 ^b	74.60 ^a	70.01	11.94	0.7622	0.0302	0.4185
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/กก.นน.ตัว)	95.10	105.42	100.44	100.08	100.26	15.84	0.1720	0.9607	0.1310

- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b กำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

- A1 คือ ระดับโปรตีนหยาบในอาหาร 12 เปอร์เซ็นต์

- A2 คือ ระดับโปรตีนหยาบในอาหาร 10 เปอร์เซ็นต์

- B1 คือ ระดับโภชนะที่ย่อยได้รวมในอาหาร 70 เปอร์เซ็นต์

- B2 คือ ระดับโภชนะที่ย่อยได้รวมในอาหาร 75 เปอร์เซ็นต์

ลักษณะซาก

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ได้ทำการศึกษาลักษณะซากโคทดลองทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างปัจจัยด้านระดับโปรตีนหยาบและโภชนาการที่ย่อยได้รวมที่ต่างกันในการอาหารทั้ง 4 สูตร ที่มีผลต่อลักษณะซากโค เมื่อพิจารณาปัจจัยของระดับโปรตีนหยาบและระดับโภชนาการที่ย่อยได้รวม พบว่าไม่มีผลทำให้น้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า น้ำหนักซากอ่อนทั้งซีกซ้ายซีกขวา เกรดไขมันแทรกเนื้อของโคที่ได้รับปัจจัยต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยโคมีน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่าเฉลี่ย 631.85 กิโลกรัม หลังจากฆ่าและแล้ว ได้น้ำหนักซากอ่อนเฉลี่ย 362.90 กิโลกรัม น้ำหนักซากซีกซ้ายเฉลี่ย 182.40 กิโลกรัม น้ำหนักซากซีกขวาเฉลี่ย 180.50 กิโลกรัม และเกรดไขมันแทรกเนื้อของโค มีค่าเฉลี่ย 3.21 ยกเว้นในส่วนของการปัจจัยด้านระดับโปรตีนหยาบมีผลต่อโคที่ได้อาหารที่มีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่าโคที่ได้อาหารที่มีโปรตีนหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ (58.11 และ 56.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เนื่องจากได้รับโปรตีนหยาบมากกว่าจึงนำไปใช้ในการสร้างเนื้อได้มากกว่า ส่วนปัจจัยด้านระดับโภชนาการที่ย่อยได้รวมมีผลทำให้โคที่กินอาหารที่มีค่าโภชนาการที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์ส่วนหางน้อยกว่าโคที่กินอาหารที่มีค่าโภชนาการที่ย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ (1.49 และ 1.88 กิโลกรัม ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4) เพราะได้รับโภชนาการที่ย่อยได้น้อยกว่าจึงมีการสร้างไขมันพอกบริเวณโคนหางน้อยกว่า อย่างไรก็ตามจากการทดลองของวิจารณ์ และคณะ (2557) และการทดลองของวิทยา และคณะ (2552) ที่ขุนโคลูกผสมเทาจิมะเพศผู้ตอนช่วงการขุนระยะสุดท้ายด้วยอาหารผสมเสร็จที่มีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ โภชนาการที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการศึกษาซากได้น้ำหนักซากอ่อนเท่ากับ 295 และ 308 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าการทดลองนี้ แต่มีเกรดไขมันแทรกเนื้อเท่ากับ 4.67 และ 4.5 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าการทดลองนี้ค่อนข้างมาก ซึ่งอาจเนื่องมาจากโคลูกผสมแอ่งกัสเป็นโคพันธุ์เนื้อที่มีขนาดใหญ่ เจริญเติบโตได้ดีกว่า และสามารถกินอาหารได้มากกว่าจึงได้รับโภชนาการมากกว่า ทำให้ได้น้ำหนักซากอ่อนสูงกว่า แต่โคลูกผสมเทาจิมะเป็นสายพันธุ์โคที่มีการถ่ายทอดลักษณะการสะสมไขมันแทรกเนื้อที่ดีกว่า จึงทำให้ได้เกรดไขมันแทรกเนื้อสูงกว่าโคลูกผสมแอ่งกัส แต่จากการศึกษาซากโคขาวกิวพันธุ์แท้ของ Calles *et al.* (2000) รายงานว่ามีเปอร์เซ็นต์ซากอ่อน 60.2 ± 0.34 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าการทดลองนี้เนื่องจากเป็นโคเนื้ออยู่พันธุ์แท้จึงมีการให้ผลผลิตเนื้อสูงกว่าโคลูกผสม ซึ่งสอดคล้องกับ เกรียงเดช และคณะ (2545) ศึกษาซากโคกบินทร์บุรีมีเปอร์เซ็นต์ซากอ่อน 56.3 ธีระชัย และคณะ (2546) ศึกษาซากโคชิมเมนทอลxบราห์มัน มีเปอร์เซ็นต์ซากอ่อน 56.6 ใกล้เคียงกับการทดลองนี้ที่ศึกษาในโคลูกผสมเช่นกัน

ผลตอบแทนที่ได้รับ

หลังจากทำการศึกษาซากแล้ว ได้ทำการประเมินราคาซากโคขุน ตามเกณฑ์ราคามาตรฐานของสหกรณ์การเกษตรหนองสูง จำกัด (ปศุสัตว์) ปี 2556 พบว่า รายได้จากน้ำหนักซาก รายได้จากเกรดไขมันแทรกเนื้อ และรายได้จากมาตรฐานฟาร์มเพื่อการส่งเสริมการขุนโคของบริษัทฯ พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างปัจจัยด้านระดับโปรตีนหยาบและโภชนาการที่ย่อยได้รวมที่ต่างกันในการอาหารทั้ง 4 สูตร ที่มีผลต่อรายได้รวม ต้นทุนรวม และผลตอบแทนที่ได้รับ โดยมีรายได้รวมจากการขุนโคทั้ง 4 กลุ่ม เฉลี่ย 76,762.85 บาทต่อตัว ต้นทุนค่าอาหารตลอดการทดลองเฉลี่ย 12,601.39 บาทต่อตัว ค่าพันธุ์โคก่อนทดลองเฉลี่ย

33,273.31 บาท คิดเป็นต้นทุนรวมเฉลี่ย 45,874.69 บาทต่อตัว คิดเป็นผลตอบแทนที่ได้รับจากการขุนโคทั้ง 4 กลุ่มเฉลี่ยตัวละ 30,888.16 บาท หรือ 5,148.03 บาทต่อตัวต่อเดือน เมื่อพิจารณาอิทธิพลรายปัจจัยของระดับโปรตีนหยาบและระดับโภชนะที่น้อยได้รวม พบว่า โคที่กินอาหารที่มีค่าโภชนะที่น้อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนค่าอาหารตลอดการทดลองต่ำกว่าโคที่กินอาหารที่มีโภชนะที่น้อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (11,775.08 และ 13,4274.70 บาทต่อตัว ตามลำดับ)

ตารางที่ 4 ลักษณะซากของโคทดลอง

รายการ	CP levels in TMR (A)		TDN levels in TMR (B)		Grand Mean	CV. %	p-value		
	A1	A2	B1	B2			A	B	AxB
จำนวนสัตว์ทดลอง (ตัว)	10	10	10	10	-	-	-	-	-
น้ำหนักมีชีวิต (กก.)	643.0	620.7	626.7	637.0	631.85	6.84	0.2711	0.6039	0.8922
น้ำหนักซากอ่อน (กก.)	373.9	351.9	359.7	366.1	362.90	7.30	0.0878	0.5987	0.6330
เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน (%)	58.11 ^a	56.67 ^b	57.37	57.41	57.39	2.45	0.0412	0.9442	0.3006
น้ำหนักซากซีกขวา (กก.)	186.1	174.9	179.0	182.0	180.50	7.18	0.0774	0.6143	0.5911
เกรดไขมันแทรก	3.30	3.13	3.27	3.15	3.21	7.15	0.1237	0.2653	0.5084
เท้า (%)	1.68	1.85	1.76	1.77	1.76	10.92	0.2230	0.5919	0.0663
หัว (%)	3.64	3.58	3.62	3.59	3.61	8.67	0.1997	0.8248	0.8248
หนัง (%)	6.92	6.99	6.93	6.99	6.96	16.53	0.7409	0.7409	0.9280
เครื่องใน (%)	3.56	3.90	3.80	3.66	3.73	10.83	0.2765	0.6688	0.4452
ตับ (%)	0.93	0.93	0.95	0.91	0.93	9.71	0.4474	0.5415	0.1828
ไขมัน (%)	5.04	4.54	4.88	4.71	4.80	25.53	0.2481	0.8652	0.2936
เนื้อองเคส (%)	0.20	0.21	0.20	0.21	0.20	15.15	0.9105	0.5765	0.4371
หาง (%)	0.27	0.26	0.24 ^b	0.30 ^a	0.27	18.34	0.4415	0.0154	0.9435
เศษเนื้อ (%)	0.75	0.73	0.72	0.77	0.74	14.21	0.3043	0.2266	0.0516
น้ำดี (%)	0.07	0.06	0.06	0.08	0.07	39.66	0.3040	0.1332	0.6011

- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b กำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

- A1 คือ ระดับโปรตีนหยาบในอาหาร 12 เปอร์เซ็นต์
- A2 คือ ระดับโปรตีนหยาบในอาหาร 10 เปอร์เซ็นต์
- B1 คือ ระดับโภชนะที่น้อยได้รวมในอาหาร 70 เปอร์เซ็นต์
- B2 คือ ระดับโภชนะที่น้อยได้รวมในอาหาร 75 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5 ผลตอบแทนที่ได้รับจากโคทดลอง

รายการ	CP levels in TMR (A)		TDN levels in TMR (B)		Grand Mean	CV. %	p-value		
	A1	A2	B1	B2			A	B	AxB
ราคาซาก (บาท/กก.)	166.80	166.80	166.60	167.00	166.80	0.31	1.000	0.1089	1.000
ราคาจากกรดไขมันแทรก (บาท/กก.)	43.60	41.50	43.30	41.80	42.55	6.47	0.1137	0.2464	0.4787
ราคารวม (บาท/กก.)	210.40	208.30	209.90	208.80	209.35	1.34	0.1194	0.3970	0.4861
รายได้ซาก+กรดไขมัน (บาท/ตัว)	78,719.10	73,306.60	75,547.60	76,478.10	76,012.85	8.07	0.0720	0.7403	0.7465
รายได้รวมของสมาชิก ¹ (บาท/ตัว)	79,969.10	73,556.60	76,547.60	76,978.10	76,762.85	8.81	0.0556	0.8892	0.7694
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว)	12,705.35	12,497.42	11,775.08 ^b	13,427.70 ^a	12,601.39	11.94	0.7626	0.0302	0.4185
ต้นทุนค่าคอก่อนเข้าขุน ² (บาท/ตัว)	33,354.62	33,191.99	33,126.15	33,420.47	33,273.31	4.10	0.7942	0.6379	0.8703
ต้นทุนรวม (บาท/ตัว)	46,059.97	45,689.41	44,901.22	46,848.17	45,874.69	5.36	0.7418	0.1018	0.5561
ผลตอบแทน (บาท/ตัว)	33,909.13 ^a	27,867.19 ^b	31,646.38	30,129.94	30,888.16	17.97	0.0315	0.5527	0.5383
ผลตอบแทน (บาท/ตัว/เดือน)	5,651.52 ^a	4,644.53 ^b	5,274.40	5,021.66	5,148.03	17.97	0.0315	0.5527	0.5383

- ค่าเฉลี่ยที่มีอักษร a, b กำกับต่างกันในบรรทัดเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

- ¹ รายได้รวมของสมาชิก คัดจากมาตรฐานฟาร์ม คุณภาพซากโค และกรดไขมันแทรกเนื้อ

- ² ราคาโคมีชีวิตก่อนเข้าขุน กิโลกรัมละ 65 บาท

- A1 คือ ระดับโปรตีนหยาบในอาหาร 12 เปอร์เซ็นต์

- A2 คือ ระดับโปรตีนหยาบในอาหาร 10 เปอร์เซ็นต์

- B1 คือ ระดับโภชนะที่น้อยได้รวมในอาหาร 70 เปอร์เซ็นต์

- B2 คือ ระดับโภชนะที่น้อยได้รวมในอาหาร 75 เปอร์เซ็นต์

และโคกลุ่มได้รับอาหารที่มีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ ได้รับผลตอบแทนจากการขุนมากกว่าโคกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (33,909.13 และ 27,867.19 บาทต่อตัวหรือ 5,651.52 และ 4,644.53 บาทต่อตัวต่อเดือนตามลำดับ)(ตารางที่ 5) ซึ่งสูงกว่าการทดลองขุนโคลูกผสมทาจิมะ ของวิโรจน์ และคณะ (2557) ที่ได้ผลตอบแทนตัวละ 26,662 บาท หรือ 1,428 บาทต่อตัวต่อเดือน สูงกว่าของวิทยา และคณะ (2552) ได้ผลตอบแทนตัวละ 13,354.60 บาท หรือ 709.09 บาทต่อตัวต่อเดือน และได้ผลตอบแทนใกล้เคียงกับการขุนโคพันธุ์ตากและพันธุ์กำแพงแสนที่ได้รับผลตอบแทนเดือนละประมาณ 1,000 บาทต่อตัว สูงกว่าการขุนโคลูกผสม บราห์มันที่ได้เฉลี่ย 680 บาทต่อตัวต่อเดือน (จุฑารัตน์ และคณะ, 2550) เนื่องจากโคลูกผสมเองก็มีการเจริญเติบโต ที่ดีกว่า ใช้เวลาในการขุนเพื่อให้ได้น้ำหนักสุดท้ายสั้นกว่า ทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่าจึงได้ผลตอบแทนสูงกว่า

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองขุนโคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอนช่วงระยะสุดท้าย ด้วยอาหารผสมเสร็จที่มีระดับโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมแตกต่างกัน 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 มีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 2 มีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 3 มีโปรตีนหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ และสูตรที่ 4 มีโปรตีนหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม 75 เปอร์เซ็นต์ ให้แก่โคกลุ่มที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ ใช้เวลาในการขุน 180 วัน สรุปได้ดังนี้

1. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างปัจจัยด้านระดับโปรตีนหยาบและโภชนะที่ย่อยได้รวมที่ต่างกัน ในอาหารทั้ง 4 สูตร ต่อสมรรถนะการให้ผลผลิต ต้นทุนค่าอาหาร คุณภาพซาก และผลตอบแทนที่ได้รับจากการขุนโคครั้งนี้ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง โคมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 646.74 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.749 กิโลกรัมต่อวัน โคกินอาหารได้เฉลี่ย 10.48 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็น 1.81 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเฉลี่ย 15.08 คิดเป็นต้นทุนค่าอาหารวันละ 70.01 บาทต่อตัว หรือ 100.26 บาทต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เมื่อนำโคไปศึกษาซากพบว่า โคมีเปอร์เซ็นต์ซากเฉลี่ย 57.39 เปอร์เซ็นต์ มีกรดไขมันแทรกเนื้อเฉลี่ย 3.21 สามารถขายซากได้เฉลี่ยตัวละ 76,762.85 บาท ได้ผลตอบแทนเฉลี่ยตัวละ 30,888.16 บาท หรือเดือนละ 5,148.03 บาทต่อตัว

2. ปัจจัยด้านระดับโปรตีน มีผลต่อโคกลุ่มที่ขุนด้วยอาหารที่มีโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ ได้รับปริมาณโปรตีนหยาบ มากกว่าโคกลุ่มที่ขุนด้วยอาหารที่มีโปรตีนหยาบ 10 เปอร์เซ็นต์ (1.33 และ 1.14 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) ทำให้มีเปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่า (58.11 และ 56.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และทำให้ได้รับผลตอบแทนสูงกว่า (33,909.13 และ 27,867.19 บาทต่อตัว หรือ 5,651.52 และ 4,644.53 บาทต่อตัวต่อเดือน ตามลำดับ)

3. ปัจจัยด้านระดับโภชนะที่ย่อยได้รวม มีผลต่อโคกลุ่มที่ขุนด้วยอาหารที่มีโภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ ทำให้มีต้นทุนค่าอาหารต่อวันถูกกว่าโคกลุ่มที่ขุนด้วยอาหารที่มีโภชนะที่ย่อยได้รวม

75 เปอร์เซ็นต์ (65.42 และ 74.60 บาทต่อวัน ตามลำดับ) และเมื่อคิดเป็นต้นทุนค่าอาหาร ตลอดการทดลอง ก็ถูกกว่าเช่นกัน (11,775.08 และ 13,427.70 บาทต่อตัว ตามลำดับ)

ดังนั้นสูตรอาหารที่ใช้ในการขุนโคลูกผสมแองกัสเพศผู้ตอนระยะสุดท้ายจึงควรมีระดับโปรตีนหยาบ 12 เปอร์เซ็นต์ และมีระดับโภชนะที่ย่อยได้รวม 70 เปอร์เซ็นต์ เพราะทำให้โคมีเปอร์เซ็นต์ซากสูง มีต้นทุนค่าอาหารต่ำ และได้ผลตอบแทนสูง

เอกสารอ้างอิง

เกรียงเดช ลำแดง อรพิน เวชบุษกร และ อภิชาติ รัตนวณิช. 2545. การเจริญเติบโตและลักษณะซากโคพันธุ์กบินทร์บุรีที่เลี้ยงขุนระยะสั้นด้วยมันเส้น 3 ระดับในสูตรอาหารข้น, น.174-184. ใน รายงานผลงานวิจัยการปศุสัตว์ ประจำปี 2545 สาขาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์และการจัดการฟาร์ม. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการจัดทำมาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องของประเทศไทย. 2551. ความต้องการโภชนะของโคเนื้อในประเทศไทย. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

ธีระชัย ช่อไม้ บังคม โตแป้น และ สนทยา กัณหาบัว. 2546. การเปรียบเทียบสมรรถภาพการขุนและลักษณะซากระหว่างโคลูกผสมทาเรนเทส-บราห์มันและโคลูกผสมซิมเมนทอล-บราห์มัน, น. 99-106. ใน รายงานผลงานวิจัยการปศุสัตว์ ประจำปี 2546 สาขาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์และการจัดการฟาร์ม. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ ญานิน โอภาสพัฒน์กิจ. 2548. คุณภาพเนื้อโคภายใต้ระบบการผลิตและการตลาดของประเทศไทย. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ญานิน โอภาสพัฒน์กิจ และ อารงค์ เมฆโหรา. 2550. โอกาสทางการตลาดของโคเนื้อไทย. เอกสารประกอบการประชุมกลุ่มเฉพาะเรื่อง “กลุ่มโคเนื้อ” ในการประชุมวิชาการเรื่อง “FTA: อนาคตโคเนื้อ โคขุนไทย รุ่งหรือร่วง?” อาคารหนังสือพิมพ์ข่าวสด. บริษัทข่าวสด จำกัด.

วิทยา สุมาลย์ วิโรจน์ ฤทธิ์ฤชัย กาญจนา ธรรมรัตน์ และ วิศุทธิ์ เอื้อกึ่งเพชร. 2552. การทดสอบขุนโคลูกผสมเพศผู้ตอนเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพสูง, น. 192-203. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2552. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วิโรจน์ ฤทธิ์ฤชัย วิทยา สุมาลย์ สุมน โพธิ์จันทร์ และ วิศุทธิ์ เอื้อกึ่งเพชร. 2557. ผลของการใช้ปลายข้าวหมักต่อสมรรถนะการผลิตและคุณภาพซากในการขุนโคลูกผสมทาจิเมะเพศผู้ตอน, น. 37-53.

ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ประจำปี 2557. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. 2559. การรวบรวมและจัดทำข้อมูลด้านคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

AOAC. 1998. Official methods of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.

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

Kearl, L.C. 1982. Nutrient Requirement of Ruminants in Developing Countries. International Feed Stuffs Institute. Utah Agriculture Experiment Station. Utah State University. Logan, Utah USA.

NRC. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle. University of Nebraska – Lincoln. Available source: <http://digitalcommons.unl.edu/extensionhist>, February 27, 2000.

Steel, R.G.D. and J.H. Torrie, 1980. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach 2nd edition. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.

Van Soest, P.J., J.B. Robertson, 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.

ผลของสมุนไพรเหง้าผักหนาม และบอระเพ็ดต่อสุขภาพ และสมรรถภาพการเจริญเติบโตของโคพื้นเมือง

ชัยณรงค์ วงศ์สรศรี^{1/} จำรัส ใจลังกา^{1/} พยุงศักดิ์ อินตะวิชา^{2/}

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้เหง้าผักหนาม และบอระเพ็ดต่อสุขภาพและสมรรถภาพการเจริญเติบโตของโคพื้นเมือง ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เชียงใหม่ ระหว่างเดือนตุลาคม 2556 - กันยายน 2557 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้น้ำหนักตัวเริ่มต้นของโคในการทดลองแบบบล็อก โดยใช้โคพื้นเมืองเพศผู้หลังหย่านม อายุเฉลี่ย 7 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 98.76 กิโลกรัม จำนวน 16 ตัว แบ่งโคออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ตัว ให้โคแต่ละกลุ่มได้รับสมุนไพร ดังนี้ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุมไม่ให้สมุนไพร กลุ่มที่ 2 ให้สมุนไพรเหง้าผักหนาม กลุ่มที่ 3 ให้สมุนไพรบอระเพ็ด กลุ่มที่ 4 ให้สมุนไพรเหง้าผักหนามและบอระเพ็ดร่วมกัน เสริมให้โคกินใช้ระยะเวลาในการทดลอง 180 วัน ผลการทดลองพบว่า การเสริมสมุนไพรเหง้าผักหนาม และบอระเพ็ดไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของโคพื้นเมือง ($p>0.05$) ซึ่งพบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตระหว่าง 289.68-339.31 กรัมต่อตัวต่อวัน จากการวิเคราะห์ค่า Complete blood count (CBC) พบว่าการเสริมสมุนไพรเหง้าผักหนาม และบอระเพ็ดส่งผลให้ค่าโลหิตวิทยาบางประการมีค่าแตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$) โดยค่าปริมาณของฮีโมโกลบิน (Hb) กลุ่มที่ได้รับสมุนไพรเหง้าผักหนามมีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่น โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.78 g/dl และโคที่ได้รับสมุนไพรเหง้าผักหนามและบอระเพ็ดเพียงอย่างเดียวมีค่าเปอร์เซ็นต์ของเม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte ต่ำกว่ากลุ่มอื่น โดยมีค่าเท่ากับ 2.75 และ 2.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามค่าทางโลหิตวิทยาในการทดลองอยู่ในเกณฑ์ปกติ ดังนั้นการเสริมสมุนไพรเหง้าผักหนามและบอระเพ็ดแก่โคพื้นเมืองในช่วงหลังหย่านมจึงช่วยให้โคมีสุขภาพดี มีการเจริญเติบโตปกติ

คำสำคัญ : เหง้าผักหนาม บอระเพ็ด อัตราการเจริญเติบโต สุขภาพ โคพื้นเมือง

เลขทะเบียนวิจัย: 57(1)-0211-022

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เชียงใหม่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

^{2/} คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา

Effect of Lasia and Heart leaved moonseed on health and growth performance in native cattle

Chainarong wongsunsri ^{1/} Chamrus Chailungka ^{1/} Payungsuk Intawicha ^{2/}

Abstracts

The objective of this study was investigated the effect of the Lasia and Heart leaved moonseed on growth rates and health of native cattle. Experiment was conducted at Chiang Rai Animal Nutrition Research and Development Center during October 2013 to September 2014. Randomized Complete Block Design (RCBD) was used. Sixteen native male native cattle at average 7 months old and average body weight 98.76 kg were divided into four treatments (the control group (no Lasia and Heart leaved moonseed), the Lasia group, Heart leaved moonseed group and combination between Lasia and Heart leaved moonseed group). All native cattle were provided with the treatment during 180 days of the experimental period. The results showed that the growth rate of the combine Lasia and Heart leaved moonseed group was no significantly effect on growth rate ($p > 0.05$). While, the red blood cell count of the Lasia group higher than another group ($p < 0.05$). The Monocyte of Lasia group and Heart leaved moonseed group were lower than the other groups ($P < 0.05$) (2.75 and 2.00 percentage) respectively. However, Complete blood count (CBC) was normal level. Thus, supplementation of Lasia and Heart leaved moonseed in native cattle during weaning period make good health and growth performance of native cattle.

Keywords: Lasia, Heart leaved moonseed, growth performance, health, native cattle

Registered No.: 57(1)-0211-022

^{1/} Chiang Rai Animal Nutrition Research and Development Center, Muang, Chiang Rai.

^{2/} School of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Muan, Phayao.

คำนำ

เหง้าผักหนาม มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Lasia spinosa* Thw. ชื่อสามัญ Lasia เป็นพืชล้มลุกอยู่ในวงศ์ Araceae มีอายุหลายปี ลำต้นทอดเลื้อย มีรสเผ็ดขื่น มีสรรพคุณแก้ไข้ กระหายน้ำ ไอ ขับปัสสาวะ ขับเสมหะ ผิวหนังเน่าเปื่อยเป็นหนอง กระเพาะและลำไส้อักเสบ ผักหนามมีสารสำคัญ Triglochinin และ Phytohormone ซึ่งออกฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเพศชาย (Testosterone) ส่วนของรากและเหง้าพบสารคล้ายฮอร์โมนเพศหญิง (Oestradiol) ในส่วนของใบแก่ ต้นและยอดอ่อน (ลีนา, 2522) มีการนำเหง้าผักหนามใช้เป็นยาสำหรับบำรุงสัตว์เลี้ยง ซึ่งมีผลดีต่อการเจริญเติบโตและช่วยส่งเสริมระบบภูมิคุ้มกันโรค (วรรณวิภา, 2550) การเสริมผงเหง้าผักหนามในอาหารสุกรพบว่าสามารถเพิ่มสมรรถภาพของระบบสืบพันธุ์ได้ (วิบุษ, 2558) การเสริมผงเหง้าผักหนามในอาหารไก่เนื้อทำให้น้ำหนักตัวไก่เพิ่มขึ้น และมีการกินอาหารได้ดีขึ้น แต่มีต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่าการใช้ยาปฏิชีวนะ การใช้เหง้าผักหนามเผาแล้วหบคลุกกับเกลือให้โคกินทำให้โคอ้วนมีสุขภาพดีขึ้น (สุนทรีพร และคณะ, 2551)

บอระเพ็ด มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Tonspora crispa* (L.) Mier ex Hook. F & Thoms. ชื่อสามัญ Heart leaved moonseed มีลักษณะเป็นเถาเลื้อยมีสรรพคุณเป็นยาบำรุงกำลังรักษาอาการร้อนใน ทำให้เจริญอาหาร ช่วยขับน้ำย่อยในทางเดินอาหาร ระบายความร้อน รักษาโลหิตพิษการ มีคุณสมบัติช่วยขับน้ำย่อยและทำให้เจริญอาหาร (ก่องกานดา และลีนา, 2545) มีการศึกษาสารออกฤทธิ์ในบอระเพ็ดพบว่า มีสารสำคัญ ได้แก่ N-trans-feruloyltyramine, N-cis-feruloyltyramine Picroretin สารกลุ่ม terpenoid เช่น Borapetoside A, Borapetoside B, Borapetol A, Tinocrisposide สารกลุ่ม Alkaloids เช่น N-formylannonaine, N-acetylnornuciferine (ฉวีวรรณ, 2554) มีการใช้บอระเพ็ดบำรุงโค กระบือตามภูมิปัญญาชาวบ้านโดยใช้บอระเพ็ด 1 กิโลกรัม มาหบใส่เกลือ 3 กรัม ผสมน้ำข้าวข้าวหรือปัสสาวะคน ทิ้งไว้ 7 วัน กรอกให้สัตว์กินได้ไม่จำกัด จะทำให้โคกระบืออ้วนขึ้น รักษาอาการเบื่ออาหารไม่กินหญ้า (เกษตรแผ่นดินทอง, 2552; สำนักงานข้อมูลสมุนไพร, 2551)

สมุนไพรลูกกลอนมีวิธีการทำโดยการนำผงสมุนไพรมาผสมกับน้ำผึ้ง หรือน้ำตาลเพื่อทำให้เกาะตัวและปรับรสของสมุนไพร (สุภารัตน์, 2552) ศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีเชียงราย (2552)

ได้ทดสอบทำลูกกลอนจากเหง้าผักหนาม และบอระเพ็ด โดยใช้น้ำหนักสด 1 กิโลกรัม ได้ลูกกลอนน้ำหนัก 100 กรัม เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว ซึ่งมีขนาดใหญ่ จึงได้ปรับลดขนาดให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร น้ำหนัก 50 กรัม เพื่อป้อนให้โคกินง่ายขึ้น การใช้สมุนไพรบำรุงโคเป็นเพื่ลดการใช้ยาปฏิชีวนะในสัตว์นอกจากจะลดการตกค้างของสารเคมีในเนื้อสัตว์แล้วยังเป็นการลดการนำเข้ายาจากต่างประเทศ ลดการเสียดุลการค้าให้กับต่างประเทศ เกษตรกรมีอาชีพสร้างรายได้จากการปลูกพืชสมุนไพร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสมุนไพร เหง้าผักหนาม และบอระเพ็ด ต่อสุขภาพและสมรรถภาพการเจริญเติบโตของโคพื้นเมือง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแนะนำส่งเสริมให้เกษตรกรมีการใช้สมุนไพรพื้นบ้านในการเลี้ยงสัตว์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลที่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เชียงราย อำเภอเมือง เชียงราย จังหวัดเชียงราย ระหว่างเดือนตุลาคม 2556 – กันยายน 2557

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้โคพื้นเมืองเพศผู้หย่านม อายุเฉลี่ย 7 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 98.76 กิโลกรัมต่อตัว จำนวน 16 ตัว แบ่งโคทดลองออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 4 ตัว สุ่มให้โคแต่ละกลุ่มได้รับสมุนไพรแตกต่างกันดังนี้

- กลุ่มที่ 1 ไม่มีการเสริมสมุนไพร (ควบคุม)
- กลุ่มที่ 2 เสริมสมุนไพรเหง้าผักหนาม
- กลุ่มที่ 3 เสริมสมุนไพรบอระเพ็ด
- กลุ่มที่ 4 เสริมสมุนไพรเหง้าผักหนามและบอระเพ็ด

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ก่อนทดลองทำการถ่ายพยาธิภายในและภายนอก ฉีดวิตามิน AD₃E และวัคซีนป้องกันโรคตามโปรแกรมของกรมปศุสัตว์ ปรับสภาพสัตว์ทดลองให้คุ้นเคยกับอาหารก่อนเก็บข้อมูลประมาณ 1 เดือน เลี้ยงโคในคอกขังรวมขนาด 8 × 10 เมตร มีน้ำสะอาดให้โคกินตลอดเวลา

การเตรียมอาหารทดลอง

1. แพลงปล่อยแทะเล็ม เตรียมแปลงหญ้าจำนวน 5 ไร่ โดยใช้แปลงเก่า ซึ่งภายในแปลงหญ้าประกอบด้วย หญ้ารัฐ และหญ้าธรรมชาติ
2. หญ้าแพงโกลาแห้ง ตัดหญ้าแพงโกลา ที่อายุ 45 วัน โดยตัดสูงจากพื้นดิน 5 เซนติเมตร ผึ่งแดดให้แห้งเพื่อลดความชื้นให้เหลือประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์ แล้วอัดฟ่อนด้วยเครื่องอัดหญ้าเก็บไว้เลี้ยงโคทดลองตลอดระยะเวลาการทดลอง

การเตรียมสมุนไพร

เก็บรวบรวมสมุนไพรแห้งผักหนาม และลำต้นของบอระเพ็ดจากกลุ่มเกษตรกรในเครือข่ายการส่งเสริมการเลี้ยงโคกระบือของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เชียงรายในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน นำมาตากให้แห้งพอประมาณแล้วนำเข้าเครื่องบดสมุนไพร บดให้ละเอียดเป็นผง จากนั้นนำมาผึ่งให้แห้งอีกรอบ โดยการผึ่งในที่ร่มไม่ให้ถูกแสงแดด นำผงสมุนไพรแต่ละชนิดมาปั่นเป็นลูกกลอนโดยใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสานในอัตราส่วนกากน้ำตาลต่อสมุนไพรเท่ากับ 1:1 โดยน้ำหนัก ขนาดของลูกกลอนเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร มีน้ำหนัก 50 กรัมต่อก้อน นำลูกกลอนผึ่งแดด 1 วัน ให้แห้งพอประมาณ ไม่แห้งแข็งเกินไป แล้วแบ่งให้โคกินวันละ 2 ครั้ง (เช้า- เย็น) เพื่อให้โคได้รับสมุนไพรในปริมาณวันละ 100 กรัมต่อตัวต่อวัน (เกษตรแผ่นดินทอง, 2552: ศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีเชียงราย, 2552)

การให้อาหารและเสริมด้วยสมุนไพร

โคแต่ละกลุ่มจะปล่อยแทะเล็มแปลงหญ้าแบบต่อเนื่อง ในแปลงหญ้าที่เตรียมไว้ โดยปล่อยให้โคเข้าแทะเล็มแปลงหญ้าในช่วงเช้าในเวลา 08.30 น. และนำโคเข้าคอกขังรวมในช่วงเวลา 16.30 น. มีการเสริมด้วยสมุนไพรตามกลุ่มการทดลอง โดยป้อนให้กินในช่วงเช้าก่อนปล่อยโคแทะเล็มแปลงหญ้า 1 ก้อน และในช่วงเย็นหลังนำเข้าคอก 1 ก้อน และเสริมด้วยหญ้าแพงโกลาแห้งในช่วงที่ขังคอกอย่างเต็มที่

การบันทึกข้อมูล

ใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 180 วัน ซึ่งน้ำหนักโคทุกๆ 2 สัปดาห์ เพื่อประเมินการเจริญเติบโต สุ่มเก็บตัวอย่างสมุนไพรแห้งผักหนาม บอระเพ็ด และอาหารที่โคกินได้แก่ หญ้ารัฐ และหญ้าแพงโกลา ในแปลงปล่อยแทะเล็ม เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract, EE) เยื่อใยหยาบ (Crude fiber, CF) เถ้า (Ash) NFE (Nitrogen Free extract) ตามวิธีของ AOAC (2000) วิเคราะห์ผนังเซลล์ (Neutral

detergent fiber, NDF) และ ลิกโนเซลลูโลส (Acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีของ Van (1994) ใช้ห้องปฏิบัติการ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา

เก็บตัวอย่างเลือดจากโคทุกตัวก่อนและหลังการทดลอง โดยเก็บตัวอย่างเลือดบริเวณคอ (jugular vein) ปริมาณ 5 ml แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ หลอดที่ 1 ตัวอย่างเลือด 2.5 ml เก็บในหลอดทดลองที่ไม่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือดในอุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) สำหรับใช้แยกซีรัม เพื่อตรวจหาค่าซีรัมโปรตีน ตามวิธีการของ ไพบูลย์ และคณะ (2557) ส่วนหลอดที่ 2 เก็บตัวอย่างเลือด 2.5 ml ในหลอดที่บรรจุ EDTA ซึ่งเป็นสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด จากนั้นแยกตัวอย่างเลือด 1 ml เก็บไว้ เพื่อตรวจหาค่าทางโลหิตวิทยา (Hematology) เช่น ปริมาณเม็ดเลือดแดง (Red blood cell, Rbc) ความเข้มข้นของเม็ดเลือดแดง (Packed cell volume, Pcv) โปรตีนในเซลล์เม็ดเลือดแดง (Hemoglobin, Hb) ค่าเฉลี่ยปริมาตรเม็ดเลือดแดง (Mean cell volume, MCV) ค่าเฉลี่ยระดับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง (Mean cell hemoglobin, MCH) ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง (Mean cell hemoglobin concentration, MCHC) ปริมาณเม็ดเลือดขาว (White blood cell, Wbc) เม็ดเลือดขาวที่ทำหน้าที่หลักในการต่อต้านพยาธิ (Eosinophil: Eo) เม็ดเลือดขาวที่ทำหน้าที่ต่อต้านเชื้อราและแบคทีเรีย (Segmented cell, Sc) เม็ดเลือดขาวที่ทำหน้าที่ต่อต้านเชื้อไวรัส (Lymphocyte, Lymph) เม็ดเลือดขาวที่ทำหน้าที่จับกินเชื้อโรค (Monocyte: Mono) และเม็ดเลือดขาวที่ทำหน้าที่ต่อต้านการอักเสบและภาวะภูมิแพ้ (Basophil, Baso) เป็นต้นโดยใช้เครื่อง automated analysers model (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2551) โดยส่งวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคเหนือ (ตอนบน)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) โดยมีแหล่งของความแปรปรวนตามแผนการทดลอง Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป R

ผลการทดลองและวิจารณ์

ส่วนประกอบทางเคมี

ผลวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของตัวอย่างหญ้าสุสี หญ้าแพงโกลา เหง้าผักหนาม และบอระเพ็ด ที่ใช้ในการทดลอง พบว่าหญ้าสุสี และหญ้าแพงโกลามีเปอร์เซ็นต์โปรตีน (CP) และเยื่อใย (ADF) สูงกว่าเหง้าผักหนาม และบอระเพ็ด และพบว่าบอระเพ็ดมีค่าคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (NFE) สูง แต่มี

ค่าผนังเซลล์ (NDF) ต่ำกว่าหญ้ารูชี หญ้าแพงโกลา และเหง้าผักหนาม (ตารางที่ 1) ซึ่งอาจเป็นผลจากชนิดและพันธุ์ของพืช

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง (% on dry basis)

	DM	CP	NFE	EE	Ash	ADF	NDF
หญ้ารูชี	91.29	9.36	41.10	2.39	7.30	34.16	59.83
หญ้าแพงโกลา	91.72	10.56	42.39	2.32	6.73	32.32	55.38
เหง้าผักหนาม	94.71	8.77	40.60	2.80	8.76	25.25	59.18
บอระเพ็ด	92.18	7.07	48.57	1.65	7.23	19.36	31.17

สมรรถภาพการเจริญเติบโตของโคพื้นเมือง

โคพื้นเมืองเพศผู้หลังหย่านมมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 98.76 กิโลกรัม เมื่อเลี้ยงปล่อยและเสริมแปลงหญ้ารูชี หญ้าธรรมชาติแบบต่อเนื่อง เสริมด้วยหญ้าแพงโกลาแห้ง และเสริมด้วยสมุนไพรเหง้าผักหนาม บอระเพ็ด และเหง้าผักหนามร่วมกับบอระเพ็ดในการทดลองแล้ว พบว่าโคพื้นเมืองทั้ง 4 กลุ่ม มีอัตราการเจริญเติบโตไม่ต่างกัน ($p>0.05$) โดยโคพื้นเมืองมีอัตราการเจริญเติบโตระหว่าง 289.68-339.31 กรัมต่อตัวต่อวัน (ตารางที่ 2) ซึ่งใกล้เคียงกับโคพื้นเมืองทั่วไปที่มีการเลี้ยงแบบปล่อยจากการทดลองของสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์อุบลราชธานี (2541) ที่พบว่าโคพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบปล่อยและเสริมมีอัตราการเจริญเติบโตหลังหย่านมถึง 18 สัปดาห์ เท่ากับ 279 ± 53 กรัมต่อตัวต่อวัน เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีจะเห็นว่าผักหนาม และบอระเพ็ดมีองค์ประกอบของอาหารสัตว์ไม่ต่างจากหญ้ารูชี และหญ้าแพงโกลาจึงทำให้โคในการทดลองครั้งนี้ได้รับโภชนาที่ใกล้เคียงกันทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตที่ไม่ต่างกัน และเมื่อพิจารณาจากการจดบันทึกประวัติการเจ็บป่วย พบว่าโคทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าไม่มีประวัติการป่วย ซึ่งแสดงถึงการเลี้ยงดูที่ดี และโคพื้นเมืองมีความแข็งแรงปรับตัวได้ดีหลังการหย่านม ดังนั้นการเสริมเหง้าผักหนาม และบอระเพ็ดจึงไม่มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต

ตารางที่ 2 สมรรถภาพการเจริญเติบโตของโคที่ได้รับสมุนไพรเหง้าผักหนามและบอระเพ็ด

ข้อมูลที่ศึกษา	ไม่เสริม สมุนไพร	เสริมสมุนไพร			P value	CV.
		เหง้า ผักหนาม	บอระเพ็ด	ผักหนาม บอระเพ็ด		
จำนวนสัตว์ทดลอง, ตัว	4	4	4	4	-	
ระยะเวลาทดลอง, วัน	180	180	180	180	-	
น้ำหนักเริ่มทดลอง, กก.	100.34	100.13	97.55	97.02	0.97	0.11
น้ำหนักสิ้นสุดทดลอง, กก.	152.48	157.17	156.33	150.61	0.90	0.08
น้ำหนักเพิ่ม, กก.	52.14	61.08	56.12	53.59	0.75	0.19
อัตราการเจริญเติบโต, กรัม/ตัว/วัน	289.68	339.31	311.78	297.74	0.75	0.19

ค่าทางโลหิตวิทยา

ค่าทางโลหิตวิทยาของโคพื้นเมืองก่อนการทดลอง (ตารางที่ 3) พบว่าโคทดลองทุกกลุ่มมีค่าทางโลหิตวิทยา เช่น ค่า Rbc, Pcv, Hb, MCV, MCH, MCHC, Wbc, Eo, Seg, Lymph และ Baso อยู่ในเกณฑ์ปกติ และไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ยกเว้นค่า Mono ของโคทุกกลุ่มมีค่าอยู่ระหว่าง 7.75 – 13.25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าค่าปกติที่มีค่าในช่วง 2-7 เปอร์เซ็นต์ เพียงเล็กน้อย (ตารางที่ 3) ซึ่งอาจเกิดจากการลดลงของเม็ดเลือดขาวชนิดอื่นๆ แต่ปริมาณของเม็ดเลือดขาวทั้งหมด (Wbc) มีค่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ แสดงว่าโคก่อนการทดลองมีสุขภาพที่ดีทุกกลุ่ม (อรุณี, 2559)

หลังการทดลองพบว่า ค่าโลหิตวิทยาของโคพื้นเมืองอยู่ในเกณฑ์ปกติทุกค่า อย่างไรก็ตามเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าทางสถิติ พบว่าค่า Hb ของโคกลุ่มที่ 2 ซึ่งได้รับสมุนไพรเหง้าผักหนามมีค่าเท่ากับ 10.78 g/dl สูงกว่ากลุ่มอื่น ($p<0.05$) และค่าเปอร์เซ็นต์ Mono ในเม็ดเลือดขาวของโคกลุ่มที่ 2 และ 3 ที่ได้รับสมุนไพรเหง้าผักหนาม และบอระเพ็ดเพียงอย่างเดียวมีเท่ากับ 2.75 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าโคกลุ่มที่ 1 และ 4 ที่ไม่ได้รับสมุนไพร และโคที่ได้รับสมุนไพรทั้ง 2 ชนิดตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ส่วนค่าอื่นประกอบด้วย Rbc, Pcv, MCV, MCH, MCHC, Wbc, Eo, Seg Lymph และ Baso นั้นพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) (ตารางที่ 4) สอดคล้องกับข้อมูลของพัชรากร และคณะ (2550) ที่รายงานว่า ค่า Hb ในโคชนพื้นเมืองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.2–13 gm/dl ซึ่งเป็นค่าปกติ จึงทำให้สามารถประเมินสุขภาพเบื้องต้นของโคที่ศึกษาในครั้งนี้ว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติได้ (Johnson, 1987)

การให้สมุนไพรเหง้าผักหนาม และบอระเพ็ดเพียงอย่างเดียว ให้ผลไม่สอดคล้องกับการได้รับสมุนไพรทั้ง 2 ชนิด พร้อมกันอาจเป็นเพราะสมุนไพรทั้ง 2 ชนิด มีสรรพคุณที่ต่างกันโดยผักหนามมีสรรพคุณด้านระบบสืบพันธุ์ในเพศผู้ และการต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย ส่วนบอระเพ็ดมีสรรพคุณด้านการลดความดันโลหิต แก้ไข้ และปริมาณที่ได้รับสมุนไพร โดยกลุ่มที่ได้รับสมุนไพรทั้ง 2 พร้อมกันจะได้รับปริมาณ

ของเห้ง้าฝักหนาม 25 กรัม และบอระเพ็ด 25 กรัมต่อวัน น้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับสมุนไพรเพียงชนิดเดียว ซึ่งจะได้รับสมุนไพรชนิดละ 50 กรัมต่อวัน

ตารางที่ 3 ค่าทางโลหิตวิทยาของโคพื้นเมืองก่อนการทดลอง

ข้อมูลที่ศึกษา	ไม่เสริมสมุนไพร	เสริมเห้ง้าฝักหนาม	เสริมบอระเพ็ด	เสริมเห้ง้าฝักหนามและบอระเพ็ด	p-value	ค่าปกติ
Rbc (x10/mm ³)	5.37	5.89	5.36	5.78	0.925	5-10
Pcv (%)	31.25	35.25	31.50	31.25	0.711	24-48
Hb (g/dl)	8.33	9.23	7.63	8.05	0.349	8-14
MCV (fl)	59.35	66.46	60.01	46.48	0.318	40-60
MCH (pg)	15.63	16.68	14.52	11.21	0.169	14.4-18.6
MCHC (g/dl)	26.66	26.44	24.21	24.27	0.116	26-34
Wbc (cell/mm ³)	13.20	11.20	14.38	12.45	0.327	4-12
Eo (%)	5.50	2.25	2.25	2.00	0.572	2-20
Seg (%)	22.50	16.00	19.75	19.00	0.217	15-45
Lymph (%)	72.00	72.25	71.00	67.75	0.919	45-75
Mono (%)	7.75	9.75	13.25	8.75	0.239	2-7
Baso (%)	0	0	0	0	-	0-2

ตารางที่ 4 ค่าโลหิตวิทยาของโคพื้นเมืองที่ได้รับสมุนไพรเห้ง้าฝักหนามและบอระเพ็ดหลังการทดลอง

ข้อมูลที่ศึกษา	ไม่เสริมสมุนไพร	เสริมเห้ง้าฝักหนาม	เสริมบอระเพ็ด	เสริมเห้ง้าฝักหนามและบอระเพ็ด	p-value	ค่าปกติ
Rbc (x10/mm ³)	4.61	6.73	5.95	5.33	0.052	5-10
Pcv (%)	32.00	36.25	30.33	28.00	0.090	24-48
Hb (g/dl)	8.95 ^b	10.78 ^a	9.33 ^b	8.46 ^b	0.002	8-14
MCV (fl)	69.67	54.82	53.26	52.36	0.824	40-60
MCH (pg)	19.51	16.46	16.01	15.88	0.166	14.4-18.6

MCHC (g/dl)	27.98	29.94	31.58	30.71	0.724	26-34
Wbc (cells/mm ³)	14.78	13.38	11.77	12.42	0.318	4-12
Eo (%)	2	6	6	4.33	0.428	2-20
Seg (%)	21.25	22.25	23.67	23.33	0.370	15-45
Lymph (%)	72	68.22	68.42	66.67	0.002	45-75
Mono (%)	5.50 ^a	2.75 ^b	2.00 ^b	6.33 ^a	0.019	2-7
Baso (%)	0	1.00	0.67	0	0.059	0-2

- ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันกำกับอยู่ในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการใช้สมุนไพรเหง้าผักหนาม บอระเพ็ด และเหง้าผักหนามร่วมกับบอระเพ็ดเสริมในโคพื้นเมืองเพศผู้ระยะหย่านม อายุเฉลี่ย 7 เดือน พอสรุปได้ว่าการเสริมสมุนไพรเหง้าผักหนามและบอระเพ็ดทำให้โคมีสุขภาพดี มีการเจริญเติบโตได้ดี มีค่าโลหิตวิทยาอยู่ในเกณฑ์ปกติ

ข้อเสนอแนะ

การใช้สมุนไพรเหง้าผักหนาม และบอระเพ็ดในการทดลองครั้งนี้เป็นการนำสมุนไพรที่มีอยู่ตามท้องถิ่นมาใช้ซึ่งในเบื้องต้นพบว่าสามารถทำให้โคพื้นเมืองมีสุขภาพที่ดี สามารถนำมาใช้ในการผลิตสัตว์ในระบบอินทรีย์ที่ปัจจุบันมีผู้สนใจเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากสมุนไพรทั้ง 2 ชนิด แล้วยังมีพืชสมุนไพรอีกมากที่มีการใช้ตามภูมิปัญญาพื้นบ้านของแต่ละภูมิภาคในประเทศไทยหากมีการศึกษาวิจัยหาแนวทางที่จะนำมาใช้จะเป็นประโยชน์กับเกษตรกรอย่างมาก อย่างไรก็ตามการศึกษาค่าทางโลหิตวิทยาครั้งนี้อาจมีความคลาดเคลื่อนจากปัจจัย เช่น ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเลือดก่อนส่งวิเคราะห์ ความคลาดเคลื่อนในขั้นตอนการวิเคราะห์ รวมถึงสภาวะความเครียดของสัตว์ เป็นต้น ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงผลกระทบต่ออวัยวะของสัตว์ เช่น ตับ และไต ของสัตว์ด้วย จะทำให้ได้ทราบผลต่อสุขภาพสัตว์มากขึ้นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) โดยสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณคณะเกษตรและทรัพยากรธรรมชาติและศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคเหนือ(ตอนบน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการ ขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กองกานดา ชยามฤต และลีนา ภูพัฒน์พงศ์. 2545. สมุนไพรไทย ตอนที่ 7 น. 192-193. ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ หอพรรณไม้ กรมป่าไม้. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- เกษตรแผ่นดินทอง. 2552. วิธีใช้สมุนไพรรักษาโรคในสัตว์. online available แหล่งที่มา : <http://www.rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=859&s=tblanimal>, 22 ธันวาคม 2561.
- ฉวีวรรณ จันทกุล. 2554. การแยกสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากลำต้นบอระเพ็ด และกลไกในการแสดงฤทธิ์ของสารนั้นต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด และ/หรือต่อการคลายตัวของหลอดเลือด รายงานวิจัย ฉบับสมบูรณ์ สำนักงานสนับสนุนงานวิจัย (สกว).
- พัชรากร ไชยสลิ รุจิรัตน์ วรสิงห์ ประภัสสร อนันต์ และประสพพร ทองนุ่น. 2550. การศึกษาค่าโลหิตวิทยาและสภาวะการตีดยาธิปไตยระดับของโคชนพื้นเมือง, วารสารสถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ : ISSN 1905-5048, แหล่งที่มา : <http://www.dld.go.th/niah>, 2 (1). 22 ธันวาคม 2561.
- ไพบุลย์ ศรีสิทธิยานนท์ นิกร สางห้วยไพร และสุวิช บุญโปร่ง. 2557. ค่าโลหิตวิทยาและค่าชีวเคมีในเลือดของกระปือปลักที่เป็นโรควัณโรค. วารสารวิชาการ, 1.น. 1-15.
- มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2551. คณะแพทยศิริราชพยาบาล. คู่มือการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการทางพยาธิวิทยา. แหล่งที่มา : [http://www.si.mahidol.ac.th/th/manual/Project/Document/C/Complete%20blood%20count%20\(CBC\)%20.htm](http://www.si.mahidol.ac.th/th/manual/Project/Document/C/Complete%20blood%20count%20(CBC)%20.htm), 22 ธันวาคม 2561.
- ลีนา ภูพัฒน์พงศ์. 2522. งานพฤกษศาสตร์กรมป่าไม้, สมุนไพรไทย ตอนที่ 2 กองบำรุง กรมป่าไม้. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. น. 170.
- วรรณวิภา สุทธิไกร. 2550. การนำสมุนไพรที่มี Triglochinin และ Phytohormone ไปใช้ในกิจการผลิตโคและกระบือ, ในการนำเสนอผลงานวิจัยแห่งชาติ 2550. 7-11 กันยายน 2550. เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพฯ. น. 1-20.
- วินุช บริการจันทร์. 2558. การใช้ผักหนามในการเพิ่มสมรรถภาพการสืบพันธุ์ในพ่อสุกร แหล่งที่มา: http://agr.rmuts.ac.th/agr/sites/default/files/banner/download-file/Student/2558/S07_58.pdf 22 ธันวาคม 2561.
- ศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีเชียงราย. 2552. รายงานโครงการรวบรวมภูมิปัญญาการใช้สมุนไพรสำหรับสัตว์ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สถานบำรุงพันธุ์สัตว์อุบลราชธานี. 2541. รายงานความก้าวหน้าโครงการปรับปรุงคุณภาพโคพื้นเมือง. กรมปศุสัตว์. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- สูตรรัตน์ หอมหวล. 2552. การทำยาลูกกลอนสมุนไพร แหล่งที่มา: www.phargarden.com/attachments/article-20121218200417.pdf, เมื่อ 3 กรกฎาคม 2552.
- สุนทรพิรุณ ดวนใหญ่ ดำรงชัยโสภณทัต สรรเพชญ์ โสภณ วรรณวภา สุทธิไกร และวิชชุกร ชุมแสง. 2551. ผลของการเสริมผักหนาม (*Lasia spinosa* Thw.) ทดแทนสารปฏิชีวนะในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของไก่เนื้อและไก่ไข่. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานสนับสนุนงานวิจัย (สกว).
- สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2551. สมุนไพรสำหรับสัตว์เลี้ยง, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, แหล่งที่มา: <http://vetphimai.igetweb.com/index.php?mo=3&art=192303>, เมื่อ 18 สิงหาคม 2552.
- อรุณี เจตศรีสุภาพ. 2559. การตรวจทางห้องปฏิบัติการพื้นฐานทางโลหิตวิทยาและปัจจัยที่ทำให้ผลคลาดเคลื่อน, วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต ปีที่ 26 (2) ประจำเดือนเมษายน-มิถุนายน 2559. น. 91-95.
- AOAC. 2000. Official Method of Analysis of AOAC International. The Association of Official Analytical Chemists, 17th. Washington D.C., USA.
- Johnson, H.D. 1987. Bioclimatology and the adaptation of livestock, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- Van Soest P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University, USA.

ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญ้าแพงโกลาของเกษตรกร

ศุภลักษณ์ ฮาร์ริสัน^{1/} กนกกาญจน์ ภูสุวรรณ^{2/} วชิรวิทย์ พิชวงศ์^{3/} วิชัย อาระหัง^{4/}

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) ระดับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) สำหรับหญ้าแพงโกลาของเกษตรกร 2) ปัจจัยที่มีผลต่อ GAP ของเกษตรกร ด้วยสมการถดถอยพหุคูณ เพื่อพยากรณ์คะแนนการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญ้าแพงโกลา และ 3) ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะของเกษตรกร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกหญ้าแพงโกลาทั่วไปและเกษตรกรที่ได้รับการฝึกอบรมหลักสูตรการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญ้าแพงโกลาจำนวน 180 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยค่าสูงสุด-ต่ำสุด และการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis) เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับ (GAP) สำหรับหญ้าแพงโกลาของเกษตรกร ผลการวิจัย พบว่า เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาอยู่ในระดับดี ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อ (GAP) หญ้าแพงโกลาของเกษตรกร ได้แก่ ทักษะ ความรู้เกี่ยวกับ GAP และจำนวนสมาชิกในครอบครัวซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะ คือเกษตรกรไม่มีความมั่นใจด้านการตลาดและราคาหญ้าแพงโกลาที่ผลิตตามมาตรฐาน GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา และต้องการให้เจ้าหน้าที่แนะนำการจดบันทึกการปฏิบัติตาม GAP ที่สามารถเข้าใจได้ง่ายและนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ: การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี หญ้าแพงโกลา การยอมรับ

เลขทะเบียนวิจัย: 58(1)-0214-024

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว อำเภอลองหาด จังหวัดสระแก้ว

^{2/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม อำเภอเชียงยืน จังหวัดมหาสารคาม

^{4/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์ชัยนาท อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท

Factors affecting adoption on good agricultural practice, (GAP) for pangola grass of farmers

Supaluck Harrison^{1/} Kanokkarn Poosuwan^{2/} Vachiravit Pichawong^{3/} Wichai Arahung^{4/}

ABSTRACT

The objectives of this research were to (1) study on levels of good agricultural practice (GAP), (2) investigate relationship between factors affecting the adoption of GAP and (3) determine problems/difficulties of pangola grass production. Data were obtained from a total of 180 farmers using a structured questionnaire. Means, maximum and minimum values, multiple regression analysis were used to analyze the data. Results showed that farmers had average knowledge of GAP. Factors affecting the adoption of GAP system were attitude, knowledge and family's members ($p < 0.05$). The main problem was market uncertainty and fluctuation of saleable price of grass. Farmers required more precise and practical knowledge on GAP of pangola grass production.

Keywords: good agriculture practice, pangola grass, adoption

Registered No.: 58(1)-0214-024

^{1/} Sakaeo Animal Nutrition Research and Development Center, Khong Hat, Sakaeo.

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

^{3/} Mahasarakham Animal Nutrition Research and Development Center, Chaeng Yuen, Mahasarakham.

^{4/} Chainat Animal Nutrition Research and Development Center, Sappaya, Chainat.

คำนำ

ปัจจุบันการค้าระหว่างประเทศมีรูปแบบการกีดกันทางการค้าว่าด้วยมาตรฐานที่ไม่ใช่ภาษี (Non Tariff Barrier) คือ ข้อตกลงว่าด้วยมาตรฐานสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช (Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measure) และการตกลงว่าด้วยอุปสรรคทางเทคนิคต่อการค้าซึ่งแต่ละประเทศต่างนำมาตราฐานทั้งสองอย่างทีกล่าวมาบังคับใช้ โดยอ้างอิงความปลอดภัยของผู้บริโภคเป็นสำคัญ และในสถานการณ์เดียวกันการปนเปื้อนสารพิษในอาหารมีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ความวิตกกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยด้านอาหาร ปัญหาโรคระบาดต่างๆ ยิ่งทำให้การนำมาตรการดังกล่าวมาใช้ยิ่งเคร่งครัดมากขึ้น เช่นเดียวกับประเทศไทยได้ประกาศปีแห่งความปลอดภัยด้านอาหาร ในปี พ.ศ. 2547 ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้อาหารที่ผลิตและบริโภคมีความปลอดภัย และมีมาตรฐานทัดเทียมสากล โดยระบบการจัดการคุณภาพของการปฏิบัติทางการเกษตรดีประกอบด้วยจัดการแหล่งน้ำ การจัดการพื้นที่ปลูกการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรการเก็บรักษาและการขนย้ายผลผลิตภายในแปลง การบันทึกข้อมูลการผลิตให้ปลอดภัยต่อการจัดการกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวรวมถึงต้องสามารถตรวจสอบย้อนกลับหรือการตามสอบสินค้าได้ ในปี พ.ศ. 2554 สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ได้จัดทำมาตรฐานสินค้าเกษตร (มกษ.8900-2554) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ประกาศ เรื่องกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร : การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice, GAP) สำหรับหญ้าแพงโกลา ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับการปฏิบัติในทุกขั้นตอนการผลิต ตั้งแต่การเริ่มปลูกหญ้าแพงโกลา จนถึงการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อให้ได้หญ้าที่มีคุณภาพ และเหมาะสมกับการเลี้ยงสัตว์ ในปี พ.ศ. 2556 สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ได้ฝึกอบรมเกษตรกรเตรียมความพร้อมผู้ผลิตหญ้าแพงโกลาตามมาตรฐานดังกล่าว เพื่อเตรียมความพร้อมของเกษตรกรในการผลิตหญ้าแพงโกลาเข้าสู่มาตรฐาน GAP ซึ่งนพวรรณ (2553) รายงานว่า สภาพปัญหาการผลิตหญ้าแพงโกลาจำหน่ายสามารถสรุปได้ 2 ประเด็นหลัก คือ เรื่องคุณภาพหญ้าที่ค่อนข้างแปรปรวนไม่สม่ำเสมอ และการบริหารจัดการผลผลิตสู่ตลาดที่ยังไม่ตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้า ดังนั้นการศึกษาระดับความเข้าใจ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา

ของเกษตรกร และความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาของเกษตรกรจะทำให้ทราบถึงปัจจัยที่มีความสำคัญเพื่อเข้าสู่การรับรองแหล่งผลิตหญ้าแพงโกลาตามมาตรฐาน GAP แก่เกษตรกร จึงเป็นการสร้างโอกาสทางการค้าและความสามารถเข้าถึงตลาดได้เพิ่มขึ้นอีกทั้งยังเป็นข้อมูลพื้นฐานเพิ่มเติมต่อการศึกษาด้านการตลาดสำหรับการผลิตเพื่อการส่งออกในอนาคต วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อ 1) ระดับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) สำหรับหญ้าแพงโกลาของเกษตรกร 2) ปัจจัยที่มีผลต่อ GAP ของเกษตรกร ด้วยสมการถดถอยพหุคูณเพื่อพยากรณ์คะแนนการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญ้าแพงโกลา และ 3) ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะของเกษตรกร

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา คือ เกษตรกรผู้ปลูกหญ้าแพงโกลาทั่วไปและเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าแพงโกลาที่เข้าร่วมอบรมเตรียมความพร้อมเข้าสู่ระบบ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา จากสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ จำนวนทั้งสิ้น 330 ราย กลุ่มตัวอย่างได้จากการคำนวณโดยใช้สูตร Taro Yamane (นิตยา, 2551) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ รวมทั้งสิ้นจำนวน 180 ราย โดยใช้สูตร

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

เมื่อ n เป็นขนาดกลุ่มตัวอย่าง
 N เป็นขนาดของประชากร
 e เป็นความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

แทนค่าในสูตรโดยกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับให้เกิดขึ้นเท่ากับร้อยละ 5

$$n = \frac{330}{1 + 330 (0.05)^2}$$

$$= 180.82$$

จากนั้นคัดเลือกกลุ่มประชากรตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ประกอบด้วย 17 จังหวัด เนื่องจากจำนวนประชากรแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน ดังนั้น ต้องคำนวณสัดส่วนที่เหมาะสมต่อประชากรในแต่ละกลุ่มโดยใช้สูตร (Nagtalon, 1983) ดังนี้

$$n_i = \frac{nN_i}{N}$$

เมื่อ	n_i	=	ขนาดของตัวอย่างที่จะทำการสุ่ม
	n	=	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด
	N_i	=	ขนาดของประชากรทั้งหมด
	N	=	ขนาดของประชากรในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

ระยะเวลาดำเนินการ

ดำเนินการระหว่างเดือนมกราคม ถึง เดือนสิงหาคม 2558

เครื่องมือที่ใช้วิจัย

การศึกษาใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) แบบปลายปิด (Close-Ended Question) และแบบปลายเปิด (Open-Ended Question) โดยแบ่งออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐานของประชากร สภาพเศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร เป็นข้อมูลเกี่ยวกับเพศ อายุ ระดับการศึกษา ประสบการณ์ในการปลูกหญ้าแพงโกลา จำนวนแรงงาน รายได้จากการประกอบอาชีพหลักการเข้ารับฝึกอบรม ลักษณะคำถามเป็นปลายปิดและปลายเปิด (Close and Open Ended Question)

ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับความรู้ของเกษตรกรเกี่ยวกับ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา ลักษณะคำถามเป็นแบบปลายเปิด ให้คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูกต้องเท่ากับ 1 คะแนน และคะแนนสำหรับข้อที่ตอบผิดเท่ากับ 0 คะแนน คำถามเป็นแบบเลือกตอบจำนวน 18 ข้อ เกณฑ์ในการวัดความรู้ของเกษตรกร พิจารณาจากค่าร้อยละของคะแนนความรู้ในแต่ละข้อ

ตอนที่ 3 คำถามเกี่ยวกับทัศนคติของเกษตรกรของผู้ปลูกหญ้าแพงโกลาเกี่ยวกับ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา จำนวน 17 ข้อ ลักษณะคำถามเป็นแบบปลายเปิด ลักษณะข้อความเป็นประเภทเห็นด้วย คล้อยตาม และข้อความประเภทไม่เห็นด้วยคล้อยตาม โดยจะให้คะแนนในข้อที่ตอบในทางทัศนคติเหมาะสม เท่ากับ 2 คะแนน ให้คะแนนในข้อที่ตอบทัศนคติเป็นกลางๆ เท่ากับ 1 คะแนน ให้คะแนนในข้อที่ตอบในทางทัศนคติที่ไม่เหมาะสม เท่ากับ 0 คะแนน โดยมีคะแนนรวมเท่ากับ 34 คะแนน เกณฑ์ในการวัดทัศนคติของเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าแพงโกลา พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของทัศนคติ โดยเปรียบเทียบร้อยละของคะแนนเต็มทั้งหมด แล้วแบ่งช่วงคะแนน 3 ช่วง คือ $(2-0)/3$ เท่ากับ 0.66 คะแนน โดยเกษตรกรที่มีทัศนคติไม่เหมาะสมจะมีค่าคะแนนระหว่าง 0-0.66 คะแนน เกษตรกรที่มีทัศนคติอยู่ในระดับปานกลางจะมีคะแนนอยู่ระหว่าง 0.67-1.33 และเกษตรกรที่มีทัศนคติเหมาะสมหรืออยู่ในระดับสูง จะมีค่าคะแนนระหว่าง 1.34-2.00 คะแนน

ตอนที่ 4 คำถามเกี่ยวกับการปฏิบัติ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 4 ด้าน คือ

- ด้านที่ 1 การจัดการสุขลักษณะแปลงหญ้าแพงโกลา
- ด้านที่ 2 การจัดการเครื่องมือและอุปกรณ์การผลิตและปัจจัยการผลิต
- ด้านที่ 3 การจัดการการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว
- ด้านที่ 4 การจัดการ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง

สำหรับการ แบ่งช่วงคะแนนแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ $(2-0)/3$ เท่ากับ 0.66 คะแนน โดยเกษตรกรที่มีการปฏิบัติ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาไม่เหมาะสมจะมีค่าคะแนนระหว่าง 0-0.66 คะแนน เกษตรกรที่มีการปฏิบัติ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาเหมาะสมปานกลาง จะมีคะแนนอยู่ระหว่าง 0.67-1.33 และเกษตรกรที่มีการปฏิบัติ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา เหมาะสมดีมาก จะมีค่าคะแนนระหว่าง 1.34-2.00 คะแนน

ตอนที่ 5 คำถามเกี่ยวกับปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะของเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าแพงโกลาที่มีต่อ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา โดยลักษณะคำถามเป็นแบบปลายเปิด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ในการวิจัยทางสังคม โดยใช้เครื่องมือทางสถิติ ดังนี้

1. ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปส่วนบุคคล เศรษฐกิจและสังคม คะแนนความรู้ของเกษตรกร โดยใช้การแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด
2. การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) โดยวิเคราะห์แบบ enter method เพื่อหาความของตัวแปรอิสระ 8 ตัว คือ อายุ เพศ สถานภาพ การศึกษา สมาชิกในครอบครัว ประสบการณ์ในการปลูกหญ้าแพงโกลา ทักษะติดต่อ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา ความรู้เรื่อง GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา ตัวแปรตามคือ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาของเกษตรกร

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มตัวแปรอิสระหลายตัวกับตัวแปรตามเพียงตัวเดียว ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis) โดยนำเข้าตัวแปรอิสระเข้าสมการถดถอยครั้งละ 1 ตัว หากตัวแปรอิสระที่นำเข้ามีความสัมพันธ์กับตัวแปรอิสระที่มีอยู่แล้วในสมการถดถอย วิธีขั้นตอนจะคัดตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งออกจากสมการเอง (กัลยาอังกใน ยุวรินทร์ ทรัพย์แสนล้าน, 2550) การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามมีสมการดังนี้ (กรรณิกา, 2549)

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 + b_7x_7 + b_8x_8$$

เมื่อ

$$Y = \text{การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญ้าแพงโกลาของเกษตรกร}$$

$$x_1 = \text{อายุ}$$

$$x_2 = \text{เพศ}$$

$$x_3 = \text{สถานภาพ}$$

x_4 =	การศึกษา
x_5 =	สมาชิกในครอบครัว
x_6 =	ประสบการณ์
x_7 =	ทัศนคติต่อ GAP หน่วยงานไกลาของเกษตรกร
x_8 =	ความรู้ด้าน GAP สำหรับหน่วยงานไกลาของเกษตรกร

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานด้านประชากร สภาพเศรษฐกิจ และสังคมของเกษตรกร

เกษตรกรผู้ให้ข้อมูล ร้อยละ 77.22 เป็นเพศชาย เกษตรกรส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 45- 55 ปี สถานะสมรส ร้อยละ 78.89 ระดับการศึกษาของเกษตรกร อยู่ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6 คิดเป็นร้อยละ 50 มีประสบการณ์ในการปลูกหญ้าแฝงไกลาเฉลี่ย 8 ปี ทำการปลูกหญ้าเป็นอาชีพเสริมร้อยละ 72.22 มีขนาดพื้นที่ในการปลูกหญ้าแฝงไกลาเฉลี่ย 12 ไร่ สมาชิกในครอบครัวเฉลี่ย 4 คน แรงงานในการทำการเกษตรเฉลี่ย 2 คนต่อครัวเรือน โดยพื้นที่ของเกษตรกรอยู่ในเขตชลประทาน ร้อยละ 59.44 มีรายได้จากอาชีพหลักเฉลี่ย 18,286.44 บาทต่อเดือน และจากอาชีพเสริมเฉลี่ย 7,192.22 บาทต่อเดือน เกษตรกรผลิตหญ้าแฝงไกลาโดยอาศัยน้ำฝนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 70.00 เกษตรกรร้อยละ 27.78 ได้ผ่านการอบรมการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญ้าแฝงไกลาจากหน่วยงานภาครัฐ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความรู้ GAP สำหรับหญ้าแฝงไกลา

จากผลการวิจัย พบว่า เกษตรกรมีความรู้ GAP สำหรับหญ้าแฝงไกลา อยู่ในระดับดี เพราะเกษตรกรตอบคำถามมีความถูกต้องเกินร้อยละ 90 ของแบบสอบถามด้านความรู้จำนวน 13 ข้อ ข้อที่เกษตรกรมีความรู้มากที่สุดคือ เกษตรกรทราบว่ามาตรฐานสินค้าเกษตร คือการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญ้าแฝงไกลาในทุกขั้นตอนการผลิต ตั้งแต่การเริ่มปลูก จนถึงการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อให้ได้ผลผลิตหญ้าแฝงไกลาสดหรือแห้งที่เหมาะสมต่อการใช้เลี้ยงสัตว์คิดเป็นร้อยละ 98.89 รองลงมา คือ อุปกรณ์การขนย้ายหญ้าแฝงไกลาต้องสะอาดไม่ปนเปื้อนจากวัตถุอันตรายทางการเกษตรและสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 98.33 และพื้นที่การเก็บวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปุ๋ย สารเคมี ต้องแยกต่างหากจากอย่างอื่น คิดเป็นร้อยละ 97.22 (ตารางที่ 1) จะเห็นได้ว่า เกษตรกรมีความเข้าใจถูกต้องว่า มาตรฐาน GAP สำหรับหญ้าแฝงไกลานั้น ต้องมีขั้นตอนการผลิตตั้งแต่การเริ่มปลูกไปจนถึงการเก็บเกี่ยว ซึ่งการจัดการในแปลงผลผลิตหญ้า เช่น การกำจัดวัชพืช การให้น้ำ ให้ปุ๋ย การตัดที่อายุที่เหมาะสมนั้นจะทำให้ได้หญ้าแฝงไกลาคุณภาพดีทั้งหญ้าสดและหญ้าแห้ง ส่วนคำถามที่มีจำนวนเกษตรกรมีความรู้น้อยที่สุด คือ (ข้อที่ 16) การวางฟ่อนหญ้าในที่เก็บต้องอยู่สูงจากพื้นอย่างน้อย 5 เซนติเมตร มีความถูกต้อง ร้อยละ 86.67 รองลงมาคือ (ข้อที่ 3) วัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตราย (hazardous substances) หมายถึงวัตถุหรือสิ่งอื่นใด ไม่ว่าจะเป็นเคมีภัณฑ์ เชื้อจุลินทรีย์ สารพิษจากจุลินทรีย์ ที่อาจทำให้เกิด

อันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สินหรือสิ่งแวดล้อม มีความถูกต้องร้อยละ 87.22 และ (ข้อที่ 12) การสำรวจแมลงศัตรูพืชในแปลงหญ้าแพงโกลาเป็นระยะๆ มีความถูกต้องร้อยละ 88.33 อย่างไรก็ตาม ร้อยละของเกษตรกร ที่มีความรู้ทั้ง 3 ด้านยังถือว่ามีความค่อนข้างมาก (ตารางที่ 1)

การประเมินความรู้ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา เกษตรกรมีความรู้ในระดับดี ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 85 และเกษตรกรไม่ทราบหลักเกณฑ์ข้อกำหนดหลักเกี่ยวกับมาตรฐาน GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา ในด้านการเก็บรักษา การวางฟอนแห้งบนแคร่ ไม่ต่ำกว่า 5 เซนติเมตร ดังนั้น เกษตรกรต้องปฏิบัติตามเกณฑ์กำหนด เนื่องจากเป็นข้อกำหนดหลักของมาตรฐาน (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2554)

ตารางที่ 1 ความรู้ของเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าแพงโกลาเกี่ยวกับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญ้าแพงโกลา

ความรู้ของเกษตรกรเกี่ยวกับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญ้าแพงโกลา	มีความรู้ถูกต้อง (ร้อยละ)
มาตรฐานสินค้าเกษตร คือการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญ้าแพงโกลาในทุกขั้นตอนการผลิต ตั้งแต่การเริ่มปลูก จนถึงการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อให้ได้ผลผลิตหญ้าแพงโกลาสดหรือแห้งที่เหมาะสมต่อการใช้เลี้ยงสัตว์	98.89
อุปกรณ์การย้ายต้องสะอาดไม่ปนเปื้อนจากวัตถุอันตรายทางการเกษตรและสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ	98.33
พื้นที่การเก็บวัตถุนตรายทางการเกษตร ปุ๋ย สารเคมี ต้องแยกต่างหากจากอย่างอื่น	97.22
วัชพืช (weed) หมายถึง พืชทุกชนิดที่ไม่ต้องการให้พบภายในแปลงพืชที่ต้องการปลูกหญ้าแพงโกลา	96.11
พื้นที่ปลูกหญ้าแพงโกลาต้องเป็นพื้นที่ไม่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนของวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตรายจากสภาพแวดล้อมในระดับที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพสัตว์กรณิพื้นที่ปลูกมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนที่เป็นอันตราย เช่น อยู่ใกล้แหล่งอุตสาหกรรมในระยะเริ่มจัดระบบการผลิตมีการวิเคราะห์ดินอย่างน้อย 1 ครั้ง และเก็บผลวิเคราะห์ไว้เป็นหลักฐาน	96.11
วัตถุนตรายทางการเกษตรที่ใช้ต้องทะเบียนถูกต้องตามกฎหมายและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด	95.56
แหล่งน้ำที่ใช้ปลูกหญ้าแพงโกลาต้องมาจากแหล่งที่ไม่เสี่ยงจากการปนเปื้อนของวัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตรายจากสภาพแวดล้อม ในระดับที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพสัตว์	94.44
การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญ้าแพงโกลาเป็นการปลูกหญ้าแพงโกลาที่ใช้สารเคมีน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น	93.89
ศัตรูพืช (Pest) หมายถึง สิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นอันตรายแก่พืชที่อาจก่อให้เกิดความเสียหาย ได้แก่ โรคพืช แมลง สัตว์ และวัชพืช	93.33

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ความรู้ของเกษตรกรเกี่ยวกับมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับ หญ้าแพงโกลา	มีความรู้ถูกต้อง (ร้อยละ)
ใช้ปุ๋ยเคมีที่ขึ้นทะเบียนกับกรมวิชาการเกษตรกำจัดวัชพืชที่เป็นโรคระบาดที่สำคัญ โดยการนำไปพ่นนอกแปลงการตัดปรับหญ้าแพงโกลาครั้งแรกให้กำหนดระยะ การเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม	92.78
สามารถใช้สารเคมีได้แต่ผู้ปฏิบัติเข้ารับการอบรมเกี่ยวกับความรู้การใช้วัตถุอันตราย ทางการเกษตรที่ถูกต้อง	92.22
วัตถุอันตรายทางการเกษตร (pesticide) หมายถึง วัตถุอันตรายที่ใช้ทางการเกษตร ซึ่งกรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องบัญชี รายชื่อวัตถุอันตรายที่ออกตามความในพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม	92.22
หญ้าแพงโกลาแห้งต้องมีความชื้น ไม่เกินร้อยละ 15	91.67
พื้นที่ปลูกหญ้าแพงโกลาเป็นพื้นที่ที่ถูกต้องตามข้อกำหนดของกฎหมายที่เกี่ยวข้อง	88.89
มีการสำรวจแมลงศัตรูพืชในแปลงหญ้าแพงโกลาเป็นระยะๆ	88.33
วัตถุหรือสิ่งที่เป็นอันตราย (hazardous substances) หมายถึงวัตถุหรือสิ่งอื่นใด ไม่ว่าจะเป็นเคมีภัณฑ์ เชื้อจุลินทรีย์ สารพิษจากจุลินทรีย์ ที่อาจทำให้เกิดอันตราย แก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์สินหรือสิ่งแวดล้อม	87.22
การวางฟ่อนหญ้าในที่เก็บต้องอยู่สูงจากพื้นอย่างน้อย 5 เซนติเมตร	86.67

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านทัศนคติต่อ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา

จากการวิจัย พบว่า เกษตรกรผู้ปลูกหญ้าแพงโกลาที่มีทัศนคติเกี่ยวกับ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา
อยู่ในระดับสูง ที่คะแนนเฉลี่ย 1.79 ซึ่งจะบ่งชี้ถึงเกษตรกรที่มีทัศนคติที่อยู่ในระดับต่ำ คือ การปลูกหญ้า
แพงโกลาต้องปฏิบัติตาม GAP สำหรับหญ้าแพงโกลามีคะแนนที่ 1.63 เป็นทัศนคติที่เกษตรกรสามารถ
ปลูกหญ้าแพงโกลาและจำหน่ายได้ในราคาที่ไม่แตกต่างจากที่ไม่ปฏิบัติตาม GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา
และรองลงมาคือ การผลิตหญ้าแพงโกลาตาม GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาทำให้หญ้าแพงโกลาสามารถ
ส่งออกไปขายต่างประเทศได้ และ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาทำให้ต้นทุนการผลิตหญ้าแพงโกลาของท่าน
เพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่าทัศนคติของเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าอยู่ในระดับที่ควรให้ความสำคัญของ GAP สำหรับ
หญ้าแพงโกลาเพิ่มขึ้นมีการจำหน่ายในราคาที่แตกต่างกันจากการไม่มีการปฏิบัติ (ตารางที่ 2) สรุปได้ว่า เกษตรกร
มีทัศนคติเกี่ยวกับ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาอยู่ในระดับสูง ถึงแม้ว่าเกษตรกรคิดว่าการปลูกหญ้า

แพงโกลาไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP ที่มีระดับคะแนนต่ำที่สุดก็ตาม เพราะการปฏิบัติตามมาตรฐานฯ นั้น จะทำให้ผลผลิตหญาแพงโกลาได้คุณภาพ มีมาตรฐาน ปลอดภัย เหมาะสมต่อการใช้เลี้ยงสัตว์ (กรมปศุสัตว์, 2559) และเมื่อเกษตรกรผลิตหญาแพงโกลาแล้วอาจมีปัญหาไม่สามารถส่งออกหญาขายยังต่างประเทศได้ เนื่องจากไม่ได้ปฏิบัติตามมาตรฐาน GAP สำหรับหญาแพงโกลา ทำให้สามารถจำหน่ายได้ในประเทศที่มีราคาต่ำกว่าการส่งออกทำให้มีรายได้ต่ำกว่า

ตารางที่ 2 ทศนคติของเกษตรกรผู้ปลูกหญาแพงโกลาเกี่ยวกับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญาแพงโกลา

ทศนคติ	ร้อยละของประชากร			ทศนคติ	
	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	คะแนน	ระดับ
1. ท่านเห็นด้วยหรือไม่กับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญาแพงโกลาแล้วทำให้ผู้เลี้ยงสัตว์มีความมั่นใจในคุณภาพหญาแพงโกลา	89.44	10.56	0.00	1.89	สูง
2. ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าเจ้าหน้าที่กรมปศุสัตว์สามารถช่วยเหลือท่านให้สามารถปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญาแพงโกลาได้	89.44	10.56	0.00	1.89	สูง
3. การผลิตหญาแพงโกลาตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีทำให้ผู้ซื้อหญาแพงโกลา มีความคุ้มค่าในการซื้อหญาเลี้ยงสัตว์	88.33	11.67	0.00	1.88	สูง
4. ท่านเห็นด้วยหรือไม่การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญาแพงโกลาทำให้คุณภาพหญาแพงโกลา มีความสม่ำเสมอ	85.00	15.00	0.00	1.85	สูง
5. ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี สามารถควบคุมการแพร่กระจายของวัชพืชได้	83.89	16.11	0.00	1.84	สูง
6. ท่านเห็นด้วยหรือไม่น้ำที่ใช้ทางการเกษตรต้องเป็นแหล่งน้ำที่สะอาด	80.56	18.89	0.55	1.80	สูง
7. ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าแปลงผลิตหญาแพงโกลาเพื่อการจำหน่าย ไม่ควรเลี้ยงสัตว์	85.00	12.22	2.78	1.82	สูง

หรือนำสัตว์เข้ามาเลี้ยงเข้ามาในแปลง					
8.	การผลิตหญ้าแพงโกลาตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ทำให้ท่านมีรายได้เพิ่มขึ้นจากการทำอาชีพผลิตหญ้าแพงโกลา	82.78	16.67	0.56	1.82 สูง
9.	ท่านเห็นด้วยหรือไม่กับการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญ้าแพงโกลาแล้ว ทำให้มีลูกค้าเพิ่มมากขึ้น	81.11	18.33	0.56	1.81 สูง
10.	การปนเปื้อนของสารพิษในแปลงปลูกหญ้าแพงโกลาสามารถทำให้เกิดการปนเปื้อนในผลผลิตหญ้าแพงโกลาได้	82.78	15.00	2.22	1.81 สูง

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ทัศนคติ	ร้อยละของประชากร			ทัศนคติ	
	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	คะแนน	ระดับ
11.	ราคาหญ้าแพงโกลาที่ขายได้จากการผลิตตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีจะดีกว่าการปลูกหญ้าแพงโกลาแบบเดิมที่เคยปฏิบัติมานาน	80.00	17.22	2.78	1.77 สูง
12.	ท่านเห็นด้วยหรือไม่กับคำพูดที่ว่าพืชอาหารสัตว์ที่คุณภาพดี จะมีผลต่อสุขภาพสัตว์ด้วย	76.67	22.78	0.56	1.76 สูง
13.	การผลิตหญ้าแพงโกลาตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีให้ความปลอดภัยต่อตัวท่านและสัตว์มากกว่าการผลิตหญ้าแพงโกลาแบบทั่วไป	73.89	26.11	0.00	1.74 สูง
14.	การรวมกลุ่มผู้ผลิตหญ้าแพงโกลาจะสามารถทำให้ต้นทุนการผลิตหญ้าแพงโกลาลดลงได้	76.11	22.22	1.67	1.74 สูง
15.	ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญ้าแพงโกลา	71.11	27.78	1.11	1.70 สูง

ทำให้ต้นทุนการผลิตหญ้าแพงโกลาของท่านเพิ่มขึ้น						
16.	ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าการผลิตหญ้าแพงโกลาตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีทำให้หญ้าแพงโกลาสามารถส่งออกไปขายต่างประเทศได้	65.56	34.44	0.00	1.66	สูง
17.	ท่านเห็นด้วยหรือไม่ว่าการปลูกหญ้าแพงโกลาต้องปฏิบัติตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี	66.67	30.00	3.33	1.63	สูง
คะแนนความคิดเฉลี่ย					1.79	สูง

- หมายเหตุ ค่าคะแนนระหว่าง 1.34 – 2.00 คะแนน เกษตรกรมีทัศนคติอยู่ในระดับสูง
 ค่าคะแนนระหว่าง 0.67 – 1.33 คะแนน เกษตรกรมีทัศนคติอยู่ในระดับปานกลาง
 ค่าคะแนนระหว่าง 0.00 – 0.66 คะแนน เกษตรกรมีทัศนคติอยู่ในระดับต่ำ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการปฏิบัติตาม GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา

จากการวิจัยพบว่า ในคะแนนเต็ม 2.00 คะแนน เกษตรกรมีคะแนนการปฏิบัติเฉลี่ย 1.57 คะแนน ถือว่าเกษตรกรที่ปฏิบัติตาม GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา มีการปฏิบัติที่เหมาะสมดี เมื่อแยกเป็น

- 1) ด้านการจัดการสุขลักษณะแปลงหญ้าแพงโกลา มีคะแนนเฉลี่ย 1.61 มีการปฏิบัติตาม GAP อยู่ในระดับเหมาะสม
- 2) ด้านการจัดการเครื่องมือและอุปกรณ์การผลิตและปัจจัยการผลิต มีคะแนนเฉลี่ย 1.61 คะแนน มีการปฏิบัติตาม GAP อยู่ในระดับเหมาะสม
- 3) ด้านการจัดการ การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว มีคะแนนเฉลี่ย 1.47 คะแนน มีการปฏิบัติตาม GAP อยู่ในระดับเหมาะสม
- 4) การจัดการ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง มีคะแนนเฉลี่ย 1.56 คะแนน มีการปฏิบัติตาม GAP อยู่ในระดับเหมาะสม

จากการคะแนนการปฏิบัติแต่ละข้อ พบว่า มีบางข้อที่เกษตรกรได้คะแนนปานกลางคือ เกษตรกรเก็บตัวอย่างดินและน้ำส่งวิเคราะห์อย่างน้อย 1 ครั้ง มีคะแนนการปฏิบัติต่ำสุด 1.10 คะแนน เนื่องจากเกษตรกรคิดว่าการส่งตัวอย่างดินและน้ำวิเคราะห์มีความยุ่งยากและไม่จำเป็นและมีค่าใช้จ่ายในการตรวจวิเคราะห์ และการเก็บเกี่ยวหญ้าแพงโกลาอายุไม่เกิน 45 วัน มีคะแนนการปฏิบัติ 1.32 คะแนน ซึ่งเกษตรกรเห็นว่าการตัดหญ้าที่อายุ 45 วัน ทำให้ได้ผลผลิตต่ำเนื่องจากหญ้าแพงโกลามีลำต้นสั้น ดังนั้น

เจ้าหน้าที่ควรให้ความรู้ด้านคุณภาพของหญ้าแพงโกลาที่อายุการตัดต่างๆ และคะแนนการปฏิบัติตาม GAP สูงที่สุดเท่ากับ 1.78 คะแนน คือการอ่านฉลากคำแนะนำและวิธีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชให้ละเอียดก่อนการใช้งานทุกครั้ง

ตารางที่ 3 การปฏิบัติของเกษตรกรตามการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญ้าแพงโกลา

การปฏิบัติ	ร้อยละของประชากร			คะแนนเฉลี่ย	ระดับ
	ปฏิบัติ ทุกครั้ง	ปฏิบัติ บางครั้ง	ไม่ ปฏิบัติ		
	(2)	(1)	(3)		
การจัดการสุขลักษณะแปลงหญ้าแพงโกลา					
1. ท่านได้เก็บตัวอย่างดินและน้ำส่งวิเคราะห์อย่างน้อย 1 ครั้ง	31.11	47.22	21.67	1.10	ปานกลาง
2. ใช้ท่อนพันธุ์ที่มีลักษณะตรงตามพันธุ์ โดยมีแหล่งที่มาที่ชัดเจน เชื่อถือได้	77.78	20.00	2.22	1.76	เหมาะสม
3. จัดเก็บสารเคมีทางการเกษตรไว้ในสถานที่มิดชิดปลอดภัยป้องกันแดดและฝนได้และมีอากาศถ่ายเทสะดวก	74.44	22.78	2.78	1.72	เหมาะสม
4. หลีกเลี่ยงวัตถุอันตรายที่ห้ามใช้ทางการเกษตรตามคู่มือการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญ้าแพงโกลา	75.56	23.89	0.56	1.75	เหมาะสม

ตารางที่ 3 (ต่อ)

การปฏิบัติ	ร้อยละของประชากร			คะแนนเฉลี่ย	ระดับ
	ปฏิบัติ ทุกครั้ง (2)	ปฏิบัติ บางครั้ง (1)	ไม่ ปฏิบัติ (3)		
5. อ่านฉลากคำแนะนำและวิธีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชให้ละเอียดก่อนการใช้งานทุกครั้ง	80.00	18.33	1.67	1.78	เหมาะสม
6. ในการพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ท่านได้สวมชุดป้องกันอันตรายจาก	67.78	24.44	7.78	1.60	เหมาะสม

สารพิษได้แก่เชื้อแอนยวากงกษา ยวหน้ากากผ้าปิดจมูกถุงมือหมวก และรองเท้า						
7.	เตรียมสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อใช้ หมดในคราวเดียวไม่เหลือค้างในถังพ่น สารเคมีในช่วงเช้าหรือเย็นขณะลมสงบ	68.89	20.00	11.11	1.58	เหมาะสม
8.	หลังจากพ่นสารเคมีท่านได้อาบน้ำ สระผมทำความสะอาดร่างกายทันที	77.78	15.00	7.22	1.71	เหมาะสม
9.	หยุดใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชก่อน การตัดหญ้าแวงโกลา ตามระบุไว้ใน ฉลาก	72.78	18.33	8.89	1.64	เหมาะสม
10.	ทิ้งภาชนะบรรจุสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว โดยฝังดินที่มีความลึกมากพอและไม่ เผาทำลาย	68.33	22.78	8.89	1.59	เหมาะสม
11.	หญ้าแวงโกลาที่มีโรคเข้าทำลายต้อง เผาทำลายนอกแปลง	63.33	21.11	15.56	1.48	เหมาะสม
สรุปภาพรวมการจัดการสุขลักษณะแปลงหญ้าแวงโกลา การจัดการเครื่องมือและอุปกรณ์การผลิตแปรรูปปัจจัยการผลิต					1.61	เหมาะสม
12.	หลังจากการใช้งาน ท่านเก็บรักษา อุปกรณ์และเครื่องมือทางการเกษตร ในสถานที่ที่เป็นสัดส่วนปลอดภัยง่าย ต่อการนำไปใช้งานและมีป้ายแสดงไว้ ชัดเจน	67.78	30.00	2.22	1.66	เหมาะสม
13.	ตรวจสอบสภาพเครื่องมือและอุปกรณ์ ทางการเกษตรเช่นเครื่องพ่นสารป้องกัน กำจัดศัตรูพืชอุปกรณ์การเก็บเกี่ยว การขนย้ายก่อนนำไปใช้งาน	73.89	26.11	0.00	1.74	เหมาะสม

ตารางที่ 3 (ต่อ)

การปฏิบัติ	ร้อยละของประชากร			คะแนนเฉลี่ย	ระดับ
	ปฏิบัติ ทุกครั้ง	ปฏิบัติ บางครั้ง	ไม่ ปฏิบัติ		
	(2)	(1)	(3)		

14.	ตรวจซ่อมบำรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ ความพร้อมการเกษตรตามแผนการ บำรุงรักษาที่กำหนดไว้ทั้งบันทึกการ ตรวจซ่อมทุกครั้งลงในแบบบันทึก	67.78	28.89	3.33	1.64	เหมาะสม
15.	ทำความสะอาดเครื่องมืออุปกรณ์และ ภาชนะที่ใช้ขนส่งหญ้าแพงโกลาทุกครั้ง ก่อนการใช้งานและเมื่อใช้งานเสร็จแล้ว	68.33	30.56	1.11	1.67	เหมาะสม
16.	จัดทำรายการของปัจจัยการผลิตที่สำคัญ ประกอบด้วยพันธุ์ปุ๋ยวัตถุดิบทราย ทาง การเกษตรที่ใช้ ระบุรายการ ปริมาณ แหล่งที่มา วัน เดือน ปี ที่จัดซื้อลงใน แบบบันทึก	52.22	30.56	17.22	1.35	เหมาะสม
สรุปภาพรวมการจัดการเครื่องมือและอุปกรณ์การผลิตและปัจจัยการผลิต					1.61	เหมาะสม
การจัดการการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว						
17.	มีการจัดทำปฏิทินการปฏิบัติงานตั้งแต่ การเตรียมดิน การตัดปรับครั้งแรก การดูแลรักษา การให้น้ำ การเก็บเกี่ยว ในระยะเวลาที่เหมาะสม	58.89	25.00	16.11	1.43	เหมาะสม
18.	ตรวจสอบสภาพอากาศก่อนทำการตัด หญ้าแพงโกลา	76.11	21.67	2.22	1.74	เหมาะสม
19.	เก็บเกี่ยวหญ้าแพงโกลาอายุ ไม่เกิน 45 วัน	47.78	36.67	15.56	1.32	ปานกลาง
20.	ตรวจสอบดูแลการปนเปื้อนของวัชพืช ในกองหญ้า	58.33	33.89	7.78	1.51	เหมาะสม
21.	ตรวจสอบสภาพความชื้นของหญ้าแพงโกลา ทุกครั้งก่อนทำการอัดฟ่อนเป็นหญ้าแห้ง โดยความชื้นไม่เกินร้อยละ 15 ของน้ำหนัก	59.44	30.00	10.56	1.49	เหมาะสม
22.	หลังจากการตัดหญ้าได้ทำการเกลี่ย กระจายหญ้าอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง	57.22	34.44	8.33	1.49	เหมาะสม
23.	ในกรณีที่ตากหญ้าบนลานได้ทำการทำ ความสะอาดลานตากอย่างดี ปราศจาก ลวด เชือก ดิน หิน กรวด	52.22	28.89	18.89	1.33	ปานกลาง
สรุปภาพรวม การจัดการ การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว					1.47	ปานกลาง

ตารางที่ 3 (ต่อ)

การปฏิบัติ	ร้อยละของประชากร			คะแนนเฉลี่ย	ระดับ	
	ปฏิบัติ ทุกครั้ง	ปฏิบัติ บางครั้ง	ไม่ ปฏิบัติ			
	(2)	(1)	(3)			
การจัดการ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง						
24.	สถานที่เก็บหญ้าแพงโกลาแห้งไว้ต่างหากกับโรงเก็บรักษาภาชนะบรรจุวัตถุดิบตรายทางการเกษตร เช่น ปุ๋ย สารเคมี	74.44	17.22	8.33	1.66	เหมาะสม
25.	โรงเก็บหญ้ามีลักษณะอากาศถ่ายเทสะดวก ไม่อยู่ใกล้แหล่งปฏิกูล สามารถป้องกันแสงแดด ฝน และ แมลงต่างๆ เข้าทำลาย	75.56	15.00	9.44	1.66	เหมาะสม
26.	วางฟ่อนหญ้าแห้งบนแคร่สูงจากพื้นไม่ต่ำกว่า 5 ซม.	58.89	27.22	13.89	1.45	เหมาะสม
27.	จัดเรียงฟ่อนหญ้าอย่างเป็นระเบียบ จัดเรียงฟ่อนหญ้าตามเกรด จัดเรียงหญ้าที่เก็บเกี่ยวใหม่เข้าไว้ด้านใน	67.78	20.00	12.22	1.56	เหมาะสม
28.	มีการป้องกันเพื่อไม่ให้หญ้ามีความชื้นเพิ่มขึ้นระหว่างการขนย้าย	68.89	22.22	8.89	1.60	เหมาะสม
29.	มีการบันทึกข้อมูลการได้มาและการใช้วัตถุดิบตรายทางการเกษตรข้อมูลผู้รับซื้อผลผลิต หรือแหล่งที่นำผลิตผลแต่ละรุ่นไปจำหน่าย	61.11	23.33	15.56	1.46	เหมาะสม
สรุปภาพรวมการจัดการ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง					1.56	เหมาะสม
คะแนนการปฏิบัติเฉลี่ย					1.57	เหมาะสม

- หมายเหตุ

ค่าคะแนนระหว่าง 1.34 – 2.00 คะแนน เกษตรกรมีการปฏิบัติ GAP อยู่ในระดับเหมาะสม

ค่าคะแนนระหว่าง 0.67 – 1.33 คะแนน เกษตรกรมีการปฏิบัติ GAP อยู่ในระดับปานกลาง

ค่าคะแนนระหว่าง 0.00 – 0.66 คะแนน เกษตรกรมีการปฏิบัติ GAP อยู่ในระดับต่ำ

ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่อพยากรณ์คะแนนการปฏิบัติตาม GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาของเกษตรกร

จากสมมติฐานว่า อายุ เพศ สถานภาพ การศึกษา จำนวนสมาชิกในครอบครัว ประสบการณ์ในการปลูกหญ้าแพงโกลา ทักษะต่อการปฏิบัติ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา และความรู้ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา มีผลต่อคะแนน GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธีการคัดเลือกตัวแปรแบบขั้นตอน (Stepwise Selection) พบว่า มีตัวแปรอิสระ 3 ตัว คือ จำนวนสมาชิกในครอบครัว ทักษะต่อ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา และความรู้ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา มีความสัมพันธ์กับคะแนนการปฏิบัติ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.62 และการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัวจะมีผลต่อคะแนน GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา ร้อยละ 38.90 และถ้าใช้ตัวแปรอิสระทั้ง 3 ตัวไปพยากรณ์คะแนน GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาจะมีความคลาดเคลื่อน 5.69 และสามารถพยากรณ์คะแนน GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการถดถอยพหุคูณการปฏิบัติตาม GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{การปฏิบัติตาม GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา} &= 0.55 (\text{ทักษะต่อ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา}) \\ &+ 0.33 (\text{ความรู้ GAP หญ้าแพงโกลา}) \\ &- 0.70 (\text{จำนวนสมาชิกในครอบครัว})\end{aligned}$$

จากสมการอธิบายได้ว่า ถ้าทักษะต่อ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาเพิ่มขึ้น 1 คะแนน จะทำให้คะแนนการปฏิบัติตาม GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาเพิ่มขึ้น 0.55 คะแนน ถ้าความรู้ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาเพิ่มขึ้น 1 คะแนน จะทำให้คะแนนการปฏิบัติตาม GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาเพิ่มขึ้น 0.33 คะแนน และถ้าจำนวนสมาชิกในครอบครัว เพิ่มขึ้น 1 คน จะทำให้คะแนนการปฏิบัติตาม GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาลดลง 0.70 คะแนน (ตารางที่ 4) จะเห็นว่าหากจำนวนสมาชิกในครอบครัวเพิ่มขึ้นจะทำให้การปฏิบัติตาม GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา จะมีระเบียบขั้นตอนในการปฏิบัติตั้งแต่การเริ่มปลูกไปจนถึงการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งจะต้องมีความรู้และได้รับการฝึกอบรม และมีคู่มือการปฏิบัติตาม GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา หากจำนวนสมาชิกในครอบครัวมีมากจะทำให้การปฏิบัติมีความซับซ้อนมากกว่าจำนวนสมาชิกในครอบครัวจำนวนน้อยราย

จากผลการศึกษา พบว่าเมื่อจำนวนสมาชิกในครอบครัวเพิ่มมากขึ้น จะส่งผลให้คะแนนการปฏิบัติตาม GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาตลง ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากเมื่อจำนวนสมาชิกในครอบครัวเพิ่มขึ้น ทำให้มีโอกาสดำเนินการศึกษา ความรู้ หรือข้อมูลข่าวสารน้อยลง โดยวิวัฒน์ (2554) รายงานค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบผกผันกันระหว่างจำนวนแรงงาน ระดับการศึกษา การเข้ารับการฝึกอบรม และการติดต่อเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ซึ่งจากผลการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานด้านประชากร สภาพเศรษฐกิจ และสังคมของกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตหญ้าแพงโกลาครั้งนี้ พบว่า ร้อยละ 49.72 ของกลุ่มเกษตรกรที่ศึกษามีระดับการศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6 และอีกกว่าร้อยละ 40 มีการศึกษาต่ำกว่าระดับปริญญาตรี อย่างไรก็ตามในรายงานผลการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่อพยากรณ์คะแนนการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับหญ้าแพงโกลา

ตัวพยากรณ์	b	SE ^b	t	Significant
ค่าคงที่ (Constant)	-5.62	3.52	-1.58	ns
ทัศนคติต่อ GAP แพงโกลา	0.55	0.08	6.63	**
ความรู้ GAP แพงโกลา	0.33	0.12	2.77	**
สมาชิกในครอบครัว	-0.70	0.27	-2.65	**
อายุ	0.41	0.56	0.73	ns
เพศ	-0.50	1.04	-0.48	ns
สถานภาพ	-0.60	0.44	-1.36	ns
การศึกษา	-0.55	0.32	-1.73	ns
ประสบการณ์	-0.14	0.10	-1.35	ns

- $R = 0.62, R^2 = 0.39, SEE_{est} = 5.69, ** p\text{-value} < 0.05, ^{ns} p\text{-value} > 0.05$

ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะของเกษตรกรผู้ปลูกหญ้าแพงโกลา

- ด้านการตลาด เกษตรกรไม่มั่นใจในตลาดและราคาหญ้าแพงโกลาที่ผลิตตามมาตรฐานการปฏิบัติ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของอนุวัฒน์ และคณะ (2553) พบว่าหากราคาของข้าวโพดฝักอ่อนที่ผลิตจากการที่ปฏิบัติตามหลักการเกษตรที่ดีที่เหมาะสม และจากการไม่ปฏิบัติตามหลักการเกษตรที่ดีที่เหมาะสม มีความแตกต่างกันจะเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรเลือกมาปฏิบัติตามหลักการเกษตรที่ดีที่เหมาะสมมากขึ้น

- ด้านการจัดการ เนื่องจากสภาพภูมิอากาศแปรปรวนและการจัดการด้านเครื่องจักรกลที่ใช้ร่วมกันของกลุ่ม ปริมาณเครื่องจักรไม่เพียงพอต่อพื้นที่ปลูกของสมาชิก จึงไม่สามารถตัดหญ้าที่อายุ 45 วัน

ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้เป็นข้อกำหนดหลักได้ ข้อเสนอแนะ เกษตรกรต้องการให้เจ้าหน้าที่แนะนำการจดบันทึกการปฏิบัติ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาให้เกษตรกรเข้าใจง่ายและนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง

สรุปผลการทดลอง

1. เกษตรกรผู้ผลิตหญ้าแพงโกลามีความรู้ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาอยู่ในระดับเหมาะสมดีมาก
2. ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา ได้แก่ ทศนคติต่อ GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา ความรู้เรื่อง GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา และจำนวนสมาชิกในครอบครัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
3. ปัญหาที่เกษตรกรผู้ผลิตหญ้าแพงโกลาไม่มั่นใจในด้านการตลาดและราคาหญ้าแพงโกลาที่ผลิตตาม GAP สำหรับหญ้าแพงโกลา คือ ด้านการจัดการเนื่องจากสภาพภูมิอากาศแปรปรวนและการจัดการด้านเครื่องจักรกลที่ใช้ร่วมกันของกลุ่มปริมาณเครื่องจักรไม่เพียงพอต่อพื้นที่ปลูกของสมาชิก จึงไม่สามารถตัดหญ้าที่อายุ 45 วัน ได้ และข้อเสนอแนะเกษตรกรต้องการให้เจ้าหน้าที่แนะนำการจดบันทึก GAP สำหรับหญ้าแพงโกลาให้เข้าใจง่ายและนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง

เอกสารอ้างอิง

- กรณิกา ศรีสัย. 2549. ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเกษตรกรที่ดีเหมาะสมของผู้ปลูกส้มเขียวหวานในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- กังวาน ธรรมแสง และ วรพงษ์ สุริยภัทร. 2554. ศักยภาพการผลิตพืชอาหารสัตว์และเมล็ดพันธุ์ในประเทศไทย. แก่นเกษตร 39 : 191-196.
- กรมปศุสัตว์. 2549. หญ้าแพงโกลา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กรมปศุสัตว์. 2554. พืชอาหารสัตว์พันธุ์ดี. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กรณิกาศรีสัย. 2549. ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเกษตรกรที่ดีเหมาะสมของผู้ปลูกส้มเขียวหวานในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- จาตุรนต์ สุวรรณปิ่น. 2550. ปัจจัยที่มีผลต่อการได้รับรองแหล่งผลิตเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกมะม่วง อำเภอฟัว จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นิตยาฮ่อไทยสงค์. 2551. การยอมรับการใช้เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับการผลิตมังคุดของเกษตรกรตำบลสองพี่น้องอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นพวรรณ ชมชัย. 2553. คู่มือการผลิตหญ้าแฝกกล้าแห้งคุณภาพดี. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- วิวัฒน์ ไชยชะอุ่ม. 2548. “แฝกกล้า”พืชเศรษฐกิจใหม่ของชัยนาทใช้น้ำน้อยผลตอบแทนสูง.”วารสารข่าวสารพืชอาหารสัตว์ 10 (3): 40.
- วิวัฒน์ ภู่อ้อม. 2554. ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับการใช้เกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกผักในอำเภอบัวชุม จังหวัดราชบุรี. การประชุมวิชาการนานาชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางการเกษตร ครั้งที่ 1 21-22 กรกฎาคม 2554 แหล่งที่มา: <http://photharam.ratchaburi.doe.go.th/primages/ICAST2011-O-08.pdf>, 11 กรกฎาคม 2559.
- ศราวุธ เหล่าอนุสรณ์. 2548. ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตผักตามระบบการเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกรศูนย์พัฒนาโครงการหลวงหนองหอย จังหวัดเชียงใหม่ การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. 2556. รายงานข้อมูลกลุ่มเกษตรกรนาหญ้าที่ผลิตเสบียงสัตว์จำหน่ายปี 2555 (เอกสารอัดสำเนา). สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2546. การศึกษาความเป็นไปได้ของการปลูกหญ้าแฝกกล้าเชิงธุรกิจโดยกลุ่มเกษตรกรในเขตพื้นที่ชลประทาน. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อิศรัฎฐ์ รินไธสง. 2556. สถิติสำหรับการวิจัยทางการศึกษา. แหล่งที่มา www.edu.tsu.ac.th/.../บทที่%2018%20การวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์, 11 กันยายน 2559.
- อดิศักดิ์ พรหมเมืองดี. 2553. ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติตามระบบเกษตรดีที่เหมาะสมของเกษตรกรผู้ปลูกกะหล่ำปลีในตำบลบ่อสลิ อำเภอสอด จังหวัดเชียงใหม่. การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร สาขาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อมรเทพ ถิ่นจันทร์ฉาย. 2555. การประเมินความรู้และการปฏิบัติของเกษตรกรในการผลิตส้มที่มีการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี ตำบลแม่ยาว อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงใหม่. การประชุมเสนอ

ผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 2 แหล่งที่มา
http://www.stou.ac.th/thai/grad_stdy/Masters/, 12 กรกฎาคม 2559.

- อนุวัฒน์ รัตนชัย ธนัญญา วสุศรี วาริช ศรีละออง กฤติกา ต้นประเสริฐ และศิริชัย กัลป์ยานรัตน์. 2553. การวิเคราะห์โลจิสติกส์ขาเข้าของข้าวโพดฝักอ่อนในภาคตะวันตกและภาคกลางของประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 41 (พิเศษ): 179-183.
- อัญชลี กุณพงศ์. 2548. ปัจจัยที่มีผลต่อการปฏิบัติของเกษตรกรผู้ปลูกลำไยตามระบบการจัดการคุณภาพของเกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับลำไยในจังหวัดลำพูน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

การศึกษาระบบการจัดการอาหาร ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะเนื้อในจังหวัดชัยนาท

วชิรวิทย์ พิววงศ์^{1/} ศุภลักษณ์ ฮาร์ริสัน^{2/} อัครวิน สายเชื้อ^{3/}

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบการจัดการอาหาร ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะเนื้อในจังหวัดชัยนาท จำนวน 85 ราย สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ผลการวิจัยพบว่าเกษตรกรนิยมเลี้ยงแพะแบบผสมผสานระหว่างยืนคอกและไล่ทุ่งมากที่สุด 50 ราย รองลงมาคือแบบไล่ทุ่งจำนวน 30 รายและแบบยืนคอกจำนวน 5 รายตามลำดับ ข้อมูลทั่วไปทั้งสามรูปแบบมีความคล้ายคลึงกันโดยส่วนใหญ่เกษตรกรเป็นเพศชาย อายุระหว่าง 51-60 ปี มีประสบการณ์เลี้ยงต่ำกว่า 5 ปี ทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ เกษตรกรอยู่ในระดับประถมศึกษา จำนวนสมาชิก 4 คน เป็นแรงงานได้ 2 คน ส่วนใหญ่ถือครองที่ดินของตนเองเฉลี่ย 1-5 ไร่ เกษตรกรมีพืชอาหารสัตว์เพียงพอสำหรับเลี้ยงแพะตลอดทั้งปี ทั้งนี้เนื่องจากจังหวัดชัยนาทอยู่ในเขตชลประทานทำให้มีความสมบูรณ์ของพืชต่างๆตามแหล่งสาธารณะ อีกทั้งยังมีวัสดุเศษเหลือตามท้องถิ่นที่สามารถนำมาเลี้ยงแพะได้อีกด้วย ด้านต้นทุนการผลิตพบว่าการเลี้ยงแบบยืนคอกมีต้นทุนเฉลี่ยต่อตัวสูงสุดคือ 1,029 บาทต่อตัวต่อเดือน รองลงมาคือการเลี้ยงแบบผสมผสานและไล่ทุ่งเฉลี่ย 286 และ 83 บาทต่อตัวต่อเดือน อย่างไรก็ตามเมื่อทำการขายแพะกลับพบว่าการเลี้ยงทั้งสามรูปแบบทำให้เกษตรกรมีกำไรใกล้เคียงกัน โดยการเลี้ยงแบบผสมผสานมีกำไรมากที่สุดเฉลี่ย 484 บาทต่อตัวต่อเดือน รองลงมาคือ ไล่ทุ่งและแบบยืนคอกเฉลี่ย 442 และ 389 บาทต่อตัวต่อเดือน ตามลำดับ ปัญหาด้านอาหารสัตว์แบบยืนคอกและแบบผสมผสานส่วนใหญ่คือ อาหารข้น/อาหารสำเร็จมีราคาแพง ส่วนการเลี้ยงแบบไล่ทุ่งคือ ไม่มีพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์ ปัญหาด้านการเลี้ยงของทั้งสามรูปแบบเหมือนกันคือขาดวัคซีนและเวชภัณฑ์

คำสำคัญ : การจัดการอาหาร ต้นทุน แพะเนื้อ จังหวัดชัยนาท

เลขทะเบียนวิจัย : 59(1)-0514-003

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์มหาสารคาม อำเภอมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

^{2/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สระแก้ว อำเภอลองหาด จังหวัดสระแก้ว

^{3/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

The study on feed management system cost and economic return of meat goat in the Chai Nat province

Vachiravit Pichawong^{1/} Supaluck Harrison^{2/} Autawin Saichuer^{3/}

Abstract

The objectives of this research were to study on feed Management System, Cost and Compensation of Meat Goat in the Chai Nat Province. The number of 85 goat farmers was structural questionnaire by interview. The statistics used for data analysis were percentage and means values. The result revealed most of interviewed distribute 3 inform farming as 1. Free-range system (30 farmer) 2. Cage system (5 farmer) and 3. Integrate system (50 farmer). The information of farmers were male 51-60 years of age. They were experience below 5 years and almost were Buddhist. The several farmers were graduated in primary education and were family number average 4 men that were labor average 2 men. They were goat farming to main career and secondary were rice farming. The several farmers were own land to farm had average 1-5 RAI. The farmer still had feeding all the year because of chai Nat province in irrigation so they had feed in public and remnant raw material. The cost of production show that he cage system several high invest 1,029 bath/head/month Secondary were Integrate system 286 bath/had/month Finally were Free-range system 83 bath/had/month. But when selling the tree system farmer had equal profit that Integrate system had higher profit 484 bath/had/month secondary were cage system 442 bath/had/month and finally were Free-range system 389 bath/had/month. The first feed management problem of cage system and Integrate system were high price of concentrate and commercial feed. The tree system were on area for planting. The first production problem of all three system were sufficient Vaccine and Medical.

Keywords: feed management, cost meat, goat Chai Nat Province

Registered No.: 59(1)-0514-003

^{1/} Mahasarakham Animal Nutrition Research and Development Center, Chiang Yuen, Mahasarakham.

^{2/} Sa Kaeo Animal Nutrition Research and Development Center, Kong Had, Sa Kaeo.

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

คำนำ

แพะเนื้อถือเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทยไม่แพ้ปศุสัตว์อื่นๆ เนื่องจากความต้องการบริโภคมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น ปัจจุบันแพะเนื้อเป็นสัตว์ที่นิยมเลี้ยงทั่วทุกภาค จากข้อมูลของงานแพะแห่งชาติครั้งที่ 10 (สำนักส่งเสริมและพัฒนาการปศุสัตว์, 2556) พบว่า ประชากรแพะเนื้อในประเทศไทยมี 461,814 ตัว มีเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ 47,467 ครัวเรือน โดยการเลี้ยงแพะจะหนาแน่นในภาคใต้เนื่องจากเป็นแหล่งบริโภคใหญ่ สำหรับเขตภาคกลางถือว่าเป็นแหล่งผลิตแพะพันธุ์ดี ประชากรแพะประมาณ 60,735 ตัว มีเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ 1,674 ครัวเรือน โดยเลี้ยงมากที่จังหวัด นครสวรรค์ ลพบุรี และสระบุรี เป็นต้น สำหรับจังหวัดชัยนาทเริ่มมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้น เกษตรกรให้ความสนใจเลี้ยงเพิ่มขึ้น ปัจจุบันมีประชากรแพะเนื้อประมาณ 10,147 ตัว และมีเกษตรกร 85 ราย (สำนักงานปศุสัตว์ชัยนาท, 2557) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ประชากรแพะต่อภาคกลาง 16.71 เปอร์เซ็นต์ และเกษตรกร 5.32 เปอร์เซ็นต์ จังหวัดชัยนาทมีความพร้อมในการส่งเสริมและขยายอาชีพการเลี้ยงแพะ อันประกอบด้วยหน่วยผสมเทียมของกรมปศุสัตว์ 9 หน่วย โรงฆ่าสัตว์ใหญ่ 1 แห่ง ซึ่งมีกำลังผลิต 50-60 ตัวต่อวัน โรงฆ่าสัตว์เล็ก 4 แห่ง และสถานที่กักกันสัตว์มาตรฐาน 1 แห่ง ถือได้ว่าจังหวัดชัยนาทมีความพร้อมด้านจุลยุทธศาสตร์ในด้านการผลิตและขนส่ง พร้อมเป็นแหล่งผลิตแพะเนื้อต้นน้ำส่งไปยังภาคกลางและภาคใต้อย่างเต็มที่ตามแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาด้านปศุสัตว์ 4 ปี ปีงบประมาณ 2556-2559 ด้านการตลาดพบว่าผู้บริโภคยังคงมีความต้องการเนื้อแพะอย่างต่อเนื่อง โดยตลาดรับซื้อยังขยายทั้งภายในและต่างประเทศเพิ่มขึ้น ถือเป็นโอกาสดีที่จะทำการส่งเสริมการผลิตแพะเนื้อในจังหวัดชัยนาท อย่างไรก็ตามการพัฒนาหรือการส่งเสริมการเลี้ยงแพะในจังหวัดชัยนาทจำเป็นต้องมีข้อมูลพื้นฐานด้านระบบการเลี้ยงและการจัดการอาหาร ต้นทุนและผลตอบแทนในการเลี้ยงแพะ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเลี้ยงสัตว์ให้ประสบผลสำเร็จ ดังนั้นการศึกษานี้จะเป็นข้อมูลเพื่อนำไปใช้ส่งเสริมเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะเนื้อตลอดจนใช้วางแผนการผลิตและพัฒนาอาชีพการเลี้ยงแพะเนื้อของเกษตรกรในจังหวัดชัยนาททำให้เกิดความมั่นคงแบบยั่งยืนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถามแบบปลายปิด (Close-ended Question) สำหรับสำรวจข้อมูลพื้นฐานทั่วไป การจัดการด้านอาหารสัตว์และปัญหาอุปสรรค ส่วนแบบสอบถามแบบปลายเปิด (Open-ended Question) ใช้สำรวจข้อมูลต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะเนื้อ 85 ราย ในจังหวัดชัยนาท ระยะเวลาดำเนินการ เดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2560

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป รูปแบบการเลี้ยง การจัดการด้านอาหารสัตว์ ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ ผู้วิจัยใช้การเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) มีจำนวนประชากร 85 ราย จากนั้นทำการออกแบบสัมภาษณ์ ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะเนื้อ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการเลี้ยง การจัดการอาหารสัตว์

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านต้นทุนและผลตอบแทนของเกษตรกรในการเลี้ยงแพะเนื้อ

ส่วนที่ 4 ข้อมูลด้านปัญหาและอุปสรรคของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะเนื้อ

นำแบบสัมภาษณ์ที่ได้มาปรับปรุงโดยปรึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์ของผู้วิจัย กับที่ปรึกษา ด้านสังคมศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทดสอบความเที่ยงตรงและความถูกต้องของแบบสัมภาษณ์ ก่อนนำไปทดสอบกับเกษตรกร

2) ข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ค้นหาและรวบรวมจากรายงานการศึกษาเอกสาร และข้อมูลของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมปศุสัตว์ สถาบันการศึกษาต่างๆ เป็นต้น

การวิเคราะห์สถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ค่าเฉลี่ยร้อยละ ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ เกษตรกร

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะเนื้อ

จากการสำรวจเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะเนื้อในจังหวัดชัยนาท สามารถแบ่งรูปแบบการเลี้ยงได้เป็น 3 รูปแบบ โดยรูปแบบที่นิยมเลี้ยงมากที่สุดคือ แบบผสมผสานมีจำนวน 50 ราย รองลงมา คือ การเลี้ยงแบบไล่ทุ่ง มีจำนวน 30 ราย และสุดท้ายคือรูปแบบยืนคอก มีจำนวน 5 ราย

การเลี้ยงแบบผสมผสานหมายถึงการเลี้ยงแพะที่เกษตรกรจะปล่อยไล่ทุ่งบ้างและขังคอกบ้างตามความสะดวกของเกษตรกร เช่น ในฤดูเพาะปลูกข้าวเกษตรกรก็จะปล่อยแพะไล่ทุ่งให้ยืนคอกแทน เพราะนอกจากแพะจะทำให้แปลงข้าวของเกษตรกรท่านอื่นเสียหายแล้ว แพะยังอาจกินหญ้าที่ปนเปื้อนยากำจัด

วิชาชีพอีกด้วย เกษตรกรมีการตัดหญ้าสด กระถินสดเสริมให้แพะกินตอนเย็นหลังจากตอนแพะกลับคอก ส่วนมากมีการปลูกหญ้าเอง มีการใช้วัสดุเศษเหลือบ้างตามแต่จะหาได้ในท้องถิ่น

การเลี้ยงแบบไล่ทุ่งหรือการเลี้ยงแบบปล่อย เกษตรกรมักปล่อยแพะให้ออกหากินอาหารในเวลา กลางวันโดยเจ้าของจะคอยดูแลตลอดเวลาหรือเป็นบางเวลาเท่านั้น การเลี้ยงแบบนี้ที่นิยมเลี้ยงกันมากใน บ้านเราเพราะเป็นการเลี้ยงที่ประหยัด ต้องระมัดระวังอย่าให้แพะเที่ยวทำความเสียหายให้แก่พืชเกษตรกร แพะปลูก ทั้งนี้เพราะแพะกินพืชได้หลายชนิด การปล่อยแพะออกหากินอาหารกินไม่ควรปล่อยเวลาที่ แดดร้อนจัดหรือฝนตก เพราะแพะอาจจะเจ็บป่วยได้ โดยปกติเกษตรกรมักปล่อยแพะหากินอาหาร ตอนสายแล้วไล่ตอนกลับเข้าคอกตอนเที่ยง หรือปล่อยแพะออกหากินอาหารกินตอนบ่ายแล้วไล่ตอนกลับ เข้าคอกตอนเย็น หากพื้นที่มีหญ้าอุดมสมบูรณ์แพะจะกินอาหารเพียง 1-2 ชั่วโมง ก็เพียงพอแล้ว

การเลี้ยงแบบยืนคอก คือ เกษตรกรขังแพะไว้ในคอกตลอด โดยเกษตรกรมีหน้าที่หาอาหารมาเลี้ยง แพะที่คอก รูปแบบนี้ส่วนมากเกษตรกรจะขังแพะเพื่อจำหน่าย เกษตรกรมีการปลูกหญ้าเอง เช่น หญ้าเนเปียร์หรือแพงโกลา คอกต้องมีน้ำและเสริมอาหารชั้นตลอดเพื่อเร่งการเจริญเติบโต การเลี้ยงวิธีนี้ ประหยัดพื้นที่และแรงงานในการดูแลแพะ แต่ต้องลงทุนสูง (วินัย, 2538)

ข้อมูลทั่วไปของแบบผสมผสานพบว่า เป็นเพศชาย (ร้อยละ 64.00) มีอายุระหว่าง 51-60 ปี (ร้อยละ 36.00) ทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ ระดับการศึกษาอยู่ในชั้นประถม (ร้อยละ 36.00) เกษตรกร มีประสบการณ์เลี้ยงต่ำกว่า 5 ปี (ร้อยละ 62.00) มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน 4 คน (ร้อยละ 36.00) ส่วนใหญ่เป็นแรงงานได้ 2 คน (ร้อยละ 44.00) อาชีพหลักของเกษตรกรคือเลี้ยงแพะ (ร้อยละ 44.00) ที่ดิน ที่ถือครองเพื่อการเลี้ยงแพะเป็นของตนเอง (ร้อยละ 98.00) เฉลี่ย 1-5 ไร่ (ร้อยละ 68.00) เกษตรกรไม่ได้ กู้เงินเพื่อมาลงทุนเลี้ยงแพะ (ร้อยละ 84.00)

ข้อมูลทั่วไปของแบบไล่ทุ่งพบว่า เป็นเพศชาย (ร้อยละ 66.66) มีอายุระหว่าง 51-60 ปี (ร้อยละ 33.33) ทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ ระดับการศึกษาอยู่ในชั้นประถม (ร้อยละ 50.00) เกษตรกรส่วนมาก มีประสบการณ์เลี้ยงไม่เกิน 5 ปี (ร้อยละ 56.67) มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน 4 คน (ร้อยละ 30.00) ส่วนใหญ่เป็นแรงงานได้ 2 คน (ร้อยละ 60.00) อาชีพหลักของเกษตรกรคือเลี้ยงแพะ (ร้อยละ 50.00) รองลงมาประกอบอาชีพทำนา (ร้อยละ 43.33) ที่ดินที่ถือครองเพื่อการเลี้ยงแพะทั้งหมดเป็นของตนเอง เฉลี่ยประมาณ 1-5 ไร่ (ร้อยละ 86.67) เกษตรกรไม่ได้กู้เงินเพื่อมาลงทุนเลี้ยงแพะ (ร้อยละ 63.33)

ข้อมูลทั่วไปของแบบยืนคอกพบว่า เกษตรกรทั้งหมดเป็นเพศชาย มีอายุระหว่าง 41-50 ปี (ร้อยละ 60.00) ทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ ระดับการศึกษาอยู่ในชั้นประถมและมัธยมต้น (ร้อยละ 40.00) เท่ากัน เกษตรกรมีประสบการณ์เลี้ยงไม่เกิน 5 ปี (ร้อยละ 80.00) มีจำนวนสมาชิกในครัวเรือน 4 คน (ร้อยละ 60.00) ส่วนใหญ่เป็นแรงงานได้ 2 คน (ร้อยละ 40.00) อาชีพหลักของเกษตรกรคือเลี้ยงแพะ (ร้อยละ 60.00) รองลงมาประกอบอาชีพทำนา (ร้อยละ 40.00) ที่ดินที่ถือครองเพื่อการเลี้ยงแพะเป็นของ ตนเองเฉลี่ยประมาณ 1-5 ไร่ (ร้อยละ 80.00) เกษตรกรไม่ได้กู้เงินเพื่อมาลงทุนเลี้ยงแพะ (ร้อยละ 60.00)

จากผลการสำรวจจะเห็นได้ว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะมีอายุไม่เกิน 30 ปี มีจำนวนอยู่ในอันดับสอง เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับหลายปีที่ผ่านมา นั้นแสดงว่าอาชีพการเลี้ยงแพะเป็นที่นิยมเลี้ยงเพิ่มขึ้นในหมู่เกษตรกร

รุ่นใหม่ ซึ่งพร้อมยอมรับความรู้และเทคโนโลยีจากหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนถ่ายทอดให้ สอดคล้องกับ
 ขมพรรช (2557) ทำการวิเคราะห์เครือข่ายสังคมการค้าแพะเนื้อในจังหวัดชัยนาท จำนวน 66 ฟาร์ม พบว่า
 ส่วนมากเกษตรกรมีอายุตั้งแต่ 20 ถึง 72 ปี เฉลี่ย 48.83 ปี มีประสบการณ์ระหว่าง 0.25 ถึง 12 ปี ทั้งหมด
 นับถือศาสนาพุทธ 2 ใน 3 ของเกษตรกรเลี้ยงแพะเป็นอาชีพเสริม เกษตรกรเลี้ยงแพะในบริเวณที่อยู่อาศัย
 ร้อยละ 84.2 เลี้ยงแพะเพื่อผลิตแพะพันธุ์และแพะขุนร่วมกัน และร้อยละ 10.5 เลี้ยงเพื่อผลิตแพะขุนเพียง
 อย่างเดียว

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของเกษตรกร

รายการ	ผสมผสาน		ไล่ทุ่ง		ยืนคอก	
	ราย	ร้อยละ	ราย	ร้อยละ	ราย	ร้อยละ
เพศ						
ชาย	31	64.00	20	66.66	5	100.00
หญิง	19	38.00	10	50.00		
อายุ						
ต่ำกว่า 30 ปี	14	28.00	8	26.67	1	20.00
31 – 40 ปี	12	24.00	4	13.33	1	20.00
41 – 50 ปี	2	4.00	5	16.67	3	60.00
51 – 60 ปี	18	36.00	10	33.33		
61 ปีขึ้นไป	4	8.00	3	10.00		
ศาสนา						
พุทธ	50	100	30	100	5	100

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการ	ผสมผสาน		ไล่ทุ่ง		ยืนคอก	
	ราย	ร้อยละ	ราย	ร้อยละ	ราย	ร้อยละ
การศึกษา						
ประถม	18	36.00	15	50.00	2	40
มัธยมศึกษาตอนต้น	11	22.00	5	16.67	2	40
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	12	24.00	4	13.33	1	20
ปวส./อนุปริญญา	5	10.00	4	13.33	-	-

ปริญญาตรี	4	4.00	2	6.67	-	-
ประสบการณ์ในการเลี้ยง						
ไม่เกิน 5 ปี	31	62.00	17	56.67	4	80.00
5 – 10 ปี	11	22.0	8	26.67	1	20.00
11 – 15 ปี	5	10.00	2	6.67	-	-
16 – 20 ปี	1	2.00	3	10.00	-	-
20 ปีขึ้นไป	2	4.00	-	-	-	-
จำนวนสมาชิกในครัวเรือน						
2 คน	5	10	7	23.33	-	-
3 คน	6	12	4	13.33	1	20
4 คน	18	36	9	30.00	3	60
5 คน	15	30	4	13.33	1	20
6 คน ขึ้นไป	6	12	6	20.00	-	-
จำนวนสมาชิกที่เป็นแรงงาน						
1 คน	10	20.00	51	16.67	2	40.00
2 คน	22	44.00	18	60.00	2	40.00
3 คน	11	22.00	2	6.67	-	-
4 คน	7	14.00	5	16.67	1	20.00
อาชีพหลัก						
ทำนา	16	32.00	13	43.33	2	40.00
ค้าขาย	2	4.00	-	-	-	-
ทำฟาร์มแพะ	22	44.00	15	50.00	3	60.00
รับราชการ	3	6.00	1	3.33	-	-
พนักงานบริษัท/เอกชน	6	12.00	-	-	-	-
อื่นๆ	1	2.00	1	3.33	-	-
การถือครองที่ดินเพื่อการเลี้ยงแพะ						
ของตนเอง	49	98.00	30	100	4	80.00
เช่า	1	2.00			1	20.00

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการ	ผสมผสาน		ไล่ทุ่ง		ยืนคอก	
	ราย	ร้อยละ	ราย	ร้อยละ	ราย	ร้อยละ

จำนวนพื้นที่เลี้ยงแพะ						
1-5 ไร่	34	68.00	26	86.67	4	80.00
6-10 ไร่	-	-	-	-	1	20.00
11-15 ไร่	8	16.00	2	6.67	-	-
16-20 ไร่	2	4.00	1	3.33	-	-
21 ไร่ขึ้นไป	5	10.00	1	3.33	-	-
การกู้เงินเพื่อลงทุนเลี้ยงแพะ						
ไม่กู้	42	84.00	19	63.33	3	60.00
กู้	8	16.00	11	36.67	2	40.00

ข้อมูลการจัดการด้านอาหารสัตว์และรูปแบบการเลี้ยง

การเลี้ยงแบบผสมผสานพบว่าเป็นการเลี้ยงเพื่อผลิตทั้งลูกแพะและแพะขุนเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 74.00) วิธีการจำหน่ายส่วนมากชั่งน้ำหนักตัวขาย (ร้อยละ 68.49) ด้านการจัดการอาหารสัตว์พบว่าเกษตรกรมีน้ำเพียงพอสำหรับการเลี้ยงแพะระดับดี (ร้อยละ 66.00) แหล่งน้ำที่ใช้เลี้ยงแพะมาจากน้ำประปา (ร้อยละ 75.44) เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้หญ้าสดเสริมด้วยอาหารข้น/อาหารสำเร็จ (ร้อยละ 88.00) มีการเสริมแร่ธาตุ (ร้อยละ 84.00) การให้อาหารแพะเกษตรกรจะพิจารณาอาหารจากความชอบของแพะ (ร้อยละ 40.32) รองลงมาคือคุณภาพของอาหารเป็นหลัก (ร้อยละ 30.65) แหล่งที่ได้มาส่วนมากเกษตรกรปลูกหญ้าเอง (ร้อยละ 90.20) เกษตรกรมีฟีดอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงแพะตลอดทั้งปี (ร้อยละ 74.00) ส่วนมากได้รับพันธุ์ฟีดอาหารสัตว์จากหน่วยงานรัฐ (ร้อยละ 50.00) พันธุ์ฟีดส่วนใหญ่ที่เกษตรกรปลูกคือหญ้าเนเปียร์ (ร้อยละ 56.00) รองลงมาคือหญ้าแพงโกลา (ร้อยละ 30.00) มีการปลูกตามคำแนะนำ (ร้อยละ 92.00) ใส่ปุ๋ยบ้าง (ร้อยละ 92.00) มีการให้น้ำบ้างเป็น (ร้อยละ 92.00) เกษตรกรทั้งหมดมีการใช้เศษเหลือทางการเกษตรเพื่อนำมาเลี้ยงแพะ มีการถ่ายพยาธิส่วนมาก 2 ครั้งต่อปี คิดเป็น (ร้อยละ 32.00)

การเลี้ยงแบบไล่ทุ่งเป็นรูปแบบดั้งเดิม เป็นการเลี้ยงเพื่อผลิตลูกแพะเพื่อจำหน่ายเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 70.00) วิธีการจำหน่ายส่วนมากชั่งน้ำหนักตัวขาย (ร้อยละ 76.47) บุคคลที่รับซื้อคือเกษตรกรที่เลี้ยงด้วยกันเองและผันตัวเองเป็นพ่อค้าด้วย ด้านการจัดการอาหารสัตว์พบว่าเกษตรกรไม่มีปัญหาเรื่องน้ำในการนำมาเลี้ยงแพะ (ร้อยละ 60.00) โดยแหล่งน้ำที่เกษตรกรใช้เลี้ยงแพะมาจากน้ำประปา (ร้อยละ 66.67) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2553) รายงานว่าจังหวัดชัยนาทมีพื้นที่ถือครองเพื่อเกษตรกรรมประมาณ 1,238,638 ไร่ (ร้อยละ 80.24) ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนใหญ่เป็นการทำนา 837,603 ไร่ (ร้อยละ 67.62) ของพื้นที่ถือครองเพื่อการเกษตรที่เหลือร้อยละ 32.38 เป็นพื้นที่ปลูกพืชไร่ ไม้ผล พืชผัก ไม้ดอก ทุ่งหญ้าอาหารสัตว์และอื่นๆ พื้นที่นอกเขตชลประทานอีกร้อยละ 40 ต้องอาศัยน้ำฝนและน้ำที่กักเก็บไว้เพื่อการเกษตร เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้หญ้าสดเลี้ยงแพะเพียงอย่างเดียว (ร้อยละ 63.33) มีเสริมกระถินสดในเวลาเย็นเข้าคอก มีการเสริมแร่ธาตุเล็กน้อย (ร้อยละ 20.00) การให้อาหารแพะเกษตรกรจะพิจารณาอาหารที่ให้คือหาได้ง่ายตามท้องถิ่นเป็นหลัก (ร้อยละ 50.00) รองลงมาคือพิจารณา

คุณภาพและความชอบกินตามลำดับ แหล่งที่ได้มาส่วนมากเกษตรกรยังหาจากพื้นที่สาธารณะ (ร้อยละ 83.33) ปลุกหญ้าเองบ้าง (ร้อยละ 16.67) เกษตรกรมีพืชอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงแพะตลอดทั้งปี (ร้อยละ 73.33) ส่วนมากได้รับพันธุ์พืชอาหารสัตว์จากหน่วยงานรัฐ (ร้อยละ 75.00) พันธุ์พืชส่วนใหญ่ที่เกษตรกรปลูกคือหญ้าเนเปียร์ (ร้อยละ 13.33) ด้านการจัดการแปลงพืชอาหารสัตว์เกษตรกร ส่วนใหญ่ มีการปลูกตามคำแนะนำ (ร้อยละ 16.67) ใส่ปุ๋ยบ้าง (ร้อยละ 10.00) มีการให้น้ำบ้าง (ร้อยละ 16.67) ไม่มีการถนอมอาหารไว้ใช้ มีการใช้เศษเหลือทางการเกษตรเพื่อนำมาเลี้ยงแพะ (ร้อยละ 66.67) มีการถ่ายพยาธิส่วนมาก 2 ครั้งต่อปี (ร้อยละ 37.84)

การเลี้ยงแบบยืนคอกพบว่าการเลี้ยงแพะขุนเป็นส่วนใหญ่ (เป็นร้อยละ 60.00) วิธีการจำหน่าย ส่วนมากซึ่งน้ำหนักตัวขาย (ร้อยละ 80.00) ด้านการจัดการอาหารสัตว์พบว่าเกษตรกรมีน้ำเพียงพอสำหรับการเลี้ยงแพะระดับดี (ร้อยละ 60.00) แหล่งน้ำที่ใช้เลี้ยงแพะมาจากน้ำประปา (ร้อยละ 80.00) เกษตรกร ส่วนใหญ่ใช้หญ้าสดเสริมด้วยอาหารข้น/อาหารสำเร็จ (ร้อยละ 60.00) มีการเสริมแร่ธาตุทั้งหมด การให้อาหารแพะเกษตรกรจะพิจารณาอาหารจากคุณภาพของอาหารเป็นหลัก (ร้อยละ 80.00) รองลงมา คือ ความชอบกินของแพะ แหล่งที่ได้มาส่วนมากเกษตรกรปลูกพืชอาหารสัตว์เอง (ร้อยละ 80.00) เกษตรกรมีพืชอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงแพะตลอดทั้งปี (ร้อยละ 80.00) ส่วนมากได้รับพันธุ์พืชอาหารสัตว์จาก หน่วยงานรัฐ (ร้อยละ 60.00) พันธุ์พืชส่วนใหญ่ที่เกษตรกรปลูกคือหญ้าเนเปียร์ (ร้อยละ 60) และหญ้าแพงโกลา (ร้อยละ 40.00) เท่ากัน มีการปลูกตามคำแนะนำ (ร้อยละ 40.00) ใส่ปุ๋ยบ้าง (ร้อยละ 40.00) มีการให้น้ำบ้าง (ร้อยละ 40.00) ไม่มีการถนอมอาหารไว้ใช้ เกษตรกรทั้งหมดมีการใช้เศษเหลือทางการเกษตรเพื่อนำมา เลี้ยงแพะ มีการถ่ายพยาธิส่วนมาก 2 ครั้งต่อปี (ร้อยละ 60.00)

ตารางที่ 2 ข้อมูลการผลิต รูปแบบการเลี้ยงและการจัดการอาหารสัตว์

รายการ	ผสมผสาน		ไล่ทุ่ง		ยืนคอก	
	ราย	ร้อยละ	ราย	ร้อยละ	ราย	ร้อยละ
ระบบการผลิตของฟาร์ม						
ผลิตลูกแพะจำหน่าย	12	12.00	21	70.00	-	-
ผลิตแพะขุน	1	2.00	-	-	3	60.00
ผลิตลูกและขุน (ผสมผสาน)	37	74.00	9	30.00	2	40.00
วิธีการจำหน่ายแพะ						
ขายเหมาเป็นตัว	23	31.51	8	23.53	1	20.00
ชั่งน้ำหนักตัว	50	68.49	26	76.47	4	80.00
ข้อมูลการจัดการด้านอาหารสัตว์						
ระบบน้ำเพียงพอสำหรับเลี้ยงแพะ						
ดี (น้ำเพียงพอตลอดปี)	33	66.00	12	40.00	3	60.00
ปานกลาง (ฤดูแล้งขาด)	15	30.00	18	60.00	1	20.00

ไม่ดี (ไม่ค่อยมีน้ำใช้)	2	4.00	-	-	1	20.00
แหล่งน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงแพะ						
น้ำบาดาล	12	21.05	10	33.33	1	20.00
น้ำประปา	43	75.44	20	66.67	4	80.00
อื่นๆ	2	3.51	-	-	-	-

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายการ	ผสมผสาน		ไล่ทุ่ง		ยืนคอก	
	ราย	ร้อยละ	ราย	ร้อยละ	ราย	ร้อยละ
รูปแบบการให้อาหาร						
เลี้ยงด้วยหญ้าสดอย่างเดียว	-	-	28	93.33	-	-
เสริมวัตถุดิบอาหารชั้น/อาหารสำเร็จ	44	88.00	-	-	3	60.00
เสริมวัสดุเศษเหลือ	6	12.00	2	6.67	2	40.00
การให้อาหารเสริมแก่แพะ						
แร่ธาตุ	42	84.00	10	20.00	5	100.00
ไม่เสริม	-	-	-	-	-	-
การเลือกชนิดอาหารแพะพิจารณาจาก						
คุณภาพของอาหาร	19	30.65	9	30.00	4	80.00
ความชอบกินของแพะ	25	40.32	6	20.00	1	20.00
หาได้ตามท้องถิ่น	18	29.03	15	50.00	-	-
แหล่งที่ได้อาหารหยาบมา						
เกษตรกรปลูกหญ้าเอง	46	90.20	5	16.67	4	80.00
- แหล่งพันธุ์พืชอาหารสัตว์						
เกษตรกรไถ่เลี้ยง	19	38.00	-	-	1	20.00
ชมรม/สมาคม	2	4.00	2	25.00	1	20.00
หน่วยงานราชการ	25	50.00	6	75.00	3	60.00
- พันธุ์พืชอาหารสัตว์ที่เกษตรกรปลูก						
หญ้าเนเปียร์	28	56.00	4	13.33	3	60.00
หญ้าแพงโกลา	15	30.00	-	-	2	40.00
อื่นๆ	3	6.00	1	3.33		
- วิธีการปลูก/การจัดการ						
ปลูกตามคำแนะนำ	46	92.00	5	16.67	2	40

ปลูกเหมือนปลูกพืชไร่ทั่วไป	-	-	-	-	-	-
- การใส่ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยคอกในแปลงหญ้า						
ใส่ปุ๋ยบ้าง	46	92.00	3	10.00	2	40.00
ไม่ได้ใส่ปุ๋ย	-	-	2	6.67	-	-
- โปรแกรมวางแผนให้น้ำแปลงหญ้า						
ใช้บ้าง	46	92.00	5	16.67	2	40.00
ไม่ใช้	4	8.00	-	-	-	-
- การเก็บถนอมพืชอาหารสัตว์						
มี	2	4.00	-	-	-	-
ไม่มี	44	88.00	5	16.67	2	40.00
พื้นที่สาธารณะ	4	7.84	25	83.33	1	20.00

ตารางที่ 2 (ต่อ)

รายการ	ผสมผสาน		ไล่ทุ่ง		ยืนคอก	
	ราย	ร้อยละ	ราย	ร้อยละ	ราย	ร้อยละ
พืชอาหารสัตว์มีเพียงพตลอดทั้งปี						
เพียงพอ	37	74.00	22	73.33	4	80.00
ไม่เพียงพอ	13	26.00	8	26.67	1	20.00
การใช้เศษเหลือทางการเกษตร						
ไม่มี	-	-	10	33.33	-	-
มี	50	100	20	66.67	30	100
การถ่ายพยาธิครั้งต่อปี						
1 - 3 ครั้ง	32	64.00	28	93.33	3	60.00
4 - 6 ครั้ง	18	36.00	2	6.67	2	40.00

ต้นทุนและผลตอบแทนของเกษตรกรในการเลี้ยงแพะ

การเลี้ยงแบบผสมผสานระยะเวลาในการเลี้ยงต่อรุ่นเฉลี่ย 3 เดือน ผลิตแพะจำหน่ายเฉลี่ย 25 ตัวต่อรุ่น มีทั้งแพะหลังหย่านม แพะขุนและแพะสาวขึ้นอยู่กับเกษตรกร มีการคัดแพะขึ้นมาขุนเองให้ถึงน้ำหนักเฉลี่ย 22 กิโลกรัม ต้นทุนผันแปรเฉลี่ย 239 บาทต่อตัวต่อเดือน ส่วนมากจะเป็นค่าอาหารสำเร็จรูปและค่าวัสดุคอกอาหารชั้นเฉลี่ย 62 และ 57 บาทต่อตัวต่อเดือน ตามลำดับ ต้นทุนคงที่คิดค่าเสื่อมเฉลี่ย 47 บาทต่อตัวต่อเดือน รวมต้นทุนทั้งหมดเฉลี่ย 239 บาทต่อตัวต่อเดือน เมื่อทำการขายแพะแล้วเกษตรกรมีผลตอบแทนเฉลี่ย 770 บาทต่อตัวต่อเดือน เกษตรกรมีกำไรเฉลี่ย 484 บาทต่อตัวต่อเดือน

การเลี้ยงแบบไล่ทุ่งมีระยะเวลาในการเลี้ยงต่อรุ่นเฉลี่ย 3 เดือน ผลิตแพะจำหน่ายเฉลี่ย 20 ตัว ส่วนมากเป็นแพะหลังหย่านมน้ำหนักเฉลี่ย 15 กิโลกรัม มีต้นทุนผันแปรเฉลี่ย 72 บาทต่อตัวต่อเดือน ส่วนมากจะเป็นค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 25 บาทต่อตัวต่อเดือน มีต้นทุนคงที่คิดค่าเสื่อมเฉลี่ย 83 บาทต่อตัวต่อเดือน รวมต้นทุนทั้งหมด 83 บาทต่อตัวต่อเดือน เมื่อทำการขายแพะแล้วเกษตรกรมีผลตอบแทนเฉลี่ย 525 บาทต่อตัวต่อเดือน เกษตรกรมีกำไรเฉลี่ย 444 บาทต่อตัวต่อเดือน

การเลี้ยงแบบยืนคอกเป็นวิธีการเลี้ยงที่ลงทุนสูง โดยจะรับซื้อแพะหลังหย่านมน้ำหนักเฉลี่ย 15 กิโลกรัม จากเกษตรกรในแบบไล่ทุ่งและแบบผสมผสาน จากนั้นนำมาขุนต่ออีกประมาณ 2.5 เดือน โดยให้อาหารสำเร็จและอาหารข้นเป็นหลัก ผลิตแพะจำหน่ายเฉลี่ย 40 ตัวต่อรุ่น เมื่อขุนแพะมีน้ำหนักเฉลี่ย 27 กิโลกรัม จึงส่งต่อไปยังโรงชำแหละหรือขายต่อไปยังพ่อค้ากลางและภาคใต้ มีต้นทุนผันแปรเฉลี่ย 976 บาทต่อตัวต่อเดือน ส่วนมากจะเป็นค่าพันธุ์แพะที่ซื้อเข้ามาขุนเฉลี่ย 630 บาทต่อตัวต่อเดือน มีต้นทุนคงที่คิดค่าเสื่อมเฉลี่ย 53 บาทต่อตัวต่อเดือน รวมต้นทุนทั้งหมด 1,029 บาทต่อตัวต่อเดือน เมื่อทำการขายแพะแล้วเกษตรกรมีผลตอบแทนเฉลี่ย 1,418 บาทต่อตัวต่อเดือน เกษตรกรมีกำไรเฉลี่ย 389 บาทต่อตัวต่อเดือน (ดังตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ต้นทุนและผลตอบแทนของเกษตรกรในการเลี้ยงแพะเนื้อ

รายการ	ผสมผสาน	ไล่ทุ่ง	ยืนคอก
ระยะเวลาเลี้ยงต่อรุ่น (เดือน)	3.0	3.0	2.5
ปริมาณแพะที่จำหน่ายต่อรุ่น (ตัว)	25	20	40
น้ำหนักแพะเฉลี่ย (กก./ตัว)	22	15	27
ต้นทุนแปรผัน (บาท/ตัว/เดือน)			
ค่าพันธุ์แพะ	-	-	630
ค่าอาหารสำเร็จรูป	62	-	135
ค่าวัตถุดิบอาหารข้น/วัสดุเศษเหลือ	57	-	80
ค่าวัคซีน/ยาปฏิชีวนะ	37	20	13
ค่าแรงงาน	6	8	3
ค่าไฟฟ้า	12	5	25
ค่าน้ำ	5	4	10
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	40	25	50
ค่าซ่อมแซมโรงเรือน	20	10	30

รวมต้นทุนผันแปร (บาท/ตัว/เดือน)	239	72	976
ต้นทุนคงที่ (ค่าเสื่อม ^{1/})			
ค่าเสื่อมพ่อแม่พันธุ์ (บาท/ตัว/เดือน)	20.42	22.53	-
ค่าเสื่อมก่อสร้างโรงเรือน (บาท/เดือน)	555.55	169.79	1,111.11
ค่าเสื่อมรั้วรอบฟาร์ม (บาท/เดือน)	277.77	9.03	555.55
ค่าเสื่อมอุปกรณ์เครื่องสับหญ้า (บาท/เดือน)	140.11	-	166.67
ค่าเสื่อมอุปกรณ์การเลี้ยง (บาท/เดือน)	12.91	8.33	25.94
ค่าเสื่อมติดตั้งระบบไฟฟ้า (บาท/เดือน)	166.67	5.55	277.78
รวมค่าเสื่อม (บาท/ตัว/เดือน)	47	11	53
รวมต้นทุนทั้งหมด (บาท/ตัว/เดือน)	286	83	1,029
รายได้จากการขายแพะ (บาท/ตัว/เดือน)	770	525	1,418
กำไร (บาท/ตัว/เดือน)	484	442	389

- ราคาแพะเนื้อปี ม.ค.-เม.ย. พ.ศ. 2560 เฉลี่ย 105 บาท/กิโลกรัมน้ำหนักมีชีวิต

- ^{1/}ค่าเสื่อม = ค่าเสื่อมพันธุ์แพะ /ระยะเวลาใช้งาน (60 เดือน)

- ค่าก่อสร้างโรงเรือน ค่ารั้วรอบฟาร์ม ค่าอุปกรณ์การเลี้ยงและค่าติดตั้งระบบไฟฟ้า/ระยะเวลาใช้งาน (180 เดือน)

สอดคล้อง ภมรินทร์และกฤษฎพร (2550) ศึกษาต้นทุนการผลิตและการตลาดของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะของประเทศไทยพบว่าระบบการจำหน่ายแพะเนื้อเป็นแบบค้าปลีกและค้าส่ง โดยการรวบรวมแพะภายในจังหวัด ซึ่งผู้ซื้อเป็นพ่อค้าในท้องถิ่นหรือในอำเภอ อายุแพะที่เหมาะสมจำหน่าย คืออายุ 12 เดือน น้ำหนักอยู่ระหว่าง 17-25 กิโลกรัม แพะพันธุ์ลูกผสมขายดีที่สุด การจำหน่ายนิยมใช้วิธีชั่งน้ำหนักผู้ซื้อและผู้ขายต่อรองราคากันเองตามราคาตลาด ปราโมทย์ แพงคำ (2555) กล่าวว่าปัจจัยที่มีผลต่อต้นทุนของเกษตรกรขึ้นอยู่กับขนาดของแต่ละฟาร์มคือทุนหมุนเวียนที่แตกต่างกันทำให้มีขนาดฟาร์มและการบริหารจัดการซื้อขายที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2553) รายงานว่านโยบายของจังหวัดชัยนาทเร่งส่งเสริมให้ปลูกหญ้าเนเปียร์ ไร่ 1 ไร่ (ไม่รวมพื้นที่คอก) ใช้เลี้ยงแพะเฉลี่ยได้ 30 ตัว (เลี้ยงแบบขังคอก) ผลิตลูกแพะปีละ 2 ครั้งอัตราการให้ลูกแฝด เฉลี่ยได้ 90 ตัวต่อปี ขายลูกแพะอายุ 3 เดือน ตัวผู้ตัวละ 2,200 บาท (น้ำหนัก 20 กิโลกรัม) ตัวเมีย 110 บาท) ลูกแพะตัวเมียเฉลี่ยตัวละ 3,500 บาท ถือได้ว่าการปลูกแปลงหญ้าเองสามารถลดต้นทุนและเพิ่มกำไรแก่เกษตรกรได้ ซึ่งจากผลการสำรวจเห็นได้ว่าเกษตรกรมีการจัดการแปลงหญ้าที่ค่อนข้างต่ำ ทั้งที่ได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่รัฐและเกษตรกรด้วยกันเอง ทำให้ผลผลิตที่ได้ต่ำและไม่สม่ำเสมอทั้งในเรื่องคุณภาพและปริมาณ อย่างไรก็ตามเนื่องด้วยพื้นที่ส่วนมากอยู่ในเขตชลประทานและมีพืชอาหารสัตว์ในที่สาธารณะที่มีอยู่มากจึงทำให้มีหญ้าพอเพียงสำหรับการเลี้ยงแพะ ซึ่ง โสภณ (2559) รายงานว่าการปล่อยเลี้ยงตามที่สาธารณะเป็นวิธีเลี้ยงแพะแบบดั้งเดิมเกษตรกรจะปล่อยแพะเป็นฝูงให้หากินหญ้าเองตามเส้นทางที่คุ้นเคยต้อนไปและคอยต้อนไม่ให้แพะหลุดไปกินพืชผลของคนอื่น การเลี้ยงในสภาพแวดล้อมปัจจุบันเปลี่ยนไปจากเดิม

ผู้เลี้ยงต้องออกไปสำรวจหาเส้นทางเลี้ยงแพะก่อนว่าบริเวณใดมีหญ้าบ้าง จะต้องปรับเปลี่ยนเส้นทางไปทางอื่นแทน ถึงแม้ว่าหญ้าธรรมชาติจะมีคุณภาพต่ำแต่เนื่องจากมีพื้นที่เลี้ยงกว้างพอแพะจึงมีโอกาสเลือกกินส่วนยอดอ่อนๆของหญ้าธรรมชาติได้ แพะจึงได้รับคุณค่าทางโภชนาการเพียงพอ ผู้เลี้ยงต้องลงทุนถ่ายพยาธิให้แพะมากกว่าการเลี้ยงแบบขังคอกประมาณ 4-6 ครั้งต่อปี และหากคิดค่าแรงในการต้อนแพะทั้งวันและความสูญเสียแพะระหว่างการเลี้ยงด้วยก็จะมีต้นทุนที่สูงเหมือนกัน

ปัญหาและอุปสรรคของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ

การเลี้ยงแบบผสมผสานพบปัญหาด้านการจัดการอาหารสัตว์อันดับแรกคือราคาอาหารข้น/สำเร็จมีราคาแพง (ร้อยละ 23.56) รองลงมาคือขาดแรงงานออกไปหาพืชอาหารสัตว์ (ร้อยละ 15.60) ด้านปัญหาในระบบการเลี้ยงอันดับแรก คือ ขาดวัคซีนและเวชภัณฑ์ (ร้อยละ 23.11) รองลงมา คือ ปัญหาแรงงาน (ร้อยละ 11.26)

การเลี้ยงแบบไล่ทุ่งพบปัญหาในการจัดการด้านอาหารสัตว์อันดับแรกคือไม่มีพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์ (ร้อยละ 24.02) ส่วนมากปลูกแถวขอบรั้วในฟาร์ม ปลูกแบบปล่อยทิ้งไว้ ไม่มีการจัดการที่ดี รองลงมาคือ ขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ในฤดูแล้ง (ร้อยละ 16.96) ด้านปัญหาในระบบการเลี้ยงอันดับแรกคือ ขาดวัคซีนและเวชภัณฑ์ (ร้อยละ 22.54) รองลงมา คือ คุณภาพลูกแพะที่ได้ต่ำ (ร้อยละ 12.32) ทั้งนี้ อาจมาจากการปล่อยเลี้ยง แพะได้รับอาหารไม่เพียงพอโดยเฉพาะฤดูแล้ง อีกทั้งยังมีการถ่ายพยาธิเพียง 2 ครั้งต่อปี ซึ่งไม่เพียงพอ

การเลี้ยงแบบยืนคอกพบปัญหาด้านการจัดการอาหารสัตว์อันดับแรกคือราคาอาหารข้น/สำเร็จมีราคาแพง (ร้อยละ 30.99) รองลงมา คือ ขาดแรงงานออกไปหาพืชอาหารสัตว์ (ร้อยละ 23.94) ด้านปัญหาในระบบการเลี้ยงอันดับแรกคือ ขาดวัคซีนและเวชภัณฑ์ (ร้อยละ 21.88) รองลงมา คือ ปัญหาแรงงาน (ร้อยละ 12.50) ดังแสดงในตารางที่ 4

ชูตา (2558) รายงานว่าส่วนมากการเลี้ยงแพะจะมีปัญหาขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ช่วงฤดูแล้งเช่นกระถิน เนื่องจากเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะมักใช้กระถินเลี้ยงแพะเป็นหลัก กระถินตามตามที่สาธารณะเริ่มจะไม่พอเพียงกับความต้องการ ผลผลิตของกระถินในช่วงฤดูแล้งลดลงตามฤดูกาลและยังมีผลกระทบจากการทำลายของเพลี้ยอีกส่วนหนึ่ง ส่งผลต่อความต้องการกระถินที่มากขึ้น เกษตรกรเองต้องเดินทางไปตัดห่างจากฟาร์มมากขึ้น สำหรับปัญหาด้านการผลิต วินัย (2538) รายงานว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีปัญหาในการเลี้ยงแพะ แต่บางรายมีปัญหาในด้านพันธุ์ ด้านอาหารและการให้อาหารด้านโรคและการสุขาภิบาล และด้านโรงเรือนตามลำดับ เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะส่วนใหญ่ขาดการวางแผนปรับปรุงแพะที่ชัดเจน มักปล่อยให้แพะผสมพันธุ์กันเองตามธรรมชาติ เพียงเพื่อให้ได้ลูกแพะตัวใหม่นำมาจำหน่ายเป็นรายได้อย่างต่อเนื่อง อีกทั้งเกษตรกรผู้เลี้ยงขาดความรู้ทางวิชาการด้านการผสมพันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์ การจัดการทำให้เกิดการผสมเลือดชิดในฝูง แพะแคะแกระน สุขภาพไม่ดี รวมถึงการขาดพ่อแม่พันธุ์ที่ดี

ตารางที่ 4 ปัญหาและอุปสรรคของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ

รายการ	ผสมผสาน ร้อยละ	ไล่ทุ่ง ร้อยละ	ยืนคอก ร้อยละ
ปัญหาในด้านการจัดการด้านอาหารสัตว์			
ขาดแคลนพืชอาหารสัตว์ในฤดูแล้ง	15.60	16.96	15.49
ไม่มีพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์	18.25	24.02	9.86
ราคาอาหารสำเร็จ อาหารชั้น แพง	23.56	16.57	30.99
ขาดความรู้ในการจัดการอาหารสัตว์	10.45	11.08	7.04
ขาดแรงงานในการออกไปหาพืชอาหารสัตว์	13.26	13.33	23.94
คุณภาพอาหารหยาบที่นำมาเลี้ยงแพะต่ำ	0.78	0.69	0.00
พื้นที่สาธารณะลดลง	11.86	11.47	11.27
ขาดการส่งเสริมจากภาครัฐ กรมปศุสัตว์	6.24	5.88	1.41
ปัญหาในด้านระบบการเลี้ยง			
พันธุ์แพะ	0.58	0.35	10.94
คุณภาพลูกแพะต่ำ	9.13	12.32	0.00
เงินลงทุนต่ำ	4.27	5.63	14.06
ขาดวัคซีนและเวชภัณฑ์	23.11	22.54	21.88
ปัญหาแรงงาน	11.26	8.45	12.50
ขาดความรู้ การส่งเสริม ในระบบการเลี้ยง	11.07	8.88	7.81
ช่องทางในการจำหน่ายแพะ	7.57	9.86	12.50
ปัญหาในเรื่องโรงเรือนและอุปกรณ์	10.87	7.75	4.69
ปัญหาในเรื่องสุขภิบาลและการป้องกันโรค	9.32	2.11	1.59
ระยะเวลาในการจำหน่าย	1.17	3.52	6.25
ถูกพ่อค้าคนกลางกดราคา	6.02	9.51	6.25
ปัญหาในเรื่องกลิ่นมูลแพะ	3.30	0.35	1.56

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาระบบการจัดการอาหาร ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ
เนื้อในจังหวัดชัยนาทสามารถจัดกลุ่มได้ 3 รูปแบบ คือ ผสมผสาน ไล่ทุ่ง และยืนคอก สรุปได้ ดังนี้

1. ด้านข้อมูลทั่วไปของการเลี้ยงทั้งสามรูปแบบมีความคล้ายคลึงกันโดยส่วนใหญ่เกษตรกรเป็น
เพศชาย อายุระหว่าง 51-60 ปี มีประสบการณ์เลี้ยงต่ำกว่า 5 ปี ทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ เกษตรกรอยู่ใน
ระดับประถมศึกษา จำนวนสมาชิก 4 คน เป็นแรงงานได้ 2 คน ส่วนใหญ่ถือครองที่ดินของตนเองเฉลี่ย 1-5 ไร่

2. ทั้งสามรูปแบบมีการจัดการด้านอาหารสัตว์อยู่ในระดับปานกลางเช่น การใส่ปุ๋ยบ้าง การให้น้ำบ้างและไม่มีการถนอมอาหารสัตว์ก็ตาม แต่เกษตรกรยังคงมีพืชอาหารสัตว์เพียงพอสำหรับเลี้ยงแพะตลอดทั้งปี ทั้งนี้เนื่องจากจังหวัดชัยนาทอยู่ในเขตชลประทานทำให้มีความสมบูรณ์ของพืชต่างๆตามแหล่งสาธารณะ อีกทั้งยังมีวัตถุประสงค์เหลือตามท้องถื่นที่สามารถนำมาเลี้ยงแพะได้อีกด้วย

3. การเลี้ยงแบบผสมผสานสามารถทำให้เกษตรกรมีกำไรสูงสุดเฉลี่ย 484 บาทต่อตัวต่อเดือน รองลงมา คือ การเลี้ยงแบบไล่ทุ่งและยืนคอกเฉลี่ย 442 และ 389 บาทต่อตัวต่อเดือน

4. การเลี้ยงแบบยืนคอกและแบบผสมผสานพบปัญหาด้านอาหารสัตว์คือราคาอาหารข้น/อาหารสำเร็จมีราคาแพง ส่วนการเลี้ยงแบบไล่ทุ่ง คือ ไม่มีพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์ ด้านปัญหาระบบการเลี้ยงของทั้งสามรูปแบบส่วนใหญ่คือขาดวัคซีนและเวชภัณฑ์

ข้อเสนอแนะ

1. ควรส่งเสริมให้เกษตรกรมีความรู้ในเรื่องการจัดการแปลงหญ้าให้มีประสิทธิภาพ การเตรียมดิน การปลูกและโดยเฉพาะการดูแลรักษา การหมุนเวียนให้มีใช้เลี้ยงแพะตลอดทั้งปี รวมถึงจัดทำปฏิทินพืชอาหารสัตว์สำหรับแพะเนื้อในจังหวัดชัยนาท

2. ควรส่งเสริมในเรื่องของเทคโนโลยีการถนอมอาหารไว้ใช้เลี้ยงแพะเพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลน ในฤดูแล้ง เช่นการทำหญ้าแห้ง การหมัก รวมถึงส่งเสริมพืชอาหารสัตว์ที่เหมาะสมแก่การทำหมักเช่น หญ้าเนเปียร์ ข้าวโพด ใบกระถิน ใบมันสำปะหลัง เป็นต้น

3. เนื่องจากเกษตรกรยังคงมีรูปแบบการไล่ทุ่งและใช้พืชอาหารสัตว์ตามที่สาธารณะเป็นหลัก ดังนั้นควรมีการอบรมให้ความรู้และมีมาตรการช่วยเหลือในด้านป้องกันโรคระบาดและยาถ่ายพยาธิ

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2547. การเลี้ยงแพะ. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เชมพรรษ บุญญ. 2557. การวิเคราะห์เครือข่ายทางสังคมของการค้าแพะเนื้อในจังหวัดชัยนาท. วิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชุตตา แก้วละเอียด. 2558. การพัฒนาการตลาดแพะเพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะในจังหวัดสงขลา. รายงานฉบับสมบูรณ์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

ปราโมทย์ แพงคำ. 2555. ศักยภาพในการเลี้ยงแพะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารแก่นเกษตร. 40. (ฉบับพิเศษ 2), 73-77.

ภมรินทร์ โชคสุทินสกุล และกฤษฎพร แพงกุล. 2550. ศักยภาพการเลี้ยงแพะของเกษตรกร ในจังหวัดกระบี่. วารสารสำนักสุศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 8. 8 (1) (กรกฎาคม - สิงหาคม 2550), 76-83.

- วินัย ประมพพ์กาญจน์. 2538. อาหารและการให้อาหารแพะ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สงขลา. แหล่งที่มา: http://www.natres.psu.ac.th/Animal/tomla_15.h. วันที่ 10 มิถุนายน 2557.
- โสภณ ชินเวโรจน์. 2559. คู่มือคำแนะนำการให้อาหารแพะเนื้อ. สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักงานปศุสัตว์ชัยนาท, 2557. ข้อมูลสัตว์. จังหวัดชัยนาท. แหล่งที่มา: <http://www.chainat.go.th/sub/dld/livestock.htm>. วันที่ 13 มิถุนายน 2557.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2533. การผลิตและการตลาด แพะ แกะ. แหล่งที่มา: <http://lib.oae.go.th/elib/cgi-bin>. วันที่ 10 มิถุนายน 2557.
- สำนักส่งเสริมและพัฒนาการปศุสัตว์. 2556. เอกสารประกอบการประชุมแพะแห่งชาติครั้งที่ 10. ประจำปี 2556 ขึ้นระหว่างวันที่ 11-13 มิถุนายน 2556 ณ ลานประกวดโคนมมองการส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.). สระบุรี. แหล่งที่มา. <http://extension.dld.go.th>. วันที่ 12 มิถุนายน 2557.

การศึกษาข้อมูลเพื่อใช้ในการกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร กระถินสับแห้ง กระถินป่น และกระถินอัดเม็ด สำหรับผลิตเป็นอาหารสัตว์

สุวรรณณี เกศกมลასน์^{1/} จริญญา บุญจรัสชชะ^{1/} วิรัชณี โลหะชุมพล^{2/}

บทคัดย่อ

การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลการผลิต ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์กระถิน 3 ชนิด ได้แก่ กระถินสับแห้ง กระถินป่นและกระถินอัดเม็ด และศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของส่วนต่าง ๆ ของกระถินจากฟาร์ม (สายพันธุ์ทาร์มบ้า) และที่เก็บเกี่ยวจากริมถนนสาธารณะ (สายพันธุ์คันทิงแฮม) เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการกำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร กระถินสับแห้ง กระถินป่นและกระถินอัดเม็ด ผลการศึกษา พบว่า โรงงานผลิตกระถินส่วนใหญ่กระจายอยู่ในพื้นที่ภาคกลาง ผลิตภัณฑ์กระถินมีค่าเฉลี่ยของโปรตีน ผนังเซลล์ (NDF) ลิกโนเซลลูโลส (ADF) และลิกนิน อยู่ในช่วง 15.15-17.37 เปอร์เซ็นต์ 45.07-52.04 เปอร์เซ็นต์ 37.53-43.50 เปอร์เซ็นต์ และ 11.54-12.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบกระถินมีค่าโปรตีนเฉลี่ยสูงสุด (27.17-29.07 เปอร์เซ็นต์) แต่มีค่า NDF (20.43-21.73 เปอร์เซ็นต์) ADF (15.95-17.34 เปอร์เซ็นต์) และลิกนินต่ำสุด (7.58-8.14 เปอร์เซ็นต์) ผลิตภัณฑ์กระถินที่มีก้านใบและกิ่งผสมมากขึ้นจะมีค่าโปรตีนต่ำลงแต่จะมีค่า NDF ADF และลิกนินเพิ่มขึ้น เมื่อจัดกลุ่มโดยใช้ค่าโปรตีน NDF และ ADF เป็นเกณฑ์สามารถจัดได้ 3 กลุ่ม โดยกระถินในกลุ่มที่มีค่าโปรตีนสูงจะมีค่า NDF และ ADF ต่ำ และผลิตภัณฑ์กระถินกลุ่มที่มีค่าโปรตีนสูงจะเป็นตัวอย่างที่มีใบเป็นส่วนประกอบอยู่มาก และเมื่อจัดด้วยค่าโปรตีนเป็นเกณฑ์จะสามารถจัดได้ 4 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีค่าโปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ 29.91 22.91 18.28 และ 13.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ: กระถินสับแห้ง กระถินป่น กระถินอัดเม็ด คุณภาพ มาตรฐานสินค้าเกษตร

เลขทะเบียนวิชาการ : 61(9)-0214-001

^{1/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี

^{2/} สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

The study on information for standard setting of dried Leucaena, Leucaena meal and pellete for feed production

Suwannee Kaskamalas^{1/}Jariya Booncharatcha^{1/} Virachanee Lohachumpol^{2/}

Abstract

The study was carried out to obtain information associated with production, physical characteristics and chemical components of leucaena products (i.e. dried chopped-leucaena, leucaena meal and leucaena pellet), and to determine chemical composition of different leucaena parts derived from both farm grown (Tarumba) and road-side harvested (Cunningham). The information was used to support establishment of a standard of those leucaena products. Results showed that most leucaena industries are located in the Central. Crude protein (CP), cell wall (NDF), lignocellulose (ADF) and lignin contents of the products ranged from 15.15-17.37%, 45.07-52.04%, 37.53-43.50% and 11.54-12.27%, respectively. Leaf parts contained maximum CP (27.17-29.07%) but minimum NDF (20.43-21.73%), ADF (15.95-17.34%) and lignin (7.58-8.14%). Increasing inclusion of rachilla, rachis and braches to leucaena products led to lowering CP but increasing fiber components. Results of a cluster analysis using CP, NDF and ADF as a criterion showed that three groups of leucaena products could be divided. The high-protein group had low fiber components. When using CP as a criterion, four groups of the products could be separated where CP ranged from 29.91%, 22.91%, 18.28% and 13.13%.

Keywords: dry leucaena, leucaena leaf meal, leucaena pellets, quality, agricultural standard

Registered No.: 61(9)-0214-001

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

^{2/} National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, Chatuchak, Bangkok.

คำนำ

กระถินมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Leucaena leucocephala* (lamk) de Wit เป็นพืชตระกูลถั่วอยู่ในวงศ์ Leguminosae มีลักษณะเป็นไม้พุ่มขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ที่อาจมีความสูงได้ถึง 10 เมตร มีการเจริญเติบโตเร็วและทนต่อความแห้งแล้งได้ดี ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด กระถินจัดเป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพเนื่องจากส่วนใบมีคุณค่าทางอาหารสัตว์สูง คือ มีโปรตีน 20-24 เปอร์เซ็นต์ (กองอาหารสัตว์, 2555) ปัจจุบันมีการผลิตกระถินสับแห้ง (dried chopped-leucaena) กระถินป่น (leucaena leaf meal) และกระถินอัดเม็ด (leucaena pellet) เพื่อจำหน่ายให้กับผู้เลี้ยงสัตว์ไม่น้อยกว่า 60,000 ตันต่อปี และมีผู้ผลิตทั้งที่เป็นเกษตรกรรายย่อยและระดับโรงงาน จำนวนไม่น้อยกว่า 30 ราย (จรรยาโรจน์ และคณะ, 2552) การตัดและสับกระถินสดให้มีขนาดประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร แล้วทำให้แห้งด้วยการตากแดด จะได้กระถินสับแห้ง และเมื่อนำไปบดให้ละเอียดมีขนาดไม่เกิน 1 มิลลิเมตร จะได้เป็นกระถินป่น หากนำกระถินป่นไปอัดเม็ดก็จะได้กระถินอัดเม็ด กระถินที่มีส่วนผสมของใบ แขนกลางของใบ (rachilla และ rachis) ก้านใบ (petiole) และกิ่ง (branch) ที่แตกต่างกันส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์กระถินรวมถึงคุณภาพและคุณค่าทางอาหารของกระถิน (ญาณิศา และคณะ, 2558)

พระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ. 2558 ยังไม่มีการกำหนดคุณภาพของกระถินสับแห้งกระถินป่นและกระถินอัดเม็ด (กองควบคุมอาหารและยาสัตว์, 2560) ทำให้สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) เห็นว่า มีความจำเป็นที่จะต้องจัดทำเป็นมาตรฐานสินค้ากระถินสำหรับอาหารสัตว์ขึ้นเพื่อความปลอดภัยและคุ้มครองผู้บริโภค แต่การกำหนดมาตรฐานดังกล่าวจำเป็นต้องมีข้อมูลด้านองค์ประกอบทางเคมีของกระถินสับแห้ง กระถินป่นและกระถินอัดเม็ด ดังนั้น มกอช. และสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ จึงได้ร่วมมือกันศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของกระถินสับแห้ง กระถินป่น และกระถินอัดเม็ดสำหรับการกำหนดมาตรฐานสินค้าเพื่อควบคุมและส่งเสริมสินค้าเกษตรให้มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐาน เพื่อความปลอดภัยของสัตว์และป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดแก่เกษตรกรกรกิจการการค้า สินค้าเกษตร หรือเศรษฐกิจของประเทศต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินงานระหว่างเดือนมกราคม 2561- มกราคม 2562 แบ่งออกเป็น 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์กระถินในประเทศไทย ได้แก่ กระถินสับแห้ง กระถินป่น และกระถินอัดเม็ด กิจกรรมที่ 2 เป็นการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของส่วนต่าง ๆ ของกระถิน และวิธีทำแห้ง กิจกรรมที่ 3 เป็นการจัดชั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์กระถิน โดยมีรายละเอียดดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาคุณภาพของกระถินสับแห้ง กระถินป่น และกระถินอัดเม็ดในประเทศไทย

การสำรวจแหล่งผลิตและการสุ่มเก็บตัวอย่าง

สืบค้นข้อมูลผู้ผลิตกระถินสับแห้ง กระถินป่นและกระถินอัดเม็ดในประเทศไทยและคัดเลือกผู้ผลิตกระถินสับแห้ง กระถินป่นและกระถินอัดเม็ดในประเทศไทยระดับรายย่อยจำนวน 3 ราย และระดับโรงงาน จำนวน 10 ราย จากนั้น สุ่มเก็บตัวอย่างกระถินสับแห้ง กระถินป่น และกระถินอัดเม็ด เดือนละ 1 ครั้ง จำนวน 9 ครั้ง เพื่อใช้เป็นตัวแทนของผลิตภัณฑ์กระถิน

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

วิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของตัวอย่าง ได้แก่ สี กลิ่น ลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ที่มีกำลังขยาย 10 เท่า

การวิเคราะห์ทางเคมี

วิเคราะห์ค่าความชื้น (dry matter) โดยการอบด้วยตู้อบชนิด force-air oven ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตามวิธีที่ 930.15 (AOAC, 2016) วิเคราะห์ค่าโปรตีนหยาบ (crude protein) โดยการหาไนโตรเจนด้วยวิธี Kjeldahl แล้วคูณด้วยแฟกเตอร์ 6.25 ตามวิธีที่ 5983-2 (ISO, 2009) วิเคราะห์ค่าไขมัน (ether extract) โดยใช้ปิโตรเลียมอีเธอร์ ตามวิธีที่ 2003.05 (AOAC, 2016) วิเคราะห์ค่าเยื่อใยหยาบ (CF) ตามวิธีที่ 979.10 (AOAC, 2016) วิเคราะห์ค่าเถ้าโดยการเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียสนาน 2 ชั่วโมง ตามวิธีที่ 924.05 (AOAC, 2016) วิเคราะห์ค่าเยื่อใยต่าง ๆ ได้แก่ ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber, ADF) ด้วยวิธี 973.18 (AOAC, 2016) ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber, NDF) โดยใช้ Sodium sulfite และ alpha amylase ตามวิธีที่ 5.1 ของ Undersander and Merten (1993) และลิกนิน (acid detergent lignin: ADL) ตามวิธีที่ 973.18 (AOAC, 2016) วิเคราะห์ค่าแร่ธาตุต่าง ๆ ตามวิธีที่ 985.01 (AOAC, 2016) วิเคราะห์ค่ามิโมซีน (mimosine) ด้วยวิธี Colorimetric method (Lowry *et al.*, 1985) สำหรับกระถินอัดเม็ดเพิ่มการวิเคราะห์ค่า ADIN (acid detergent insoluble nitrogen) ตามวิธีของ Undersander and Merten (1993) วิเคราะห์หาค่าการย่อยได้ของผนังเซลล์ (Neutral detergent fiber digestibility, NDFD) ในห้องปฏิบัติการตามวิธีของ Mirzaei-Aghsaghalietal. (2008) และ วิเคราะห์กรดอะมิโนจำนวน 20 ชนิด (In-house method based

on Official Journal of the European Communities, L 257/16 โดยบริษัท ห้างปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย))

การวิเคราะห์ทางสถิติ

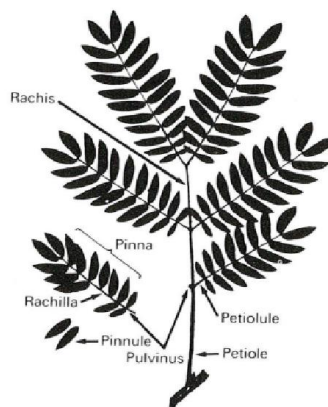
วิเคราะห์ข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีทางสถิติด้วยค่าเฉลี่ย (mean) ความถี่ (frequency) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD)

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาผลของส่วนต่างๆ ของกระถินและวิธีทำให้แห้งที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีของกระถิน

กิจกรรมนี้แบ่งออกเป็น 2 การทดลองย่อย การทดลองย่อยที่ 1 ดำเนินการในกระถินสายพันธุ์ ทารัมบ้า ดำเนินการเก็บตัวอย่างที่แปลงกระถิน บริษัท นิพพาน อินเตอร์คอร์ป จำกัด จังหวัด ลพบุรี และการทดลองย่อยที่ 2 ดำเนินการในกระถินที่เก็บเกี่ยวจากริมถนนสายเชียงราก อำเภอมือง จังหวัดปทุมธานี โดยทั้ง 2 การทดลอง มีขั้นตอนการดำเนินงานเหมือนกัน ดังนี้

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 4×2 factorial in completely randomized design (CRD) มี 2 ปัจจัย ดังนี้ ปัจจัยที่ 1 คือ ส่วนประกอบของกระถิน มี 4 สิ่งทดลอง ได้แก่ 1) ใบย่อยของกระถิน (pinnule) (R1) 2) ใบรวมก้านใบ (pinnule rachilla rachis และ petiole) (R2) 3) ใบรวมก้านใบและกิ่ง (pinnule rachilla rachis petiole และ branch) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 0.5 เซนติเมตร (R3) และ 4) ใบรวมก้านใบและกิ่งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 1.0 เซนติเมตร (R4) (ภาพที่ 1) และ ปัจจัยที่ 2 คือ วิธีการทำให้แห้ง 2 วิธี ได้แก่ การอบที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส (D1) และการตากแดด (D2)



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของกระถิน (Gonzalez *et al.*, 1980)

การสุ่มตัวอย่างและการวิเคราะห์ทางเคมี

สุ่มเก็บตัวอย่างกระถินเดือนละ 1 ครั้ง จำนวน 9 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งจะแบ่งตัวอย่างออกเป็น 3 ซ้ำ จากนั้นนำมาหั่นด้วยเครื่องหั่นตัวอย่างให้มีขนาด 1-2 เซนติเมตร แล้วแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1

ซังน้ำหนักสดประมาณ 5 กิโลกรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ และส่วนที่ 2 ซังน้ำหนักสดประมาณ 5 กิโลกรัม แล้วนำไปตากแดดบนลานซีเมนต์จนน้ำหนักคงที่

นำตัวอย่างมาบดผ่านตะแกรงที่มีรูขนาด 1 มิลลิเมตร แล้วส่งวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมีโดยใช้วิธีเช่นเดียวกับกิจกรรมที่ 1

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของค่าองค์ประกอบทางเคมีโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ 4x2 Factorial in CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

กิจกรรมที่ 3 การจัดชั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์กระถิน

ใช้ข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์กระถินจากกิจกรรมที่ 1 และ 2 ในการจัดชั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์กระถินโดยใช้วิธี Cluster analysis ร่วมกับเทคนิค K-means ทั้งนี้เนื่องจากมีจำนวนตัวอย่างมากกว่า 200 ตัวอย่าง แบ่งการจัดชั้นคุณภาพออกเป็น 2 แบบคือ 1) จัดชั้นคุณภาพโดยใช้ค่า โปรตีน NDF และ ADF และ 2) จัดชั้นคุณภาพโดยใช้ค่า โปรตีน กำหนดจำนวนกลุ่มเท่ากับ 3 สำหรับแบบที่ 1 และ 4 กลุ่ม สำหรับแบบที่ 2

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองและการวิจารณ์แสดงตามลำดับกิจกรรม ดังต่อไปนี้

กิจกรรมที่ 1 การศึกษาคุณภาพของกระถินสับแห้ง กระถินป่น และกระถินอัดเม็ดในประเทศไทย

แหล่งผลิตและรูปแบบการผลิตกระถิน

จากการสืบค้นข้อมูล พบว่า มีผู้ผลิตกระถินในระดับโรงงานอุตสาหกรรมและเกษตรกรรายย่อยในประเทศไทยจำนวน 28 ราย กระจายอยู่ในพื้นที่จังหวัดลพบุรี นครปฐม ราชบุรี กาญจนบุรี สุพรรณบุรี นครสวรรค์ กำแพงเพชร นครราชสีมา สระบุรี นนทบุรี และเชียงราย (ตารางที่ 1)

ผลการศึกษา พบว่า กระบวนการผลิตกระถินในประเทศไทยมี 3 รูปแบบ คือแบบที่ 1 การรับซื้อกระถินสับแห้งจากเกษตรกรรายย่อยที่ตัดกระถินจากริมถนนหรือพื้นที่สาธารณะ จากนั้นนำมาสับให้มีขนาดประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร ตากแดดให้แห้งบนลานปูนหรือลานดินที่ปูผ้าพลาสติก แบบที่ 2 การรับซื้อกระถินสดจากเกษตรกรรายย่อยที่ตัดกระถินจากริมทางสาธารณะแล้วโรงงานนำไปสับให้มีขนาดประมาณ 0.5-1 เซนติเมตร ตากแดดให้แห้งบนลานปูน และแบบที่ 3 โรงงานมีแปลงกระถินและมีเกษตรกรเครือข่าย

โดยการผลิตทั้ง 3 แบบ มีการกำหนดขนาดของกิ่งกระถินที่รับซื้อจากเกษตรกรและที่ตัดเองคือ กิ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณนิ้วชี้หรือนิ้วกลาง หรือประมาณ 2 เซนติเมตร ผลิตภัณฑ์กระถินที่จำหน่าย มี 3 ชนิด ได้แก่ กระถินสับแห้ง กระถินป่น และกระถินอัดเม็ด โดยกระถินอัดเม็ดจะผลิตเฉพาะ

ตามความต้องการของลูกค้านั้นในส่วนของการผลิต พบว่า แต่ละโรงงานมีกำลังผลิตต่อปีแตกต่างกัน ตั้งแต่ 100-6,000 ตันต่อปี ซึ่งลูกค้าของโรงงานในกลุ่มนี้มีตั้งแต่โรงงานผลิตอาหารสัตว์ขนาดใหญ่ที่มีการสั่งซื้อกระถินปน 1,000 ตันต่อปีขึ้นไป เช่น บริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) และบริษัท ผลิตผลผลิตภัณฑ์ จำกัด (มหาชน) จนถึงระดับฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ นอกจากนี้ยังมีการส่งออกไปต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น และเกาหลี เป็นต้น

ระดับเกษตรกรรายย่อยอยู่ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาและไม่มีแปลงปลูกกระถินเป็นของตนเองแต่เป็นกระถินที่ตัดจากริมถนนหรือพื้นที่สาธารณะ เก็บเกี่ยวแล้วนำมาสับให้มีขนาด 0.5-1 เซนติเมตร ตากบน ลานปูน หรือลานดินที่ปูผ้าพลาสติก กองมีความหนาประมาณ 1 นิ้ว หมั่นเกลี่ยกลับกองเพื่อให้แห้งเร็ว สีจะเขียวสวยตามธรรมชาติ ส่วนลูกค้า คือ ฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์เช่น โคเนื้อ โคนม และแพะ เป็นต้น ที่อยู่ไม่ไกลจากผู้ผลิตนัก

ตารางที่ 1 แหล่งที่ตั้งของโรงงานที่ผลิตกระถินสับแห้ง กระถินปน และกระถินอัดเม็ดในประเทศไทย

จังหวัด	จำนวนผู้ผลิต (ราย)	ที่ตั้ง	สินค้า
ลพบุรี	1	ต.หนองม่วง อ.หนองม่วง จ.ลพบุรี	กระถินสับแห้งและกระถินปน กระถินอัดเม็ด (ตามสั่ง)
นครปฐม	2	ต.สามง่าม อ.ดอนตูม จ.นครปฐม	กระถินสับแห้งและกระถินปน
	1	ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม	กระถินสับแห้งและกระถินปน
ราชบุรี	1	ต.ท่าผา อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี	กระถินปน
กาญจนบุรี	3	ต.พังตรุ อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี	กระถินสับแห้งและกระถินปน
	2	ต.แก่งเสี้ยน อ.เมือง จ.กาญจนบุรี	กระถินสับแห้งและกระถินปน
	3	ต.ท่าม่วง อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี	กระถินสับแห้งและกระถินปน
	1	ต.ตะคร้ำเอน อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี	กระถินสับแห้งและกระถินปน
สุพรรณบุรี	1	ต.บ่อสุพรรณ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี	กระถินสับแห้งและกระถินปน
นครสวรรค์	1	ต.บ้านไร่ อ.ลาดยาว จ.นครสวรรค์	กระถินสับแห้งและกระถินปน
กำแพงเพชร	1	ต.คลองขลุง อ.คลองขลุง จ.กำแพงเพชร	กระถินสับแห้งและกระถินปน กระถินอัดเม็ด (ตามสั่ง)
	1	ต.ยางสูง อ.ชาณุวรลักษณบุรี จ.กำแพงเพชร	กระถินสับแห้งและกระถินปน
นครราชสีมา	3	ต.หนองสาหร่าย อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา	กระถินสับแห้ง
	2	ต.กลางดง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา	กระถินสับแห้งและกระถินปน
	2	ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา	กระถินสับแห้งและกระถินปน
สระบุรี	1	ต.คำพราน อ.วังม่วง จ.สระบุรี	กระถินสับแห้งและกระถินปน
นนทบุรี	1	ต.มหาสวัสดิ์ อ.บางกรวย จ.นนทบุรี	กระถินสับแห้งและกระถินปน
เชียงราย	1	อ.เวียงชัย จ.เชียงราย	กระถินสับแห้งและกระถินปน

ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กระถินในประเทศไทย

ลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์กระถินแสดงในตารางที่ 2 โดยจะเห็นได้ว่าส่วน ใบกระถินมีลักษณะเป็นแผ่นมีสีเขียวเข้มผิวใบทั้งสองด้านไม่เรียบ มีลักษณะเป็นหลุมเล็ก ส่วน rachilla และ

rachis เป็นรูปท่อนเรียวยาวสีเขียวและสีขาวส่วนก้านใบมีลักษณะเป็นท่อนเรียวยาวสีเขียวเข้มถึงน้ำตาล และส่วนกิ่งมีรูปร่างเป็นท่อนสีเขียว มีลักษณะเป็นเยื่อคล้ายเนื้อไม้

ตารางที่ 2 ลักษณะทางกายภาพ ของ กระถินสับแห้ง กระถินป่น และกระถินอัดเม็ด

ตัวอย่างก่อนบด	ภาพได้กล้องจุลทรรศน์ ของตัวอย่างที่บดแล้ว	กลิ่น	สี	ลักษณะ
กระถิน สับแห้ง			หอมหวาน คล้ายกลิ่น อ้อย	ผิวใบทั้งสอง ด้านไม่เรียบ มีลักษณะ เป็นหลุม เล็กๆ ก้านมี รูปร่างเป็น ท่อน มีสีเขียว เข้ม คล้ายเนื้อไม้
กระถิน ป่น			หอมหวาน คล้ายกลิ่น อ้อย	ใบมีสีเขียว เข้ม ก้านมี สีขาว ผิวใบทั้งสอง ด้านไม่เรียบ มีลักษณะเป็น หลุมเล็กๆ ก้านมีลักษณะ เป็นท่อน
กระถิน อัดเม็ด			หอมหวาน คล้ายกลิ่น อ้อย	ใบมีสีเขียว เข้ม ก้านมี สีขาว- น้ำตาล เข้ม เปลือกสี น้ำตาล เข้ม ผิวใบทั้งสอง ด้านไม่เรียบ มีลักษณะ เป็นหลุม เล็กๆ ก้านมี รูปร่างเป็น ท่อน คล้าย เยื่อไม้ มีเปลือก

องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์กระถินในประเทศไทย

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์กระถินสับแห้ง กระถินป่น และกระถินอัดเม็ด ได้แก่ วัตถุแห้ง โปรตีน เยื่อใยชนิดต่างๆ ไขมัน เถ้า แร่ธาตุ ADIN แร่ธาตุ และมิโมซิน แสดงในตารางที่ 3 NDFD และกรดอะมิโนของกระถินสับแห้งและกระถินป่น แสดงในตารางที่ 4

โปรตีน เปอร์เซ็นต์โปรตีนของกระถินสับแห้ง และกระถินป่นมีค่าแปรปรวนสูงกระถินสับแห้ง มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนอยู่ในช่วง 10.17-25.80 เปอร์เซ็นต์ และกระถินป่นอยู่ในช่วง 14.36-18.66 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกระถินอัดเม็ด มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก เปอร์เซ็นต์โปรตีนอยู่ในช่วง 14.36-18.66 เปอร์เซ็นต์ ความแตกต่างของค่าโปรตีนนั้น เกิดจากปัจจัยที่สำคัญ คือ ส่วนของกระถินที่นำมาผลิต ถ้าขนาดของกิ่งกระถินที่นำมาผลิตมีขนาดเกินกว่า 2 เซนติเมตร จะทำให้ค่าโปรตีนต่ำและเยื่อใยสูง (Senga *et al.*, 2016)

เยื่อใยชนิดต่างๆ กระถินสับแห้ง กระถินป่น และกระถินอัดเม็ด มีค่า NDF ADF และ ลิกนิน ที่มีความแปรปรวนสูงมีค่า NDF อยู่ในช่วง 15.07-80.24 เปอร์เซ็นต์ มีค่า ADF อยู่ในช่วง 22.57-65.90 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าลิกนินอยู่ในช่วง 3.82-11.58 เปอร์เซ็นต์ เนื่องมาจากส่วนของกระถินที่นำมาผลิตเป็นปัจจัยที่มีผลต่อค่าเยื่อใยเช่นเดียวกับค่าโปรตีน แต่เป็นไปในทางตรงกันข้าม กล่าว คือ กิ่งก้านขนาดใหญ่จะมีค่าเยื่อใยชนิดต่างๆ สูงกว่ากระถินที่มีกิ่งก้านเล็ก (Mohamad Amini *et al.*, 2017)

ADIN ผลการวิเคราะห์กระถินอัดเม็ด จำนวน 7 ตัวอย่าง มีค่า ADIN เฉลี่ย เท่ากับ 28.19 เปอร์เซ็นต์ โดย ค่า ADIN มีความสำคัญเนื่องจากเป็นค่าที่บ่งชี้ว่ามีความเสียหายที่เกิดความร้อนในกระบวนอัดเม็ดหรือการเก็บรักษาตัวอย่างเป็นเวลานานๆ หรือไม่ ค่าดังกล่าวเกิดจากความร้อนทำให้สารเพคตินทำปฏิกิริยากับลิกนินและเฮมิเซลลูโลส ขณะเดียวกันก็เกิดปฏิกิริยา Maillard reaction ที่ทำให้เกิดสาร Maillard polymer ซึ่งเป็นสารที่มีสีน้ำตาล ส่วนที่เกิดปฏิกิริยาได้มากที่สุดในพืช คือ เฮมิเซลลูโลสและคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ ขณะที่กรดอะมิโน คือ lysine ในโปรตีนที่มี amino group ที่เป็นอิสระจะไวต่อการทำปฏิกิริยามากที่สุด ค่า ADIN ถ้ามากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนทั้งหมด แสดงว่ามีความเสียหายเกิดขึ้น ซึ่งไนโตรเจนส่วนนี้จะไม่ถูกย่อยในกระเพาะรูเมน (Van Soest, 1982; Ball *et al.*, 2001) ดังนั้น ในการนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ควรมีการปรับค่าโปรตีน (Adjusted crude protein: ACP) ของสูตรอาหารด้วย

ปริมาณแร่ธาตุ ปริมาณแคลเซียมมีค่าอยู่ในช่วง 1.21-1.43 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วง 0.15-0.16 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม มีค่าอยู่ในช่วง 0.25-0.30 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม มีค่าอยู่ในช่วง 0.26-0.30 เปอร์เซ็นต์ กำมะถันมีค่าอยู่ในช่วง 1.35-1.47 เปอร์เซ็นต์ โซเดียม มีค่าอยู่ในช่วง 0.006-0.01 เปอร์เซ็นต์ ทองแดง มีค่าอยู่ในช่วง 5.52-6.53 mg/kg เหล็กมีค่าอยู่ในช่วง 287.31-687.49 mg/kg แมงกานีสมีค่าอยู่ในช่วง 42.57-50.53 mg/kg และสังกะสีมีค่าอยู่ในช่วง 16.27-18.96 mg/kg อยู่ในช่วงที่มีการรายงานไว้ใน Feedipedia (Heuze and Tran, 2015) และ Mohamed *et al.* (2015)

มิโมซิน กระถินสับแห้ง กระถินป่นและกระถินอัดเม็ดแห้งมีปริมาณสารมิโมซินเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.59-2.76 เปอร์เซ็นต์ และมีความแปรปรวนสูงมาก โดยเฉพาะในกระถินสับแห้งและกระถินป่น กระถิน

สับแห้ง มีค่าอยู่ในช่วง 1.78 -3.96 เปอร์เซ็นต์ และกระถินปนมีค่าอยู่ในช่วง 1.40-3.30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการที่มีปริมาณมิโมซินแตกต่างกันเป็นผลมาจากความแตกต่างของส่วนของกระถินที่นำมาผลิตกระถิน โดยถ้าเป็นส่วนที่มีใบมากจะพบในปริมาณสูง ขณะที่ถ้ามีกิ่งก้านมากจะมีสารมิโมซินในปริมาณที่น้อยกว่าส่วนใบ เห็นได้จากการศึกษาของ Bray (1981) และ Megarritty (1978) ที่พบว่า จะมีสารมิโมซินในใบกระถิน 3-5 เปอร์เซ็นต์ และถ้าเป็นใบอ่อนจะมีสารมิโมซินสูงถึง 6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในลำต้นอ่อนจะมีปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเหลือ 1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเป็นลำต้นแก่โดยทั่วไปกระถินสดจะมีมิโมซินประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ (Soedarjo and Borthakur, 1998) และเมื่อนำกระถินไปอบหรือตากแดดให้แห้งปริมาณมิโมซินจะลดลงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์

NDFD กระถินสับแห้งมีค่า NDFD อยู่ในช่วง 43.39-60.35 % of NDF ขณะที่กระถินปนมีค่าอยู่ในช่วง 55.38-75.37 % of NDF การที่ค่า NDFD มีค่าแตกต่างกันนั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณของส่วนกิ่งขนาดและอายุของกิ่งมากแค่ไหน เนื่องจากพืชยืนต้นตระกูลถั่ว เมื่อมีอายุมากขึ้นจะมีการสะสมของลิกนินในส่วนของลำต้นเพิ่มขึ้น เพื่อความแข็งแรงของลำต้น โดย Karachi (1997) ได้ศึกษาปริมาณลิกนินในส่วนใบและลำต้นของกระถิน 19 สายพันธุ์ พบว่าใบกระถินมีปริมาณลิกนินสูงสุด 17.5 เปอร์เซ็นต์ ต่ำสุด 14.1 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ย 15.9 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ส่วนลำต้นมีค่าสูงสุด 23.2 เปอร์เซ็นต์ ต่ำสุด 16.8 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ย 18.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลิกนินเป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทใยอาหาร (dietary fiber) ที่ไม่ให้พลังงาน โครงสร้างโมเลกุลของลิกนิน เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ ประกอบด้วยโซ่โมเลกุลของออกซิเจนเตตฟีนิลโพรเพน (oxygenated phenyl propane) พบในส่วน of พืชเซลล์พืช เป็นสารที่ไม่สามารถถูกย่อยได้ในร่างกายมนุษย์ และไม่มีสัตว์ชนิดใดใช้ประโยชน์ได้เลย ลิกนินทำให้การย่อยได้ของเซลลูโลสและ เฮมิเซลลูโลส ลดลงด้วย (พิมพ์เพ็ญ และนิริยา, 2562)

กรดอะมิโน จากการวิเคราะห์หาปริมาณกรดอะมิโนจำนวน 20 ชนิด ได้แก่ Alanine, Arginine, Aspartic, Cystein, Glutamic, Glycine, Histidine, Isoleucine, leucine, lysine, Methionine, Phenylalanine, Proline, Serine, Threonin, Tryrosine และ Valine กระถินสับแห้ง กระถินปน พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับ Feedipedia (2015) ที่รายงานไว้ว่า กระถินปนมี กรดอะมิโน ดังกล่าว 510 560 850 230 980 460 220 470 790 550 130 540 400 430 410 420 และ 520 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ

ปริมาณกรดอะมิโนจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีน ซึ่งก็คือ polypeptide ที่เป็นกรดอะมิโนจับตัวกันเป็นสาย ดังนั้น เมื่อส่วนใบมีโปรตีนมากจึงทำให้มีปริมาณกรดอะมิโนมากตามไปด้วย

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของกระถินสับแห้งกระถินป่นและกระถินอัดเม็ดจากผู้ผลิตและผู้จำหน่าย

	ส่วนประกอบทางเคมี (% on DM)																			
	DMT	CP	CF	Fat	Ash	ADF	NDF	lignin	ADIN*	Ca	P	Mg	K	S	Na	Cu**	Fe**	Mn**	Zn**	Mimosine
กระถินสับแห้ง (71 ตัวอย่าง)																				
ค่าเฉลี่ย	92.19	17.37	32.00	2.06	7.80	37.53	45.07	11.54	-	1.43	0.16	0.30	1.47	0.30	0.006	5.52	327.29	42.57	16.27	2.64
SD	1.33	3.24	8.89	0.88	1.91	9.52	10.67	2.83	-	0.59	0.04	0.10	0.33	0.08	0.004	1.45	247.58	18.83	6.56	0.34
Max	93.89	25.80	59.10	5.24	13.84	65.90	80.24	22.57	-	4.47	0.37	0.75	2.25	0.57	0.02	9.27	1242.18	109.91	47.82	3.96
Min	87.94	10.17	10.52	0.45	4.13	11.58	15.07	3.82	-	0.44	0.06	0.15	0.48	0.14	0.0	0.85	55.80	2.45	4.42	1.78
กระถินป่น (66 ตัวอย่าง)																				
ค่าเฉลี่ย	92.31	15.15	37.22	1.87	7.78	43.50	52.04	12.25	-	1.21	0.15	0.25	1.39	0.26	0.01	6.53	687.49	43.82	18.96	2.59
SD	1.46	2.84	6.22	0.67	1.72	6.00	6.99	1.22	-	0.28	0.03	0.04	0.18	0.06	0.03	5.41	647.12	18.49	12.67	0.29
Max	94.83	23.35	47.49	5.41	12.56	57.13	64.05	15.42	-	2.07	0.27	0.36	1.77	0.50	0.17	32.91	3133.59	95.23	81.01	3.30
Min	87.43	10.50	15.10	1.00	5.21	22.63	27.37	10.30	-	0.74	0.07	0.17	0.67	0.17	0.001	0.77	15.67	1.61	3.23	1.40
กระถินอัดเม็ด (7 ตัวอย่าง)																				
ค่าเฉลี่ย	93.23	16.66	34.34	2.31	6.41	39.99	47.57	12.27	28.19	1.25	0.15	0.30	1.35	0.30	0.007	6.02	287.31	50.53	16.58	2.76
SD	0.58	1.53	2.88	0.14	0.37	2.68	3.85	0.54	3.75	0.04	0.01	0.009	0.06	0.07	0.005	0.33	127.57	14.34	1.20	0.17
Max	94.17	18.66	37.99	2.49	6.83	44.61	54.73	13.11	33.63	1.30	0.16	0.31	1.42	0.45	0.015	6.44	491.84	74.55	18.39	3.04
min	92.31	14.36	30.51	2.16	5.84	36.91	43.31	11.72	23.53	1.18	0.14	0.29	1.25	0.25	0.002	5.48	194.89	41.09	15.61	2.50

- * หน่วย คือ % of total nitrogen

- ** หน่วย คือ mg/kg

ตารางที่ 4 ค่า NDFD และปริมาณกรดอะมิโนในตัวอย่างกระถินสับแห้งและกระถินปนจากผู้ผลิตและจำหน่าย

ชนิดตัวอย่าง (จำนวนตัวอย่าง)	กระถินปน (8)	กระถินสับแห้ง (5)
NDFD (%)	53.07±5.18	65.65±7.93
กรดอะมิโน (mg/100 g)*		
Alanine	643.33±228.70	794.79±163.87
Arginine	541.02±208.34	711.50±172.05
Aspartic	1402.95±380.23	1753.04±403.99
Cystein	nd-<200	nd-<200
Glutamic	1353.01±458.21	1703.85±321.40
Glycine	582.92±206.71	723.44±169.00
Histidine	275.78±74.65	349.40±64.64
Hydroxylysine	<250.00	<250.00
Hydroxylproline	<500.00	<500.00
Isoleucine	313.43±136.37	371.25±85.30
Leucine	858.05±414.53	1572.40±652.16
Lysine	657.56±219.21	878.02±194.81
Methionine	nd-<200	nd-<200
Phenylalanine	592.10±205.86	752.82±163.85
Proline	614.30±171.63	757.79±151.30
Serine	641.85±196.12	778.25±126.77
Threonine	503.93±184.59	635.30±154.38
Tyrosine	404.46±151.74	490.25±137.27
Valine	666.97±277.98	906.86±183.00
Tryptophan	184.32±14.25	240.61±26.59

- * วิเคราะห์โดย บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย)

กิจกรรมที่ 2 การศึกษาผลของส่วนต่างๆ ของกระถินและวิธีทำให้แห้งที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีของกระถิน

กิจกรรมนี้ มี 2 การทดลอง การทดลองย่อยที่ 1 เป็นการศึกษาในกระถินพันธุ์हारमबा ในพื้นที่ปลูกของบริษัทนิพพาน อินเตอร์คอร์ป จำกัด และการทดลองย่อยที่ 2 เป็นการศึกษาในกระถินที่ตัดจากริมถนนทางหลวงสายเชียงราก จังหวัดปทุมธานี ซึ่งเป็นพันธุ์ที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับกระถินพันธุ์คันทน์งาม (เยาวลักษณ์ และคณะ, 2561)

การทดลองย่อยที่ 1 กระถินพันธุ์हारमबा

ลักษณะทางกายภาพ

ลักษณะทางกายภาพของส่วนต่างๆของกระถิน ที่ทำให้แห้ง ด้วยการอบ และ การตากแดด ไม่แตกต่างกัน โดย ใบมีสีเขียวเข้ม ถึงสีน้ำตาล ใบเป็นแผ่น ผิวใบทั้งสองด้านไม่เรียบ มีลักษณะเป็นหลุมเล็ก และก้านใบเป็นท่อนเรียวยาว และปริมาณก้านใบเพิ่มขึ้น ตามสัดส่วนของก้านใบ และ กิ่ง ที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5 ลักษณะทางกายภาพของกระถินปนพันธุ์ทุเรียนดำเมื่อมีส่วนของกระถินและวิธีทำให้แห้งต่างกัน

ภาพไตกลิ้งจุลทรรศน์ของตัวอย่างที่บดแล้ว	กลิ่น	สี	ลักษณะ
ใบล้วน 	หอมหวาน คล้ายกลิ้ง อ้อย	ใบสีเขียวเข้ม ก้านใบสีเขียว เข้มถึงน้ำตาล	ใบเป็นแผ่นผิวใบทั้งสอง ด้านไม่เรียบ มีลักษณะ เป็นหลุมเล็ก ก้านใบ เป็นท่อน เรียวยาว
ใบรวม ก้านใบ 	หอมหวาน คล้ายกลิ้ง อ้อย	ใบสีเขียวสด ก้านสีเขียว และขาว	ใบเป็นแผ่น ผิวใบทั้งสอง ด้านไม่เรียบ มีลักษณะ เป็นหลุมเล็ก ก้านเป็น รูปท่อน เรียวยาว
ใบรวม ก้านใบ และกิ่ง ขนาด 0.5 ซม. 	หอมหวาน คล้ายกลิ้ง อ้อย	ใบมีสีเขียวเข้ม ก้านมีสีเขียว ของก้าน	ผิวใบทั้งสองด้านไม่เรียบ มีลักษณะเป็นหลุมเล็กๆ ก้านมีรูปร่างเป็นท่อน มีลักษณะเป็นเยื่อคล้าย เนื้อไม้

ใบรวม
ก้านใบ
และกิ่ง
ขนาด
1.0 ซม.



หอมหวาน
คล้ายกลิ่น
อ้อย

ใบมีสีเขียวเข้ม
ก้านมีสีเขียว
ของก้าน

ผิวใบทั้งสองด้านไม่เรียบ
มีลักษณะเป็นหลุมเล็กๆ
ก้านมีรูปร่างเป็นท่อน
มีลักษณะเป็นเยื่อคล้าย
เนื้อไม้

องค์ประกอบทางเคมี

การทดลองนี้ไม่พบปฏิกิริยาร่วมกันระหว่าง 2 ปัจจัย คือ ส่วนต่างๆ ของกระถินและ วิธีการทำให้แห้ง ดังแสดงในตารางที่ 6 และวิธีทำให้แห้ง โดย การอบ และ ตากแดด ไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมี ยกเว้น เหล็ก และ สังกะสี

โปรตีน ค่าโปรตีนลดลงเมื่อปริมาณของ rachilla rachis และกิ่งเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) โดยใบล้วน มีค่าโปรตีน สูงสุดเฉลี่ย เท่ากับ 27.17 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใบรวมก้าน มีค่าโปรตีนสูงรองลงมา เฉลี่ยเท่ากับ 24.34 เปอร์เซ็นต์ และใบรวมก้าน กิ่ง ขนาด 0.5 และ 1 เซนติเมตร มีค่าโปรตีนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าโปรตีนเท่ากับ 20.93 และ 20.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับงานทดลองของชิตและคณะ (2547) และ ญาณิศาและคณะ (2558) ที่พบว่า อายุการตัดที่เพิ่มขึ้น ทำให้ก้าน และกิ่งของกระถิน มีขนาด เพิ่มขึ้น ทำให้โปรตีนลดลง

เยื่อใยชนิดต่างๆ เยื่อใยที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ เยื่อใยหยาบ NDF ADF และลิกนิน โดยใบรวมก้าน กิ่ง ขนาด 0.5 และ 1 เซนติเมตร มีค่าเยื่อใยสูงสุด และไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ แตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ ใบล้วน และใบรวมก้านโดย ใบรวมก้าน กิ่ง ขนาด 0.5 เซนติเมตร มีค่า NDF ADF และลิกนินเท่ากับ 37.30 32.11 และ 12.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และใบรวมก้าน กิ่ง ขนาด 1 เซนติเมตร มีค่า NDF ADF และลิกนินเท่ากับ 38.79 33.23 และ 12.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบล้วน มีค่า NDF ADF และลิกนินเท่ากับ 20.43 15.95 และ 7.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบรวมก้านมีค่า NDF ADF และลิกนินเท่ากับ 26.78 21.35 และ 8.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับการทดลองของ Mohamed *et al.* (2015) ที่รายงานว่า ใบกระถินมีค่า ADF และลิกนินเฉลี่ย เท่ากับ 27.20 และ 15.9

เปอร์เซ็นต์ ส่วนลำต้นกระถิน มีค่า ADF และลิกนินเฉลี่ย เท่ากับ 51.5 และ 18.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยส่วนลำต้นมีค่า ลิกนินอยู่ในช่วง 16.8-23.2 เปอร์เซ็นต์

ไขมันหยาบ ไขมัน ลดลงเมื่อปริมาณของ rachilla rachis และกิ่งเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) โดยใบล้วน มีค่าไขมันหยาบสูงสุดเท่ากับ 4.15 เปอร์เซ็นต์ ใบรวมก้านมีไขมันหยาบสูงรองลงมา มีค่าเท่ากับ 3.67 เปอร์เซ็นต์ ใบรวมก้าน กิ่ง ขนาด 0.5 และ 1 เซนติเมตร มีค่าไขมันหยาบเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าไขมันหยาบเท่ากับ 2.44 และ 2.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การที่ส่วนใบมีค่าไขมันสูงกว่าลำต้น เป็นเพราะค่าไขมันหยาบ เป็นค่ารวมของส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ ไขมัน wax และเม็ดสี (pigment) ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วส่วนของ wax พืชจะสร้างขึ้นที่บริเวณ epidermal cell ซึ่งจะพบมากที่บริเวณใบพืช ลำต้นพืชอ่อนและผลของพืช ซึ่งเรียกอีกชื่อว่า cuticle เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ (Linda, 2002) นอกจากนี้ส่วนใบจะมีปริมาณเม็ดสี ได้แก่ คลอโรฟิลล์มากกว่าส่วนลำต้น จึงทำให้ปริมาณไขมันหยาบของ กระถินสดส่วนต่างๆ มีความแตกต่างกัน

เถา เถา ลดลงเมื่อปริมาณของ rachilla rachis และกิ่งเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) โดยใบล้วน มีค่าเถา สูงสุดเท่ากับ 9.01 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับใบรวมก้าน ใบรวมก้าน กิ่งขนาด 0.5 และ 1 เซนติเมตร ที่มีค่าเถา เท่ากับ 8.67 8.24 และ 7.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับ Sarpong *et al.* (2017) ที่รายงานว่ ในส่วนใบและลำต้นของต้น *Palisota hirsute* (สมุนไพร ชนิดหนึ่ง เป็นพืช ใบเลี้ยงคู่) มีปริมาณเถา และเถาที่ไม่ละลายในกรด เท่ากับ 8.7 8.3 และ 4.0 3.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หรือแม้แต่ในข้าว ก็พบว่ามีเถาในส่วนใบมากกว่าลำต้น (Vadiveloo, 2000) ส่วนการอบและการตากแดด ให้กระถินสับแห้ง ไม่มีผลต่อปริมาณเถา โดยมีค่าเท่ากับ 8.33 และ 8.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับสอดคล้อง กับ Ramsumair *et al.* (2014) ที่รายงานว่ ค่าเถาของใบกระถินที่ทำให้แห้งด้วยการตากแดดและการอบ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีค่าไม่แตกต่างกัน เท่ากับ 7.37 และ 7.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ปริมาณแร่ธาตุ ปริมาณก้าน และกิ่งที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อค่าฟอสฟอรัส และ โซเดียม โดยทุกสิ่ง การทดลองมีค่าฟอสฟอรัส เท่ากัน คือ 0.18 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าโซเดียมเท่ากัน คือ 0.01 เปอร์เซ็นต์ ส่วนโพแทสเซียมมีค่าเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อมีก้านใบและกิ่งเพิ่มขึ้น จาก 1.13 เป็น 1.31 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน ทองแดง และแมงกานีส มีค่าลดลงเมื่อส่วนของ ก้านใบและกิ่งเพิ่มขึ้น โดย Senga *et al.* (2016) และ Rengsirikul *et al.* (2011) รายงานว่ ส่วนของ กิ่งก้านกระถินจะมีค่าแคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถันและแมงกานีส เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับส่วนของลำต้น ส่วนการอบและการตากแดด ไม่มีผลต่อปริมาณแร่ธาตุส่วนใหญ่ ยกเว้นเหล็กและสังกะสี ที่เมื่อนำไปอบที่ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วมีค่าต่ำกว่าการตากแดดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกับ รายงานของ Zaharaddeen and Oviosa (2019) ซึ่ง รายงานว่ *Vernonia amygdalina* ผักซึ่งเป็นที่ยนิยมใน ประเทศไนจีเรีย ทำแห้งโดยการตากแดด ค่าเหล็ก เท่ากับ 3.12 mg/100 g และเมื่ออบค่าเหล็ก เท่ากับ 2.73 mg/100 g

มิโมซิน ใบล้วน มีปริมาณมิโมซินสูงสุด เท่ากับ 4.48 เปอร์เซ็นต์ และลดลงตามปริมาณ rachilla rachis และกิ่งที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 3.62 2.67 และ 2.59 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ ใบรวมก้าน กิ่ง ขนาด 0.5 และ 1 เซนติเมตร มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจาก กระจินมีการสะสมมิโมซินที่ส่วนของใบมากกว่าส่วนของลำต้น สอดคล้องกับงานทดลองของอุตรและคณะ (2526) ที่พบว่า ใบจากปลายยอดกระจินใบที่ 1-5 และใบที่ 6-10 มีปริมาณมิโมซินเฉลี่ย 7.11 และ 3.91 เปอร์เซ็นต์ และในก้านใบที่ 1-5 และก้านใบที่ 6-10 มีปริมาณมิโมซินเท่ากับ 4.91 และ 2.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และจากการศึกษาของ Bray (1981) และ Magarrity (1978) พบว่า ในใบกระจินมีสารมิโมซินระหว่าง 3-5 เปอร์เซ็นต์ ใบกระจินอ่อนมีสารมิโมซินสูงถึง 6 เปอร์เซ็นต์ และในลำต้นอ่อนจะมีปริมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเหลือ 1 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเป็นลำต้นแก่ นอกจากนี้ในส่วน yellow cotyledon ของกระจิน ยอดกระจิน ฝักกระจินที่มีเมล็ด เมล็ดกระจินอ่อน และเมล็ดกระจินแก่ พบว่า มีสารมิโมซิน 12.3 10.8 2.8 3.2 และ 6.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Leketa, 2011) และจากรายงานของ Brewbaker and Hylin (1965) และ Megarrity (1978) พบว่า ปริมาณของมิโมซินจะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ของกระจิน

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของกระถินปนพันธุ์ทาร์มบ้าเมื่อมีส่วนของกระถินและวิธีทำให้แห้งต่างกัน

	ส่วนประกอบทางเคมี (% on DM)																		
	DMT	CP	CF	Fat	Ash	ADF	NDF	lignin	Ca	P	Mg	K	S	Na	Cu*	Fe*	Mn*	Zn*	Mimosine
สัดส่วน (R)																			
R1	38.39	27.17 ^A	13.71 ^C	4.15 ^A	9.01 ^A	15.95 ^C	20.43 ^C	7.58 ^C	2.66 ^A	0.18	0.46 ^A	1.13 ^B	0.41 ^A	0.01	7.94 ^A	156.78 ^C	47.89 ^A	14.25 ^C	4.48 ^A
R2	39.03	24.34 ^B	18.33 ^B	3.67 ^B	8.67 ^B	21.35 ^B	26.78 ^B	8.59 ^B	2.31 ^B	0.18	0.46 ^A	1.29 ^A	0.37 ^B	0.01	6.99 ^B	160.27 ^C	44.09 ^B	15.36 ^B	3.62 ^B
R3	38.82	20.93 ^C	25.09 ^A	2.44 ^C	8.24 ^C	32.11 ^A	37.30 ^A	12.28 ^A	2.14 ^C	0.18	0.46 ^A	1.24 ^A	0.32 ^C	0.01	6.47 ^C	285.41 ^A	36.72 ^C	16.72 ^A	2.67 ^C
R4	38.22	20.72 ^C	26.37 ^A	2.41 ^C	7.91 ^D	33.23 ^A	38.79 ^A	12.31 ^A	1.98 ^D	0.18	0.43 ^B	1.31 ^A	0.30 ^C	0.01	6.44 ^C	235.03 ^B	35.55 ^C	16.45 ^A	2.59 ^C
D1	38.50	22.92	21.73	3.27	8.33	27.11	32.83	10.87	2.21	0.18	0.44	1.25	0.34	0.01	6.80	185.89 ^B	39.87	14.94 ^B	3.19
D2	38.73	23.33	20.67	2.96	8.53	25.11	29.75	9.77	2.30	0.18	0.46	1.24	0.35	0.01	7.05	239.86 ^A	41.63	16.59 ^A	3.39
%CV	17.31	17.47	30.76	38.62	11.80	34.65	30.82	29.25	24.62	20.83	18.87	23.06	24.84	65.94	26.08	67.16	28.68	28.61	27.88
RxD	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

- *หน่วย คือ mg/kg

การทดลองย่อยที่ 2 กระถินที่ตัดจากริมถนน

ลักษณะทางกายภาพ

ลักษณะทางกายภาพของส่วนต่างๆของกระถิน ที่ทำให้แห้ง ด้วยการอบ และการตากแดด ไม่แตกต่างกัน โดย ใบมีสีเขียวเข้ม ถึงสีน้ำตาล ใบเป็นแผ่น ผิวใบทั้งสองด้านไม่เรียบ มีลักษณะเป็นหลุมเล็ก และก้านใบเป็นท่อนเรียวยาว และปริมาณก้านใบเพิ่มขึ้น ตามสัดส่วนของก้านใบ และ กิ่ง ที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 7 ลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของกระถินปนที่ตัดจากริมถนนเมื่อมีสัดส่วน ใบ กิ่ง ก้าน และทำให้แห้งต่างกัน

ภาพใต้กล้องจุลทรรศน์ของตัวอย่างที่บดแล้ว	กลิ่น	สี	ลักษณะ
ใบล้วน 	หอมหวาน คล้ายกลิ่น อ้อย	ใบมีสีเขียว เข้ม ถึง สีนํ้าตาล	ใบเป็นแผ่น สีเขียวเข้มถึงสี น้ำตาล ผิวใบทั้งสองด้านไม่ เรียบ มีลักษณะเป็นหลุมเล็ก ก้านใบเป็นท่อน เรียวยาว สีเขียวเข้มถึงน้ำตาล
ใบรวมก้าน 	หอมหวาน คล้ายกลิ่น อ้อย	ใบสีเขียวสด ก้านสีขาว	ใบเป็นแผ่น สีเขียวสด ผิวใบ ทั้งสองด้านไม่เรียบ มีลักษณะ เป็นหลุมเล็ก ก้านเป็นรูปท่อน สีขาว ก้านใบเรียวยาวสีเขียว
ใบรวม ก้านใบ และกิ่ง ขนาด 0.5 ซม. 	หอมหวาน คล้ายกลิ่น อ้อย	ใบสีเขียว เข้ม ก้านสีเขียว	ก้านมีรูปร่างเป็นท่อนสีเขียว มีลักษณะเป็นเยื่อคล้ายเนื้อไม้ ผิวใบมีสีเขียวเข้ม ผิวใบทั้ง สองด้านไม่เรียบ มีลักษณะ เป็นหลุมเล็กๆ ใบมีสีเขียวสด
ใบรวม ก้านใบ และกิ่ง ขนาด 1.0 ซม. 	หอมหวาน คล้ายกลิ่น อ้อย	ใบสีเขียว เข้ม ก้านสี เขียวและ ขาว	ก้านมีรูปร่างเป็นท่อนสีเขียว มีลักษณะเป็นเยื่อคล้ายเนื้อไม้ ผิวใบมีสีเขียวเข้ม ผิวใบทั้ง สองด้านไม่เรียบ มีลักษณะ เป็นหลุมเล็กๆ

องค์ประกอบทางเคมี

การทดลองนี้ไม่พบปฏิกริยาร่วมกันระหว่าง 2 ปัจจัย คือ ส่วนต่างๆของกระถิน และวิธีการทำให้แห้ง ดังแสดงในตารางที่ 8 และวิธีทำให้แห้ง โดย การอบ และ ตากแดด ไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมี

โปรตีน เป็นไปในทำนองเดียวกับการทดลองย่อยที่ 1 โดย ค่าโปรตีนจะลดลงเมื่อปริมาณของ rachilla rachis และกิ่งเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) โดยใบล้วนมีค่าโปรตีนสูงสุดเฉลี่ย เท่ากับ 29.07 เปอร์เซ็นต์ ใบรวมก้าน ใบรวมก้าน กิ่ง ขนาด 0.5 และ 1 เซนติเมตร มีค่าโปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ 26.40 22.71 และ 21.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เยื่อใยชนิดต่างๆ เยื่อใยที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ เยื่อใยหยาบ NDF ADF และ ลิกนิน โดยใบรวมก้าน กิ่ง ขนาด 0.5 และ 1 เซนติเมตร มีค่าเยื่อใยสูงสุด และไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ ใบล้วน และใบรวมก้าน โดย ใบรวมก้าน กิ่ง ขนาด 0.5 เซนติเมตร มีค่า NDF ADF และลิกนินเท่ากับ 43.01 34.82 และ 12.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และใบรวมก้าน กิ่ง ขนาด 1 เซนติเมตร มีค่า NDF ADF และลิกนินเท่ากับ 43.64 35.13 และ 12.59 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบล้วน มีค่า NDF ADF และลิกนินเท่ากับ 21.73 17.34 และ 8.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ใบรวมก้าน มีค่า NDF ADF และลิกนินเท่ากับ 31.82 25.37 และ 10.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ไขมันหยาบ ไขมันลดลงเมื่อปริมาณของ rachilla rachis และกิ่งเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) โดยใบล้วน มีค่าไขมันหยาบสูงสุดเท่ากับ 4.08 เปอร์เซ็นต์ ใบรวมก้านมีไขมันหยาบสูงรองลงมา มีค่าเท่ากับ 3.40 เปอร์เซ็นต์ ใบรวมก้าน กิ่ง ขนาด 0.5 และ 1 เซนติเมตร มีค่าไขมันหยาบเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าไขมันหยาบเท่ากับ 2.76 และ 2.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เถ้า เถ้า ลดลงเมื่อปริมาณของ rachilla rachis และกิ่งเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) โดยใบล้วน มีค่าเถ้าสูงสุดเท่ากับ 8.71 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ ใบรวมก้าน ใบรวมก้าน กิ่ง ขนาด 0.5 และ 1 เซนติเมตร ที่มีค่าเถ้า เท่ากับ 8.37 8.26 และ 7.80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ปริมาณแร่ธาตุ ปริมาณกำมะถัน และกิ่งที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อค่าฟอสฟอรัส และ โซเดียม ค่าฟอสฟอรัส อยู่ในช่วง 0.18-0.21 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมอยู่ในช่วง 0.004-0.005 เปอร์เซ็นต์ โพแทสเซียม เหล็ก และ สังกะสี มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อส่วนของ rachilla rachis และกิ่งเพิ่มขึ้น โดย โพแทสเซียมเพิ่มจาก 1.58 เป็น 1.97 เปอร์เซ็นต์ เหล็ก เพิ่มขึ้นจาก 233.32 เป็น 460.04 mg/Kg และสังกะสี เพิ่มขึ้นจาก 15.95 เป็น 19.68 mg/Kg ส่วนแคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน ทองแดง และแมงกานีส มีค่าลดลงเมื่อจำนวน ก้านและกิ่งเพิ่มขึ้น โดยแคลเซียมลดลงจาก 2.11 เป็น 1.48 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียม ลดลงจาก 0.30

เป็น 0.25 เปอร์เซ็นต์ กำมะถันลดลงจาก 0.41 เป็น 0.35 เปอร์เซ็นต์ ทองแดง ลดลงจาก 9.55 เป็น 8.16 mg/Kg และแมงกานีส ลดลงจาก 31.49 เป็น 22.38 mg/Kg ทำนองเดียวกับการทดลองย่อยที่ 1

มิโมซิน ใบล้วน มีปริมาณมิโมซินสูงสุด เท่ากับ 4.05 เปอร์เซ็นต์ และลดลงตามปริมาณ rachilla rachis และกิ่งที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 3.16 2.53 และ 2.51 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ ใบรวมก้าน กิ่ง ขนาด 0.5 และ 1 เซนติเมตร มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 8 องค์ประกอบทางเคมีของกระถินปนที่ตัดจากริมถนนเมื่อมีส่วนของกระถินและวิธีทำให้แห้งต่างกัน

	ส่วนประกอบทางเคมี (% on DM)																		
	DMT	CP	CF	Fat	Ash	ADF	NDF	lignin	Ca	P	Mg	K	S	Na	Cu*	Fe*	Mn*	Zn*	Mimosine
สัดส่วน (R)																			
R1	30.03 ^A	29.07 ^A	13.85 ^C	4.08 ^A	8.71 ^A	17.34 ^C	21.73 ^C	8.14 ^C	2.11 ^A	0.20	0.30 ^A	1.58 ^B	0.41 ^A	0.004	9.55	233.32 ^B	31.49 ^A	15.95 ^B	4.05 ^A
R2	26.99 ^B	26.40 ^B	19.63 ^B	3.40 ^B	8.37 ^B	25.37 ^B	31.82 ^B	10.25 ^B	1.93 ^B	0.21	0.28 ^B	1.97 ^A	0.39 ^A	0.005	8.77	272.33 ^B	25.79 ^B	18.93 ^A	3.16 ^B
R3	28.84 ^A	22.71 ^C	27.77 ^A	2.55 ^C	8.26 ^B	34.82 ^A	43.01 ^A	12.58 ^A	1.48 ^C	0.20	0.25 ^C	1.93 ^A	0.36 ^B	0.005	8.49	460.04 ^A	22.38 ^C	19.68 ^A	2.53 ^C
R4	29.14 ^A	21.61 ^D	27.48 ^A	2.76 ^C	7.80 ^C	35.13 ^A	43.64 ^A	12.59 ^A	1.79 ^B	0.18	0.27 ^C	1.91 ^A	0.35 ^B	0.005	8.16	434.98 ^A	22.86 ^C	19.52 ^A	2.51 ^C
วิธีทำแห้ง (D)																			
D1	28.10 ^B	24.97	22.59	3.30	8.28	28.11	32.62	12.35	1.79	0.20	0.28	1.86	0.38	0.01	8.76	333.84	25.52	18.67	3.01
D2	29.40 ^A	24.92	21.77	3.10	8.28	26.22	31.48	9.43	1.86	0.19	0.28	1.83	0.37	0.01	8.73	361.50	25.74	18.37	3.12
%CV	10.19	15.26	29.23	26.83	6.31	29.20	30.02	25.27	16.06	14.38	13.00	15.57	12.08	62.94	10.08	62.80	20.53	11.84	22.22
RxD	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

*หน่วย คือ mg/kg

กิจกรรมที่ 3 การจัดชั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์กระถิน

ผลการวิเคราะห์ cluster analysis เพื่อจัดชั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์กระถินโดยใช้องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน NDF และ ADF แสดงในตารางที่ 9 และโดยใช้โปรตีนเพียงอย่างเดียวแสดงในตารางที่ 10

แบบที่ 1 ใช้ค่าโปรตีน NDF และ ADF เป็นเกณฑ์สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีการแยกออกจากกันค่อนข้างชัดเจน กล่าวคือ กลุ่มที่ 1 มีค่าโปรตีนเฉลี่ยสูงกว่า แต่มีค่า NDF และ ADF ต่ำกว่ากลุ่ม 2 และ 3 ในทำนองเดียวกัน กลุ่มที่ 2 มีค่าโปรตีนสูงกว่าแต่มีค่า NDF และ ADF ต่ำกว่ากลุ่มที่ 3

ตารางที่ 9 ผลการจัดชั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์กระถินโดยใช้ค่าโปรตีน NDF และ ADF เป็นเกณฑ์

กลุ่มที่	จำนวนตัวอย่าง		ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	SD
1	145	CP	25.63	36.42	18.14	4.33
		NDF	24.23	32.51	15.07	4.62
		ADF	19.52	28.00	11.58	4.33
2	140	CP	20.82	29.56	10.17	3.15
		NDF	39.89	47.69	31.01	4.31
		ADF	33.25	40.73	26.01	3.93
3	118	CP	16.27	24.04	10.50	3.23
		NDF	52.61	64.05	44.11	4.45
		ADF	43.88	57.13	36.41	4.05

แบบที่ 2 ใช้ค่าโปรตีนเป็นเกณฑ์สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีค่าสูงสุด-ต่ำสุดต่างกันไม่มากนัก กลุ่มที่ 1 มีค่าโปรตีนสูงสุด เท่ากับ 29.91 เปอร์เซ็นต์ กลุ่ม 2 3 และ 4 มีค่าโปรตีน 22.91 18.28 และ 13.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 10 ผลการจัดชั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์กระถินโดยใช้ค่าโปรตีน เป็นเกณฑ์

กลุ่มที่	จำนวนตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	SD
1	66	29.91	36.42	26.49	2.18
2	150	22.91	26.32	20.41	1.43
3	132	18.28	20.36	15.52	1.39
4	55	13.13	15.42	7.30	1.66

การจัดชั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์กระถินของแต่ละประเทศแตกต่างกันไป เช่น ในประเทศมาลาวีมีการกำหนดชั้นคุณภาพของกระถินสับแห้ง 4 ระดับ โดยใช้ส่วนประกอบของต้นกระถินและลักษณะทาง

กายภาพเป็นเกณฑ์ ดังนี้ (Savory *et al.*, 2019) 1) ชั้น 1: ใบกระถิน (Ungraded Leaf) ซึ่งจะประกอบด้วย ใบกระถิน ฝัก ดอก ก้านใบและกิ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 6 มิลลิเมตร มีความแห้งที่สามารถใช้มือฉีกหรือหักได้ง่าย 2) ชั้น 2 (เกรด A) เป็นใบกระถินล้วน มีสีเขียว โดยคัดแยกส่วนดอก rachilla ที่มีความยาวประมาณ 5 เซนติเมตร รวมทั้ง rachis ที่มีความยาวประมาณ 15 เซนติเมตร ออกให้หมด มีความแห้งที่สามารถใช้มือฉีกหรือหักได้ง่าย 3) ชั้น 3 (เกรด B) ซึ่งจะมีสีเขียว มีส่วนของดอก rachilla ที่มีความยาวประมาณ 5 เซนติเมตร และ rachis ที่มีความยาวประมาณ 15 เซนติเมตร ที่แยกออกมาจากชั้นคุณภาพระดับ A และ 4) ชั้น 4 (เกรด C) เป็นกระถินสับแห้งที่มีสีอื่น เกิดจากถูกแสงแดด โดนฝนหรือมีเชื้อรา การจัดชั้นแบบนี้ไม่ได้ใช้ค่าโปรตีนในการกำหนดคุณภาพแตเมื่อนำไปวิเคราะห์ พบว่าชั้น 1 2 3 และ 4 มีค่าโปรตีนประมาณ 20-25 25-30 10-15 และ 10-25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์กระถินปนจากประเทศมาลาวีที่ส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่นมีการกำหนดชั้นคุณภาพขึ้นมาใหม่ 3 ระดับ คือ A B และ C โดยใช้ค่าโปรตีนและลักษณะทางกายภาพประกอบด้วย ดังนี้ (Beale, 1980) 1) ชั้น A: มีค่าโปรตีน 25-30 เปอร์เซ็นต์ ผลิตจากใบกระถินล้วนที่อาจมีส่วนของ rachilla ปนได้เพียง 10 เปอร์เซ็นต์ ชั้น B: มีค่าโปรตีน 10-15 เปอร์เซ็นต์ ผลิตจากใบกระถิน ฝักดอก rachilla rachis และกิ่ง และชั้น C: มีค่าโปรตีน 10-25 เปอร์เซ็นต์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเสียหายจากการโดนฝน มีเชื้อรา หรือตากแดดนานเกินไปทำให้สีไม่เขียวตามธรรมชาติของกระถิน

ในประเทศไทยยังไม่มีกำหนดชั้นคุณภาพของกระถินสับแห้ง กระถินปนและกระถินอัดเม็ดโดยหน่วยงานของภาครัฐแต่ในภาคเอกชนมีผู้ผลิตและจำหน่ายในประเทศไทย จำนวน 3 ราย ที่กำหนดคุณภาพเพื่อการซื้อขาย เช่น กระถินสับแห้ง แบ่งชั้นคุณภาพออกเป็น 3 ชั้น โดยใช้ค่าโปรตีน คือ A B และ C มีค่าโปรตีน 18-22 14-18 และ 10-14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กระถินปน แบ่งชั้นคุณภาพเป็น 2 ชั้น คือ A และ B ด้วยค่าโปรตีน 20-22 และ 14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

สรุปผลการทดลอง

กระถินสับแห้ง กระถินปนและกระถินอัดเม็ด ที่ผลิตโดยโรงงานและเกษตรกรรายย่อย รวม 144 ตัวอย่าง มีค่าโปรตีน NDF ADF และลิกนิน อยู่ในช่วง 15.15-17.37 47.53-43.50 45.07-52.04 และ 11.54-15.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่กระถินพันธุ์ทาร์มบ้าและกระถินที่ตัดจากริมถนน ที่เป็นใบล้วนมีค่าโปรตีนสูงสุด ค่า NDF ADF และลิกนินต่ำสุด และค่าโปรตีนจะลดลง ขณะที่ NDF ADF และลิกนิน จะเพิ่มขึ้นในตัวอย่างที่มีส่วนใบ rachilla rachis ก้านใบและกิ่งขนาด 0.5 และ 1.0 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อนำตัวอย่างทั้งหมดมาจัดกลุ่มแบบที่ 1 ด้วยค่าโปรตีน NDF และ ADF สามารถจัดได้ 3 กลุ่ม และเมื่อจัดกลุ่มแบบที่ 2 ด้วยค่าโปรตีน สามารถจัดได้ 4 กลุ่ม กลุ่มที่มีค่าโปรตีนเฉลี่ยสูงสุดจากการจัดกลุ่มทั้ง 2 แบบ มีค่าเท่ากับ 25.63 และ 29.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์กระถินที่เป็นใบล้วน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานโครงการนี้ ขอขอบคุณนางสาวจันทกานต์ อรณนันทน์ และนางวลัยกานต์ เจียมเจตจรรยา สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ที่ให้คำแนะนำตลอดการดำเนินงานรวมทั้งการจัดทำเอกสารขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มวิจัยและพัฒนาการวิเคราะห์อาหารสัตว์ทุกท่าน และคุณวรรณภา อ่างทอง ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง จังหวัดขอนแก่น ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างกระถิน ขอขอบคุณ คุณเกรียงไกร เกื้อกุล งานกายภาพอาหารสัตว์ สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ ในการตรวจหาลักษณะกายภาพของกระถิน ขอขอบคุณผู้ประกอบการโรงงานและเกษตรกรรายย่อยที่ผลิตกระถินสับแห้ง กระถินป่นและกระถินอัดเม็ดทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- กองควบคุมอาหารและยาสัตว์. 2560. พระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ. 2558. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กองอาหารสัตว์. 2555. ใบกระถินป่น (Leucaena leaf meal). กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ชิต ยูทธรวิทย์ สมศักดิ์ เกาทอง ฉายแสง ไม้แก้ว และ จริยา บุญจรัสชะ. 2547. ความถี่ของการตัดที่มีต่อผลผลิตและส่วนประกอบทางเคมีของกระถิน 4 สายพันธุ์, น. 158-171. ใน รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2547. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- จรรยาโรจน์ จันทศิริ เทวา ฉวีรัมย์ สุขุม สุขเกษม วีระพงษ์ อุดรไสว และชัยกระมล คำเมือง. 2552. การผลิตกระถินป่นส่งจำหน่ายโรงงานอาหารสัตว์สำหรับเกษตรกรรายย่อยในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา. แหล่งที่มา : <https://www.gotoknow.org/posts/243003.17> กุมภาพันธ์ 2562.
- ญาณิศา รัชดาภรณ์วานิช สมศักดิ์ เกาทอง กานดา นาคมนี และ เฉลา พิทักษ์สินสุข. 2558. การวิจัยและพัฒนาการผลิตกระถินสายพันธุ์กลาบริต้าเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสัตว์เชิงพาณิชย์ (2.2) ผลของอายุการตัดและความสูงของการตัด ต่อการผลิตใบกระถินสายพันธุ์กลาบริต้า, น 99-109. ใน รายงานผลงานวิจัย สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2558. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงษ์ และ นิธิยา รัตนานนท์. 2562. Lignin/ลิกนิน. ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร แหล่งที่มา:<http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3289/lignin%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%99%E0%B8%B4%E0%B8%99>. 19 กุมภาพันธ์ 2562.

- เยาวลักษณ์ แหม่งปิง รัตติกาล ปวงแก้ว จันทกานต์ อรณันท์ และ เกียรติศักดิ์ กล้าเอม. 2560. การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของพืชสกุลกระถิน (*Leucaena*) ด้วยเครื่องหมายดีเอ็นเอแบบบาร์โค้ด, น. 202-215. ใน รายงานผลงานวิจัย สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ประจำปี พ.ศ. 2560. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- อุตร เสนากัสป์ สุนนทพิทย์ บุณนาค พิไล กวีศรัย และ วรพงษ์ สุริยจันทร์หาทอง. 2526. ปริมาณของสารมิโมซินในกระถินพันธุ์ต่างๆ, น. 158-171. ใน รายงานผลงานวิจัย กองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2526. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- AOAC. 2016. Official Methods of Analysis. Association of Official Analysis Chemist, Inc. Washington, D.C., USA.
- Bailey, Regina. 2018. Cell Membrane Function and Structure. Available source: <https://www.thoughtco.com/cell-membrane-373364>. February 17, 2019.
- Ball Don, Mike Collins, Garry Lacefield, Neal Martin, David Mertens, Ken Olsen, Dan Putnam, Dan Undersander and Mike wolf. 2001. Understanding forage quality. American Farm Bureau Federation Publication 1-01, Park Ridge, IL.
- Beale, C.I.A. 1980. Economic aspects of developing *Leucaena* as a cash crop. A review of pre-investment studies in Malawi. 1974–79. In Le Houerou, H.N. (Ed). Browse in Africa, the Current State of Knowledge, 419-423. Addis Ababa: International Livestock Centre for Africa.
- Bray, R.A., 1981. Selecting and breeding better legumes. In: Bray, R.A. (Ed.), Nutritional Limits to Animal Production from Pastures. Proceedings of an International Symposium, St. Lucia, Queensland, Australia, 24-28 August 1981.
- Brewbaker, J.L. and Hylin J.W. 1965 Variation in mimosine content among *Leucaena* species and related mimosaceae. Crop Sci. 5, 348–349.
- Feedipedia. 2015. Leaf protein concentrate and grass juice. a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. 77 Last updated on April 15, 2015, 10:43.
- Gonzalez, A., C. Andrew and W.H.J. Pieters. 1980. Folier symptoms of mineral disorders in *Leuceana leucocephala*. CSIRO Aust. Div. Trop. Crops Past. Tech. Pap. 20: 1-12.
- Heuze, V. and G. Tran. 2015. *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*). Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. Last updated on September 9, 2015, 10:46

- ISO. 2009. ISO 5983-2 Animal feeding stuffs-Determination of nitrogen content and calculation of Crude protein content-Part2: Block digestion and steam distillation method. International Organization for Standardization. Switzerland.
- Karachi, M. 1997. Variation in the nutritional value of leaf and stem fractions of nineteen leucaena lines. *Animal Feed Science Technology*. 70: 305–314.
- Leketa Khabane. 2011. Milk goat feeding systems using *Leucaena leucocephala* in total mixed rations. Thesis for the degree MSc (Agric): Animal Science. In the Department of Animal and Wildlife Sciences, Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of Pretoria, Pretoria.
- Linda F. 2002. Waxy covering on leaves. New Mexico State University. Available source: <https://aces.nmsu.edu/ces/yard/2002/101202.html>. February 17, 2019.
- Lowry, J. Brian, Budi Tangendjaja and N.W. Cook. 1985. Measurement of mimosine and its metabolites in biological materials. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 36(9): 799-807.
- Mirzaei-Aghsaghali, Afshar, Naser Maheri-sis, Ali Mirza-Aghazadeh, Amir Reza Safari, Amir-Farhang Houshang and Abolfazl Aghajanzadeh- Golshani. 2008. Use of Nylon Bag Technique to Determine Nutritive Value and Degradation Kinetics of Iranian Alfalfa Varieties. *Asian journal of Animal and Veterinary Advances*. 3(4):214-221.
- Megarritty R. G. 1978. An automated colorimetric method for mimosine in *Leucaena* leaves. *J. Sci. Food and Agr*. 29: 182-186.
- Mohamad Amini, M.H., Mohd Sukhairi Mat Rasat, Muhammad Iqbal Ahmad, Razak Wahab, Puad Elham, Wan Mohd Nazri Wan Abdul Rahmam and Nur Hafizah Ramle. 2017. Chemical composition of Small Diameter Wild *Leucaena leucocephala* species. *Journal of Engineering and Applied Science* 12(10) : 3169-3173.
- Ramsumair, Ayanna, Victor Mlambo and Cicero H. O. Lallo. 2014. Effect of drying method on the chemical composition leaves from four tropical tree species. *Trop. Agric. (Trinidad)* 91(3) : 179-186.
- Rengsirikul Kannika, Assadaporn Kanjanakuha, Yasuyuki Ishii, Kunn Kangvansaichol, Prapa Sripichitt, Vittaya Punsuvon, Pilanee Vaithanomsat, Ganda Nakamanee and Sayan Tudsri. 2011. Potential forage and biomass production of newly introduced varieties

- of *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) in Thailand. Japanese Society of Grassland Science. Grassland Science. 57:94-100.
- Sarpong, Francis Mainoo, Francis Ackah Armah, Isaac Kingsley Amponsah, Philip Kobla Atchoglo, Elikplim Kwes Ampofo and Nathaniel Nene Djangmah Nortey. 2017. Pharmacognostic and physico-chemical investigation of *Palisota hirsuta* (K. Schum) (Commelinaceae). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 2017; 6(1): 187-191.
- Savory, R., J. A. Breen and C. I. A. Beale. 2019. *Leucaena* research in Malawi. FAO/UNDP, Livestock Project.
- Senga, Mutonkole, Patrick Prado, Maria Khasa, Damase and Stevanovic, Tatjana. 2016. Contribution to Chemical Study of Stem and Branches of *Trema orientalis* L. (Blum) and *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. Natural Products Chemistry & Research. 04. 10.4172/2329-6836.1000238. February 17, 2019.
- Soedarjo M. and Borthakur D. 1998. Mimosine, a toxin produced by the tree-legume *Leucaena* Provides a nodulation competition advantage to mimosine-degrading *Rhizobium* Strains. Soil BiolBiochem 30: 1605-1613.
- Undersander, Dan and David R. Mertens. 1993. Forage Analysis Procedures. National Forage Testing Association. Available source: <http://foragetesting.org/lab-procedures>. February 20, 2019.
- Vadiveloo, J. 2000. Nutritional properties of the leaf and stem of rice straw. Animal Feed Science and Technology. 83: 57-65.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. Comstock Publishing Associates, London.
- Zaharaddeen N..Garba and Samuel Oviosa. 2019. The effect of different drying methods on the element and nutritional composition of *Vernonia amygdalina* (bitter leaf), Journal of Taibah University for Science,13:1,396-401.

ผลของวันตัดเก็บเกี่ยวที่มีต่อผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วฮามาต้า

ทวีศักดิ์ ชื่นปริษา^{1/} สุกัญญา คำพะแย^{1/}

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวันตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดที่เหมาะสมต่อผลผลิต และคุณภาพเมล็ดถั่วฮามาต้า ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์หนองคาย อำเภอสระใคร จังหวัดหนองคาย ระหว่างเดือนมกราคม 2560 ถึง เดือนสิงหาคม 2561 วางแผนการทดลองแบบ สุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design) ประกอบด้วย 3 สิ่งทดลองๆ ละ 5 ซ้ำ สิ่งทดลองคือ วันตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดที่แตกต่างกัน (1) ตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์นับจากวันที่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ไปอีก 45 วัน (2) ตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์นับจากวันที่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ไปอีก 60 วัน และ (3) ตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์นับจากวันที่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ไปอีก 75 วัน

ผลการทดลองพบว่า การตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วฮามาต้านับจากวันที่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ไปอีก 60 วัน ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ ผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ และผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ที่งอกได้สูงสุด เท่ากับ 79.7, 77.1 และ 59.6 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่า ($p < 0.05$) การตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วฮามาต้านับจากวันที่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ไปอีก 45 และ 75 วัน และการตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วฮามาต้านับจากวันที่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ไปอีก 60 วัน มีความบริสุทธิ์ และเปอร์เซ็นต์ความงอก เท่ากับ 97.6 และ 77.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าไม่แตกต่าง ($p > 0.05$) กับการตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วฮามาต้านับจากวันที่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ไปอีก 45 วัน แต่สูงกว่า ($p < 0.05$) การตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วฮามาต้านับจากวันที่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ไปอีก 75 วัน

คำสำคัญ : วันตัดเก็บเกี่ยว ถั่วฮามาต้า ผลผลิต คุณภาพเมล็ด

เลขทะเบียนวิชาการ : 61(2)-0214-111

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น

Effects of cutting date on seed yield and seed quality of *Stylosanthes hamata* cv. Verano

Taweesak Chuenpreecha^{1/} Sukanya Kamphayae^{1/}

Abstract

The objective of experiment was to study the effect of cutting date on yield and quality of *Stylosanthes hamata* cv. Verano seed which grown on Ponpisai soil series at Nong Khai Animal Nutrition Research and Development Center during January 2017 to August 2018. The experimental design was Randomized Complete Block Design (RCBD) consisting of 3 treatments with 5 replications. The treatments were cutting date at 45 days, 60 days and 75 days after 50% flowering.

The result showed that cutting date at 60 days after flowering gave seed yield, pure seed yield and germinated pure seed yield as 79, 77.1 and 59.6 kg/rai, respectively, which statistically significant ($p < 0.05$) from 45 and 75 days. For % seed purity and seed germination, were not significant different between cutting date at 45 and 60 days but higher significant from 75 days after 50% flowering.

Keywords : cutting date, *Stylosanthes hamata* cv. Verano, seed yield, seed quality

Registered No.: 61(2)-0214-111

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

คำนำ

ถั่วฮามาต้า (*Stylosanthes hamata* cv. Verano) หรือถั่วเวอร์ราโน เป็นพืชพื้นเมืองของหมู่เกาะอินเดียตะวันตก อเมริกากลาง และอเมริกาใต้ นำเข้าประเทศไทยครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2513 โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น (บุญฤ, 2526) ถั่วฮามาต้าเป็นถั่วอายุ 2-3 ปี ต้นโตเต็มที่สูงประมาณ 50-60 เซนติเมตร ลักษณะเป็นพุ่มเตี้ยตั้งตรง แตกกิ่งก้านแผ่คลุมพื้นที่ได้กว้าง ใบเป็นใบรวมประกอบด้วย 3 ใบย่อย รูปรางคล้ายหอก ค่อนข้างยาวแต่แคบ ปลายใบเรียวแหลมไม่มีขนปกคลุม ดอกมีสีเหลือง ช่อดอกประกอบด้วยดอก 8-14 ดอก อยู่รวมที่ปลายกิ่ง ออกดอกได้ทั้งปี เริ่มออกดอกหลังจากปลูก 65-75 วัน หรือประมาณต้นเดือนกันยายน และช่วงที่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ของทั้งแปลง ประมาณกลางเดือนตุลาคม (Skerman *et al*, 1988) ถั่วฮามาต้าติดเมล็ดได้ดี เมล็ดอยู่ในฝักๆ ละ 1 เมล็ด โดยเมล็ดมี 2 ลักษณะ ส่วนใหญ่เป็นเมล็ดฝักบนที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีน้ำตาลเข้มตรงปลายเป็นขอโค้งงอ และส่วนน้อยเป็นเมล็ดฝักล่างมีเปลือกหุ้มสีขาว มีขนและไม่มีขอ เมล็ดสุกแก่เต็มที่และร่วงลงดินระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ ให้ผลผลิตเมล็ดประมาณ 150 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี (กรมปศุสัตว์, 2538)

การผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วฮามาต้า ควรเลือกพื้นที่ดอน มีการระบายน้ำดี เป็นดินร่วนปนทราย และควรปลูกในเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม (Wickham, 1979) ถ้าปลูกล่าช้าไปถึงเดือนสิงหาคม จะทำให้ได้ผลผลิตเมล็ดลดลง เนื่องจากขาดน้ำในช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงที่อยู่ในระหว่างสร้างเมล็ด

การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วฮามาต้า ในการผลิตของเกษตรกรมักจะใช้วิธีตัดต้นชิดดินแล้วกวาดเมล็ดจากพื้นรวบรวมนำไปทำความสะอาด โดยใช้ตะแกรงหยาบขนาด 3 มิลลิเมตร แยกเอาก้อนขึ้นใหญ่ๆ ออก แล้วใช้ตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร ร่อนเศษดินและหินแยกออกจากเมล็ด ฝัดด้วยกระด้ง และทำความสะอาดด้วยตะแกรงและลมเป่า ข้อจำกัดของวิธีการนี้คือ ต้องเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม เช่น ไม่เป็นดินลูกรังหรือดินแตกระแหง การเก็บเกี่ยวยังต้องใช้แรงงาน และเวลามากในการกวาดรวบรวมนเมล็ด การทำความสะอาดเมล็ดค่อนข้างยาก เมล็ดที่ได้มักมีสิ่งเจือปนสูง และสูญเสียเมล็ดมาก นอกจากนี้ยังเกิดความเสียหายจากฝนที่ตกกระหว่างการเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ตามได้มีการพัฒนาการเก็บเมล็ดถั่วท่าพระสไตโลโดยใช้วัสดุ

ปูพื้น (ทวีศักดิ์ และคณะ, 2549) และมีการทดสอบในแปลงเกษตรกร โดยสุกัญญา และคณะ (2554) ซึ่งพบว่าการเก็บเกี่ยวเมล็ดทำได้ง่ายขึ้น ได้เมล็ดที่มีความบริสุทธิ์สูง แต่อย่างไรก็ตามการใช้วัสดุปูพื้นต้องมีการลงทุนค่อนข้างมากกว่าการเก็บเกี่ยวโดยวิธีตามปกติของเกษตรกรคือกวาดเมล็ดจากพื้น จึงควรมีการศึกษาวิธีการเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วฮามาต้าในรูปแบบอื่นที่สามารถเก็บเกี่ยวเมล็ด โดยมีขั้นตอนไม่ยุ่งยาก แต่ได้เมล็ดที่มีคุณภาพดี และลงทุนไม่สูงมากนัก ซึ่งการเก็บเกี่ยวเมล็ดถั่วฮามาต้าหากใช้วิธีการกวาดจากพื้น เกษตรกรมักเก็บเมล็ดในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ แต่ถ้าหากใช้วิธีการเก็บเมล็ดโดยตรงจากต้นแล้วจะต้องดำเนินการก่อนเมล็ดสุกแก่และร่วงลงดิน

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวันตัดเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมล็ดถั่วฮามาต้า ที่เก็บเกี่ยวโดยวิธีตัดต้นแล้วแล้วนวดเอาเมล็ดออก

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์หนองคาย ตำบลสระใคร อำเภอสระใคร จังหวัดหนองคาย ระหว่างเดือนมกราคม 2560 ถึง สิงหาคม 2561

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCRD) ประกอบด้วย 3 สิ่งทดลองๆ ละ 5 ซ้ำ สิ่งทดลอง ประกอบด้วย วันตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ต่างๆ กัน ดังนี้

T_1 = ตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์นับจากวันที่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ + 45 วัน

T_2 = ตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์นับจากที่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ + 60 วัน

T_3 = ตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์นับจากที่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ + 75 วัน

การเตรียมแปลงทดลอง

เตรียมแปลงทดลองโดยการไถพรวน ปรับระดับพื้นที่ให้สม่ำเสมอจำนวน 5 บล็อก แต่ละบล็อก ประกอบด้วยแปลงย่อยขนาด 4x6 เมตร จำนวน 3 แปลง รวมแปลงย่อยทั้งหมด 15 แปลงย่อย

การใส่ปุ๋ยและปลูก

ใส่ปุ๋ยคอกอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นปุ๋ยรองพื้น ปลูกถั่วประมาณช่วงต้นฤดูฝนในเดือนมิถุนายน โดยใช้ต้นกล้าอายุประมาณ 55 วัน ใช้ระยะปลูก

ระหว่างต้นและระหว่างแถว 90x90 เซนติเมตร และมีการกำจัดวัชพืชหลังปลูก 2 สัปดาห์ และครั้งต่อไปตามความจำเป็น

การเก็บข้อมูล

สุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนดำเนินการทดลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์หา ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) ปริมาณไนโตรเจน (Total N) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K)

เก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝนตลอดปีที่ยังดำเนินการทดลอง โดยใช้ข้อมูลที่บันทึกโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์หนองคาย

ดำเนินการตัดต้นถั่วเพื่อเก็บผลผลิตเมล็ด ตามแผนการทดลอง ก่อนเก็บผลผลิตทำการวัดความสูงและความกว้างของทรงพุ่ม ในทุกแปลงย่อย ๆ ละ 5 จุด ส่วนการตัดถั่วเพื่อเก็บเมล็ดให้ตัดต้นถั่วทั้งแปลง ยกเว้นขอบแปลง นำถั่วที่ได้มาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม แล้วเคาะเมล็ดให้ร่วง นำเมล็ดที่ได้มาทำความสะอาดเบื้องต้น เพื่อคำนวณผลผลิตเมล็ดพันธุ์ต่อไร่ ผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ และผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ที่งอกได้ สุ่มเมล็ดพันธุ์ทั้งหมด เพื่อส่งตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ความชื้น ความบริสุทธิ์ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ด

$$\text{ผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์} = \frac{\text{ผลผลิตเมล็ดพันธุ์} \times \text{ความบริสุทธิ์}}{100}$$

$$\text{ผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ที่งอกได้} = \frac{\text{ผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์} \times \text{ความงอก}}{100}$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ผลการทดลอง และวิจารณ์

คุณสมบัติทางเคมีของดิน

ดินบริเวณทำการทดลองเป็นดินชุดโพพพิสัย มีการระบายน้ำดีปานกลาง ลักษณะและสมบัติเป็นดินต้นถึงชั้นกรวดลูกรัง ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินร่วน สีน้ำตาลปนเทาเข้ม ส่วนดินล่างมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายและปนกรวด ในระดับความลึกไม่เกิน 50 เซนติเมตร จะพบชั้นของลูกรัง จับตัวกันหลวมๆโดยมีดินเหนียวสีต่างๆแทรกอยู่ทั่วไป (กรมพัฒนาที่ดิน, 2560) จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินที่สุ่มเก็บจากแปลงทดลองก่อนเริ่มดำเนินการทดลอง (ตารางที่ 1) พบว่ามีความ

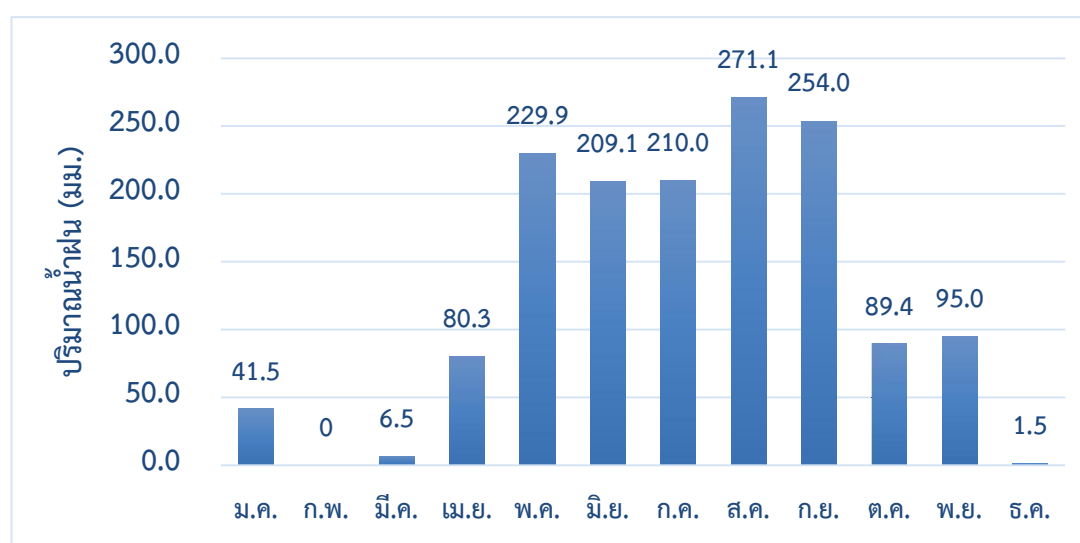
เป็นกรด-ด่าง เฉลี่ย 5.45 ปริมาณอินทรีย์วัตถุเฉลี่ย 1.10 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจนเฉลี่ย 0.06 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้เฉลี่ย 13.43 ppm และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เฉลี่ย 27.95 ppm ซึ่งจากตารางแสดงระดับธาตุอาหารในดินของกองสำรวจจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน (2528) สามารถประเมินดินที่ใช้ในการทดลองได้ว่าดินมีความเป็นกรดแก่ (5.1-5.5) อินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำ (น้อยกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์) ไนโตรเจนอยู่ในระดับต่ำ (0.01-1.0 เปอร์เซ็นต์) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ มีอยู่ในระดับปานกลาง (10-25 ppm) และ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ มีอยู่ในระดับต่ำ (น้อยกว่า 60 ppm)

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางเคมีของดินก่อนการทดลอง

ข้อมูล	คุณสมบัติทางเคมี				
	pH	OM (%)	Total-N (%)	Avail.P (ppm)	Exch.Ca (ppm)
ดินก่อนการทดลอง	5.45	1.10	0.06	13.43	27.95

ปริมาณน้ำฝน

ในระหว่างเวลาที่ทำการศึกษาทดลอง มีฝนตกเกือบตลอดทั้งปี ยกเว้นเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งไม่มีฝนตก ส่วนเดือนมีนาคม และเดือนธันวาคม มีฝนตกเพียงเล็กน้อย จากภาพที่ 1 มีฝนตกมากในเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนกันยายน และมีฝนตกมากที่สุดเดือนสิงหาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ต้นถั่วกำลังเจริญเติบโตและผลิตช่อดอก และช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน มีฝนตกประมาณ 89.4-95.0 มิลลิเมตร ซึ่งอยู่ในช่วงที่ถั่วกำลังติดเมล็ด ซึ่งปริมาณและการกระจายของน้ำฝนเหมาะต่อการเจริญเติบโตและการผลิตเมล็ดถั่วฮามาต้า



ภาพที่ 1 แสดงปริมาณน้ำฝนที่ทำการทดลอง ในปี 2560

การเจริญเติบโตของถั่ว

การศึกษาวันตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเมล็ดถั่วฮามาต้า ที่เก็บเกี่ยวโดยวิธีตัดต้นถั่วแล้วนวดเอาเมล็ดออก ในชุดดินโพนพิสัย ซึ่งมีข้อจำกัดในการใช้ประโยชน์เพราะเป็นดินตื้นถึงชั้นกรวดลูกรัง เนื้อดินบนค่อนข้างเป็นทราย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2560) ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าการเจริญเติบโตของถั่วฮามาต้า ที่ตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดของ T_3 ต้นถั่วมีความสูงเฉลี่ย 68 เซนติเมตร สูงกว่า ($p<0.05$) ต้นถั่วที่ตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดของ T_1 และ T_2 ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 49 และ 49 เซนติเมตร ตามลำดับ ในทางตรงกันข้ามความกว้างทรงพุ่มของต้นถั่วที่ตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดของ T_1 มีค่าเฉลี่ย 176 เซนติเมตร มีขนาดทรงพุ่มกว้างกว่า ($p<0.05$) ต้นถั่วที่ตัดเก็บเกี่ยวของ T_2 และ T_3 ซึ่งมีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย 150 และ 136 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งความสูง และขนาดความกว้างของทรงพุ่มของต้นถั่วฮามาต้าจากการทดลองนี้สูงกว่า รายงานของทวีศักดิ์ และคณะ (2560) ศึกษาเรื่องผลของระยะปลูกที่มีต่อผลผลิต และคุณภาพเมล็ดถั่วฮามาต้า พบว่าการปลูกถั่วฮามาต้าที่ระยะ 25x25 50x50 80x80 และ 100x100 เซนติเมตร ถั่วฮามาต้ามีความสูงเฉลี่ย 55.90 48.33 35.45 และ 30.58 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีขนาดความกว้างของทรงพุ่มเฉลี่ย 99.58 102.70 131.95 และ 133.73 เซนติเมตร ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการเจริญเติบโตของถั่วฮามาต้าขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น สภาพพื้นที่ ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณและการกระจายตัวของน้ำฝน เป็นต้น

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโต ผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วฮามาต้า ที่วันตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ต่างๆ กัน

ข้อมูล	วันตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์			CV (%)
	T_1	T_2	T_3	
การเจริญเติบโต				
- ความสูง (ซม.)	49.0 ^b	49.0 ^b	68.0 ^a	14.0
- ขนาดทรงพุ่ม (ซม.)	176.0 ^a	150.0 ^b	136.0 ^b	11.5
ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ (กิโลกรัมต่อไร่) ^{1/}				

- ผลผลิตเมล็ดพันธุ์	46.2 ^b	79.0 ^a	9.0 ^c	13.9
- ผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์	42.8 ^b	77.1 ^a	8.7 ^c	13.5
- ผลผลิตเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ที่งอกได้	29.4 ^b	59.6 ^a	6.7 ^c	14.6
คุณภาพเมล็ดพันธุ์				
- ความชื้น (%)	7.8 ^a	7.7 ^a	7.3 ^b	3.6
- ความบริสุทธิ์ (%)	92.8 ^b	97.6 ^a	96.9 ^a	2.3
- น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม) ^{1/}	3.540 ^a	3.456 ^a	3.130 ^b	3.9
- ความงอกของเมล็ด (%)	68.6 ^b	77.4 ^a	77.4 ^a	6.1

- ตัวเลขที่กำกับด้วยตัวอักษรต่างชนิดกันในแนวนอน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย DMRT ที่ระดับ P<0.05

- ^{1/}คำนวณผลผลิตโดยปรับความชื้นของเมล็ดให้เท่ากับที่ 9 เปอร์เซ็นต์

ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดถั่วฮามาต้า

ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ พบว่าการตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ของ T₂ ได้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ และเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ที่งอกได้ เท่ากับ 79.0 77.1 และ 59.6 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูงกว่า (p<0.05) การตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ของ T₁ ซึ่งให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ และเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ที่งอกได้ เท่ากับ 46.2 42.8 และ 29.4 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วนการตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ของ T₃ ให้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ และเมล็ดพันธุ์บริสุทธิ์ที่งอกได้ ต่ำที่สุด (p<0.05) เฉลี่ย 9.0 8.7 และ 6.7 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะผลผลิตที่ได้ เป็นเมล็ดพันธุ์ที่สุกแก่และยังติดคาตันอยู่เท่านั้นและยังมีบางส่วนที่ร่วงลงดินก่อนถึงช่วงเวลาการตัด รวมทั้งการร่วงหล่นระหว่างการตัดอีกด้วย ทำให้ผลผลิตที่ได้ต่ำที่สุด นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าการตัดต้นถั่วของ T₁ น่าจะเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมไป เมล็ดยังสุกแก่ไม่เต็มที่ ส่งผลให้ได้ผลผลิตต่ำกว่าการตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ของ T₂

ส่วนคุณภาพเมล็ดพันธุ์ พบว่าการตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ของ T₂ และ T₃ เมล็ดถั่วมีความบริสุทธิ์ไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 97.6 และ 96.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีค่าสูงกว่า (p<0.05) การตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ของ T₁ ซึ่งเมล็ดถั่วมีความบริสุทธิ์เฉลี่ย 92.8 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากการตัดต้นถั่วในช่วงเวลาที่เร็วเกินไป เมล็ดส่วนใหญ่ที่ยังไม่สุกแก่เต็มที่ จะยังเกาะติดอยู่กับช่อดอก ทำให้เมื่อเวลาที่ตัดต้นถั่วแล้วนำไปตากบนผ้าพลาสติก จะมีเศษช่อดอก และใบร่วงหล่นปนไปกับเมล็ดค่อนข้างมาก ส่วนน้ำหนักเมล็ดของการตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ของ T₁ และ T₂ มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ไม่แตกต่างกัน มีค่าเท่ากับ 3.540 และ 3.456 กรัม แต่มีค่าสูงกว่า (p<0.05) T₃ ซึ่งมีน้ำหนัก 1,000 เมล็ดเฉลี่ย 3.130 กรัม สำหรับความงอกของต้นถั่วที่ได้จากการทดลองครั้งนี้พบว่าการตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ของ T₂ และ T₃ เมล็ดถั่วมีความงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) เท่ากับ 77.4 และ 77.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีค่าสูงกว่า (p<0.05) การตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ของ T₁ ซึ่งเมล็ดมีความงอกเท่ากับ 68.6 เปอร์เซ็นต์

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลผลิต และคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของถั่วฮามาต้า ในชุดดินโพนพิสัย ที่เก็บเกี่ยวโดยการตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน สรุปได้ดังนี้

1. การตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วฮามาต้าในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน มีผลต่อความสูงและขนาดทรงพุ่ม โดยการยืดเวลาการตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ จะทำให้ถั่วมีความสูงมากขึ้น แต่มีความกว้างทรงพุ่มที่ลดลง
2. การตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์นับจากที่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ไปอีก 60 วัน จะได้ผลผลิตเมล็ดพันธุ์สูงสุดเท่ากับ 79.0 กิโลกรัมต่อไร่ คุณภาพเมล็ดมีความบริสุทธิ์ 97.6 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 3.456 กรัม และความงอกของเมล็ด 77.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ที่สูงกว่า ($p < 0.05$) การตัดเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ นับจากที่ดอกบาน 50 เปอร์เซ็นต์ ไปอีก 45 และ 75 วัน

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2548. พืชอาหารสัตว์พันธุ์ดี. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2528. ชุดแผนที่ดินจังหวัด ฉบับที่ 17 กองสำรวจจำแนกดิน. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2560. สำนักสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ http://oss101.ldd.go.th/web_thaisoils/pf_desc/northeast/Pp.htm.
- ทวีศักดิ์ ชื่นปริชา สากล อภินาคพงศ์ และจรรยาโรจน์ จันทศิริ. 2549. เทคนิคการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วท่าพระสไตโล. ข่าวสารพืชอาหารสัตว์. ปีที่ 11 ฉบับที่ 3 ประจำเดือน กันยายน-ธันวาคม 2549. น. 6-8.
- ทวีศักดิ์ ชื่นปริชา สุกัญญา คำพะแย และอาทิตยา สุขสะเกษ. 2560. ผลของระยะปลูกที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วฮามาต้า, น. 133-140. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2560. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- บุญฤ วไลพล. 2526. พืชอาหารสัตว์เขตร้อนและการจัดการ. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น.
- สุกัญญา คำพะแย ทวีศักดิ์ ชื่นปริชา และวัฒนาวรรณ ศรีสมพร. 2554. การทดสอบเทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วท่าพระสไตโลในพื้นที่ของ เกษตรกรจังหวัดขอนแก่น, น. 106-118. ในรายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2554. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- Skerman P.J, D.G. Cameron and F. Riveros. 1988. Tropical forage legumes. Plant production and protection series (FAO). No. 2.

Wickham, B. 1979. Effect of date and rate of sowing on Verano stylo seed yield. Khon Kaen University Pasture Improvement Project, Annual Report 1979. Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand. P 143-147.

การสำรวจและประเมินประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน ของฟาร์มโคนมเกษตรกรจังหวัดขอนแก่น

อรวิมล แก้วเกลี้ยง^{1/} ศุภกิจ สุนาโท^{1/} อภินันท์ จินดานิรตุล^{2/} จีระศักดิ์ ชอบแต่ง^{2/}
ราไพพร นามสีลี^{1/} ปฐิมา บุตรชา^{1/}

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของฟาร์มโคนมในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น เก็บข้อมูลโดยสัมภาษณ์เกษตรกรสมาชิกสหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด จำนวน 80 ราย พร้อมทั้งสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารชั้น วัตถุดิบอาหารสัตว์ อาหารหยาบ และตัวอย่างน้ำนมดิบ และวิเคราะห์ทางเคมี เป็นเวลา 6 เดือน

ผลการศึกษา พบว่า ฟาร์มขนาดใหญ่มีปริมาณน้ำนมมากกว่าฟาร์มที่มีขนาดเล็กกว่า อย่างไรก็ตาม น้ำนมจากฟาร์มขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยไขมันในน้ำนม โปรตีนในน้ำนม และของแข็งทั้งหมด เท่ากับ 3.60 เปอร์เซ็นต์ 3.07 เปอร์เซ็นต์ และ 12.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันค่ายูเรียไนโตรเจนในน้ำนม (เฉลี่ยเท่ากับ 11.27 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) และค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (เฉลี่ยเท่ากับ 1.06 กิโลกรัม น้ำนมต่อ 1 กิโลกรัมอาหาร) ของฟาร์มโคนมทั้ง 3 ขนาด มีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ ฟาร์มขนาดกลางมีค่าประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนสูงสุด (19.01 กรัม ต่อ 100 กรัมอาหาร) รองลงมาเป็นฟาร์มขนาดเล็ก (18.65 กรัมต่อ 100 กรัมอาหาร) เป็นที่น่าสังเกตว่า ฟาร์มขนาดใหญ่มีปริมาณโปรตีนหยาบที่กินได้และพลังงานที่กินได้ไม่เพียงพอ และมีค่าประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (17.99 กรัมต่อ 100 กรัมอาหาร) ต่ำกว่าฟาร์มที่มีขนาดเล็กกว่า

สรุปว่า ฟาร์มโคนมในพื้นที่จังหวัดขอนแก่นมีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเฉลี่ย 18.92 กรัม ต่อ 100 กรัมอาหาร อยู่ในระดับต่ำมาก การจัดการอาหารสัตว์ที่เหมาะสมน่าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนม ลดต้นทุนต่อผลผลิตน้ำนมและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนได้

คำสำคัญ : ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร โคนม เกษตรกร

เลขทะเบียนผลงาน : 62(2)-2014-004

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น

^{2/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอมือง จังหวัดปทุมธานี

A survey and prediction of the nitrogen utilization efficiency of dairy farms in KhonKaen, Thailand

Ornvimol Kaeokliang^{1/} Supakit Sunato^{1/} Apinun Jindaniradool^{2/} Jeerasak Chobtang^{2/}
Ramphrai Narmseelee^{1/} Patima Butcha^{1/}

Abstract

The objective of the present study was to estimate feed nitrogen use efficiency (NUE) of dairy farms. Over a 6-month period, data from 80 individual farms in Khon Kaen province were obtained by face-to-face interviews. In addition, feed ingredients and milk from those farms were sampled and subjected to chemical analysis.

Results showed that total milk production in large farms was greater than that of medium farms and small farms. However, farm sizes had no effects on milk compositions, such as milk fat (3.60%), milk protein (3.07%) and milk total solids (12.29%). Likewise, average milk urea nitrogen (MUN) (11.27 mg/dl) and feed conversion efficiency (1.06 kg milk/1 kg feed) were not different among farm sizes. Nevertheless, the NUE of medium farms (19.01 g/100 g feed) was greater than that in small farms (18.65 g/100 g feed) and large farms (17.99 g/100 g feed). It seemed that crude protein and energy intake in large farms were inadequate.

In conclusion, the NUE average of the studied farms was a very low value (18.92 g/100 g of feed). A proper feed management (quantity and quality) should be focused in order to improve milk productivity, reduce production cost and increase NUE.

Keywords: nitrogen utilization efficiency, feed conversion efficiency, dairy, farmers

Registered No: 62(2)-2014-004

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

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

บทนำ

ในปัจจุบันผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์เป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจมาก การเลี้ยงโคนมเป็นอีกกิจกรรมหนึ่งที่มีผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมอย่างมาก ส่วนหนึ่งเกิดจากการใช้อาหารสัตว์ที่มีโปรตีน (ไนโตรเจน) สูง ปริมาณโปรตีนหรือไนโตรเจนที่มากเกินไปเกินความต้องการของร่างกายสัตว์นั้นนอกจากจะถูกขับออกผ่านทางมูลและปัสสาวะ (Kohn *et al.*, 1997; Kauffman and St-Pierre, 2001) ซึ่งนอกจากจะก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว (Dijkstra *et al.*, 2013; Spek *et al.*, 2013) ยังเป็นการเพิ่มต้นทุนค่าอาหารสัตว์และทำให้ผลตอบแทนลดลงด้วยทั้งนี้เนื่องจากวัตถุดิบอาหารสัตว์ประเภทแหล่งโปรตีนส่วนใหญ่มีราคาแพง (Kalscheru *et al.*, 1999) นอกจากนี้ ระดับโปรตีนในอาหารที่สูงเกินไปจะมีผลทำให้สมรรถนะการสืบพันธุ์ของสัตว์ลดลง (Ferguson and Chalupa, 1989; Guo *et al.*, 2004) และถึงแม้ว่าปริมาณโปรตีนที่โคนมได้รับเพิ่มขึ้นจะทำให้โคมีผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นแต่ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากอาหารโปรตีนสำหรับการผลิตน้ำนมจะลดลง (Roy *et al.*, 2011) สารประกอบไนโตรเจนในมูลและปัสสาวะจะถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่เป็นมลพิษ ได้แก่ แอมโมเนีย (NH_3) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ซึ่งจะกระจายสู่ชั้นบรรยากาศไนเตรต (NO_3^-) ซึ่งจะปนเปื้อนแหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำผิวดิน เป็นพิษต่อสัตว์น้ำและเป็นพิษต่อคนรวมถึงมีโอกาสก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้ (Wright and Mutsvangwa, 2003)

การจัดการอาหารสัตว์ที่ไม่สมดุลระหว่างโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตจะทำให้มีสารประกอบไนโตรเจนถูกปล่อยออกจากฟาร์ม (N excretion) เข้าสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้น (Roy *et al.*, 2011) การลดปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะ (urinary nitrogen, UN) และมูล (fecal nitrogen, FN) เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยลดผลกระทบจากไนโตรเจนต่อสิ่งแวดล้อมได้ ปริมาณยูเรียไนโตรเจนในน้ำนม (milk urea nitrogen, MUN) สามารถใช้ประเมินปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับถ่ายออกมาและสามารถนำมาใช้ประเมินประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (nitrogen utilization efficiency, NUE) ในฟาร์มโคนมได้ (Kohn *et al.*,

1997; Kauffman and St-Pierre, 2001; Jonker *et al.*, 2002) ในขณะที่ ค่า NUE สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการให้อาหารที่จะช่วยลดการปนเปื้อนไนโตรเจนของสิ่งแวดล้อมได้ (Kohn, 2007; Spek, 2013; Spek *et al.*, 2013)

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนของฟาร์มโคนมในประเทศไทยยังไม่แพร่หลายและยังมีข้อมูลน้อยมาก ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของฟาร์มโคนมที่มีขนาดฟาร์มต่างกันโดยใช้ค่ายูเรียไนโตรเจนในน้ำนม (MUN) เพื่อใช้เป็นแนวทางการจัดการอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในฟาร์มโคนมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สำรวจฟาร์มโคนมเกษตรกรรมสมาชิกของสหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด จังหวัดขอนแก่น จำนวน 80 ฟาร์ม โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ พร้อมทั้งสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารสัตว์และตัวอย่างน้ำนม ดำเนินการศึกษาระหว่างเดือนมีนาคม 2559 -มิถุนายน 2560

ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

สหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด มีสมาชิกทั้งหมด 185 ฟาร์ม แบ่งออกเป็นกลุ่มตามขนาดฟาร์ม ซึ่งใช้จำนวนจำนวนโคนมเป็นเกณฑ์ (คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ม.ป.ป.) จะได้ฟาร์มขนาดเล็ก (1-20 ตัว) จำนวน 34 ฟาร์ม ฟาร์มขนาดกลาง (21-100 ตัว) จำนวน 149 ฟาร์ม และฟาร์มขนาดใหญ่ (มากกว่า 100 ตัว) จำนวน 3 ฟาร์ม สุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2555) จำนวน 80 ฟาร์ม แบ่งออกเป็นฟาร์มขนาดเล็กจำนวน 12 ฟาร์ม (35.29 เปอร์เซ็นต์) ฟาร์มขนาดกลาง จำนวน 65 ฟาร์ม (43.62 เปอร์เซ็นต์) และฟาร์มขนาดใหญ่จำนวน 3 ฟาร์ม (100 เปอร์เซ็นต์)

การเก็บข้อมูล

(1) เก็บข้อมูลฟาร์มตัวอย่างที่ถูกเลือกโดยใช้วิธีการสัมภาษณ์และสอบถามข้อมูลการเลี้ยงสัตว์ทั่วไปและการจัดการด้านอาหารโคนมตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการเลี้ยงโคนม

(2) เก็บข้อมูลปริมาณผลผลิตน้ำนมของแต่ละฟาร์มเดือนละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 6 เดือน คำนวณปริมาณผลผลิตน้ำนมต่อวัน (milk yield) และคำนวณปริมาณน้ำนมมาตรฐาน (4% fat-3.3% milk protein (Fat-protein corrected milk, FPCM) (FAO, 2010) ตามสมการ ดังนี้

$$\text{FPCM (kg)} = \text{raw milk (kg)} \times [0.337 + (0.116 \times \% \text{fat}) + (0.06 \times \% \text{crude protein})]$$

(3) สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนมโดยเก็บน้ำนมถังรวม (bulk tank) ของแต่ละฟาร์ม เดือนละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนเมษายน-กันยายน 2559 จะได้ตัวอย่างน้ำนมรวมทั้งหมด 480 ตัวอย่าง แบ่งตัวอย่างน้ำนมเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกส่งไปวิเคราะห์หาค่ายูเรียไนโตรเจนในน้ำนม (MUN) ทันทีหลังจากเก็บตัวอย่างที่สถานบริการสุขภาพเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น ส่วนที่สองเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แล้วส่งตรวจหาองค์ประกอบน้ำนมที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน อ.เมือง จ.ขอนแก่น

(4) สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารโคนม วัตถุดิบอาหารสัตว์และอาหารหยাবจากฟาร์มเกษตรกรสำหรับนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) ไขมัน (ether extract, EE) เถ้า (ash) ผนังเซลล์ (Neutral Detergent Fiber, NDF) ลิกโนเซลลูโลส (Acid Detergent Fiber, ADF) และลิกนิน (Acid Detergent Lignin, ADL) ตามวิธีของ AOAC (2016) ทำการวิเคราะห์ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น

การคำนวณและการประเมินประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน

(1) ประเมินปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะ (urinary nitrogen, UN) จากค่ายูเรียไนโตรเจนในน้ำนม (MUN) ตามวิธีของ Jonker *et al.* (2002) โดยใช้สมการ

$$\text{UN, g/d} = 0.0259 \times \text{MUN (mg/dL)} \times \text{BW (kg)}$$

โดย BW (body weight) คือ น้ำหนักตัวเฉลี่ยของโคนม เท่ากับ 450 กก.

(2) คำนวณปริมาณไนโตรเจนที่กินได้ (nitrogen intake, NI) และวัตถุแห้งที่กินได้ (Dry Matter Intake, DMI) จากตัวอย่างอาหารสัตว์ที่ใช้ในแต่ละฟาร์มโดยนำค่า UN มาทำนาย NI ตามสมการ (Jonker *et al.*, 2002)

$$\text{NI, g/d} = \frac{(\text{predicted UN} + \text{milk N} + 97)}{0.83}$$

(3) ประเมินปริมาณไนโตรเจนในมูล (fecal nitrogen, FN) โดยสมการ (Jonker *et al.*, 2002)

$$\text{FN, g/d} = \text{predicted NI} - \text{predicted UN} - \text{milk N}$$

เมื่อ Predicted NI คือ ปริมาณไนโตรเจนที่กินได้จากสมการ (2); Predicted UN คือ ปริมาณไนโตรเจนในปัสสาวะจากสมการ (1)

(4) ประเมินประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (Nitrogen Utilization Efficiency, NUE) จากสมการ (Arndt *et al.*, 2015; Jonker *et al.*, 2002);

$$\text{NUE, \%} = \frac{(\text{milk N} \times 100)}{\text{NI}}$$

(5) ประเมินประสิทธิภาพการผลิตน้ำนม (Feed Conversion Efficiency, FCE) จากสมการ (Berry and Crowley, 2013; Arndt *et al.*, 2015)

$$\text{FCE, \%} = \frac{(\text{milk yield})}{\text{DMI}}$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลทั่วไปของฟาร์มปริมาณการกินได้ ผลผลิตน้ำนม ไนโตรเจนที่กินได้ ไนโตรเจนในปัสสาวะ ไนโตรเจนในมูล ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และประสิทธิภาพการผลิตน้ำนมมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistic) หาความสัมพันธ์ของไนโตรเจนที่กินได้ต่อประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน ด้วยวิธี regression analysis

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณโคนมในฟาร์มที่ได้รับการสำรวจ

ปริมาณโคจากฟาร์มที่สำรวจในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า จำนวนแม่โครีดนมเฉลี่ยในฟาร์มขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ เท่ากับ 6.17 19.49 และ 45.33 ตัว ตามลำดับ เมื่อคิดเป็นร้อยละเฉลี่ยเท่ากับ 42.79 43.56 และ 41.97 ตามลำดับ ซึ่งมีร้อยละใกล้เคียงกันในแต่ละขนาดฟาร์ม ส่วนปริมาณแม่โคแห้งนม โคสาวทดแทน และโครุ่น แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลปริมาณโคจากฟาร์มที่ถูกสำรวจแยกตามขนาดฟาร์ม (means±SD)

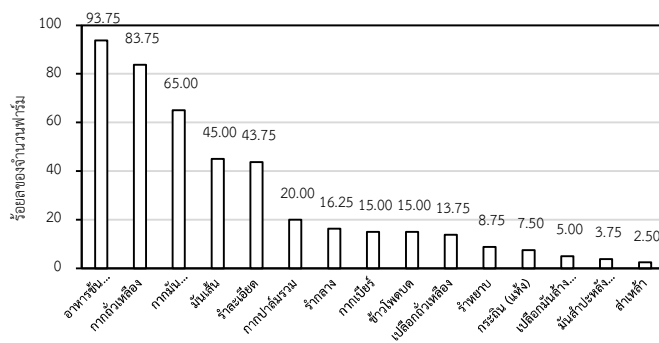
รายการ	ฟาร์มขนาดเล็ก	ฟาร์มขนาดกลาง	ฟาร์มขนาดใหญ่	ค่าเฉลี่ย
จำนวนโคทั้งหมด, ตัว	14.42 ± 3.99	44.74 ± 17.53	108.00 ± 2.65	40.94 ± 23.06
แม่โครีดนม, ตัว	6.17 ± 2.52	19.49 ± 9.50	45.33 ± 14.57	18.46 ± 11.43
แม่โคแห้งนม, ตัว	0.83 ± 1.03	3.48 ± 3.16	12.67 ± 6.43	3.43 ± 3.68
โคสาวทดแทน (อายุ >1 ปี), ตัว	3.42 ± 1.93	10.72 ± 6.07	30.33 ± 11.72	10.36 ± 7.51
โครุ่น (อายุ 6-12 เดือน), ตัว	2.00 ± 1.86	5.89 ± 4.07	16.67 ± 4.16	5.71 ± 4.58
ลูกโคเพศเมีย (อายุ <6 เดือน), ตัว	2.00 ± 1.81	3.15 ± 3.33	3.00 ± 2.65	2.98 ± 3.13

- ฟาร์มขนาดเล็ก=จำนวนโคนม 1-20 ตัว; ฟาร์มขนาดกลาง=จำนวนโคนม 21-100 ตัว; ฟาร์มขนาดใหญ่=จำนวนโคนม >100 ตัว

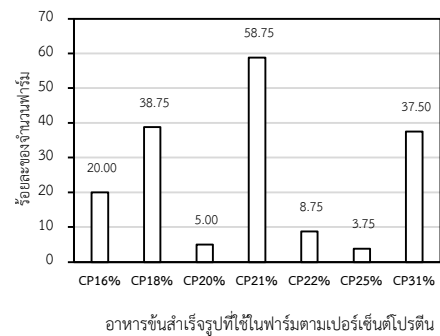
การจัดการอาหารสัตว์

เกษตรกรใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์หลายชนิด ในภาพที่ 1 (ก) และ ใช้อาหารข้นสำเร็จรูปจากหลายบริษัท มีความเข้มข้นของโปรตีนหยาบ (CP) หลายระดับ ตั้งแต่ 16 ถึง 33 %CP แสดงในภาพที่ 1 (ข) โดยชนิดและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารสัตว์ แสดงในตารางภาคผนวกที่ 1 เมื่อพิจารณาการจัดการด้านอาหารสัตว์เชื่อมโยงกับผลผลิตน้ำนม ฟาร์มโคนมขนาดใหญ่มีการให้อาหารข้นกับแม่โครีดนมบ่อยกว่า (จำนวน 3 ครั้ง) ฟาร์มขนาดเล็ก และขนาดกลาง (ตารางที่ 2) ซึ่งการให้อาหารบ่อยครั้งจะทำให้โคนมกินอาหารได้มากขึ้น (วิโรจน์, 2557) ส่งผลให้มีปริมาณไขมันในน้ำนมเพิ่มขึ้นด้วย (Macmillan *et al.*, 2017) (ตารางที่ 4)

(ก) ชนิดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในฟาร์มโคนมที่สำรวจ



(ข) อาหารข้นสำเร็จรูปที่ใช้ในฟาร์มโคนมที่สำรวจ



ภาพที่ 1 ชนิดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในฟาร์มที่ถูกสำรวจ (n =80, ร้อยละของจำนวนฟาร์ม)

ตารางที่ 2 ข้อมูลการให้อาหารในฟาร์มโคนมที่ถูกสำรวจ แยกตามขนาดฟาร์ม (ร้อยละของจำนวนฟาร์ม)

รายการ	ฟาร์มขนาดเล็ก	ฟาร์มขนาดกลาง	ฟาร์มขนาดใหญ่	ค่าเฉลี่ย
ให้อาหารข้น 2 ครั้งต่อวัน	100.00	97.00	66.70	97.40
ให้อาหารข้น 3 ครั้งต่อวัน	0	3.00	33.30	2.60
ใช้อาหารผสมเองในฟาร์มเท่านั้น	0	7.50	0	6.40
ใช้อาหารข้นสำเร็จรูปเท่านั้น	100.00	19.40	33.30	20.50
ใช้ทั้งอาหารผสมเองและอาหารข้นสำเร็จรูป	0	73.10	66.70	73.10
ให้อาหารตามอายุโค	45.50	59.70	66.70	57.70
ให้อาหารแบบแยกส่วน	63.60	61.20	66.70	59.00
ให้อาหารในรูปแบบ TMR	36.40	38.80	33.30	41.00
ให้อาหารข้นเพิ่มตามปริมาณน้ำนม	50.00	74.60	66.70	70.50
ให้อาหารข้นเท่ากันทุกตัว	50.00	25.40	33.30	29.50

- ฟาร์มขนาดเล็ก=จำนวนโคนม 1-20 ตัว; ฟาร์มขนาดกลาง=จำนวนโคนม 21-100 ตัว; ฟาร์มขนาดใหญ่=จำนวนโคนม >100 ตัว

ทุกฟาร์มใช้ฟางแห้ง และ/หรือ ฟางหมักยูเรีย เป็นอาหารหยาบหลัก (100 เปอร์เซ็นต์) ฟาร์มขนาดเล็กทุกฟาร์มใช้ฟางตลอดทั้งปี (100 เปอร์เซ็นต์) ฟาร์มขนาดกลางและขนาดใหญ่ใช้ฟางตลอดทั้งปี 97.0 เปอร์เซ็นต์ และ 66.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) การใช้หญ้าสดส่วนใหญ่เป็นการใช้เสริมจากการใช้ฟางเท่านั้น ซึ่งพบในฟาร์มขนาดเล็กมากกว่าฟาร์มทั้งสองกลุ่ม ส่วนใหญ่จะใช้เฉพาะช่วงที่จัดหาได้ ไม่พบฟาร์มขนาดเล็กที่ใช้หญ้าสดตลอดทั้งปี ส่วนฟาร์มขนาดกลางและขนาดใหญ่ใช้หญ้าสดเสริมจากการใช้ฟาง 79.1 เปอร์เซ็นต์ และ 66.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และใช้หญ้าสดตลอดปี 10.77 เปอร์เซ็นต์ และ 33.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในภาพรวมมีการใช้หญ้าสดตลอดทั้งปีเสริมจากการใช้ฟางเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ ของฟาร์มที่สำรวจทั้งหมด ทั้งนี้เพราะพื้นที่ปลูกพืชอาหารสัตว์มีจำกัด การจัดหาหรือเตรียมหญ้าสดจะต้องใช้เวลาและแรงงาน

นอกจากนี้ เกษตรกรนิยมใช้ข้าวโพดหมักมากกว่าหญ้าหมัก ฟาร์มขนาดเล็กและขนาดกลางส่วนใหญ่ใช้ข้าวโพดหมักเฉพาะช่วงที่สามารถจัดหาได้ (36.40 เปอร์เซ็นต์ และ 43.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) บางฟาร์มใช้ข้าวโพดหมักตลอดปี เสริมจากการใช้ฟาง (8.33 เปอร์เซ็นต์ และ 24.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ฟาร์มขนาดใหญ่ทุกฟาร์มใช้ข้าวโพดหมัก (100 เปอร์เซ็นต์) แต่ใช้ตลอดทั้งปี 66.67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ในภาพรวมของทุกกลุ่มฟาร์มมีฟาร์มที่ใช้ข้าวโพดหมักตลอดทั้งปี 23.75 เปอร์เซ็นต์

ฟาร์มขนาดใหญ่ใช้อาหารหยาบที่มีโภชนาการดีกว่าฟางเสริมให้โคนม อาทิ หญ้าสด และข้าวโพดหมัก (ตารางที่ 3) โดยให้กินเสริมตลอดทั้งปีและมีร้อยละจำนวนฟาร์มมากกว่าฟาร์มขนาดเล็กและขนาดกลาง ทำให้ผลผลิตน้ำนมมีไขมันในน้ำนมและของแข็งในน้ำนม มากกว่าฟาร์มขนาดเล็กและขนาดกลาง ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 ชนิดของอาหารหยาบที่ใช้ในฟาร์มที่ถูกสำรวจ แยกตามขนาดฟาร์ม (ร้อยละของจำนวนฟาร์ม)

	ฟาร์มขนาดเล็ก	ฟาร์มขนาดกลาง	ฟาร์มขนาดใหญ่	ค่าเฉลี่ย
ฟาง	100	97.01	66.7	97.44
ฟางหมักยูเรีย	0	8.11	33.33	2.56
หญ้าสด	90.91	79.1	66.7	79.49
ข้าวโพดหมัก	36.4	43.28	100	42.31
หญ้าหมัก	0	2.9	33.3	2.56

- ฟาร์มขนาดเล็ก=จำนวนโคนม 1-20 ตัว; ฟาร์มขนาดกลาง=จำนวนโคนม 21-100 ตัว; ฟาร์มขนาดใหญ่=จำนวนโคนม >100 ตัว

ปริมาณการกินได้ ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม และค่ายูเรียไนโตรเจนในน้ำนม

ภาพรวมทุกฟาร์ม

ผลผลิตน้ำนม (ผลผลิตน้ำนมต่อวันและผลผลิตน้ำนมมาตรฐาน) และองค์ประกอบน้ำนม (ไขมันในนม โปรตีนในนม และของแข็งทั้งหมด) มีค่าใกล้เคียงกันในทุกขนาดฟาร์ม โดยมีคุณภาพน้ำนมเกินค่ามาตรฐานน้ำนมโคดิบของ มกอช. (2553) ซึ่งกำหนดไว้น้ำนมโคจะต้องมีไขมันนมไม่น้อยกว่า 3.35 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนนมไม่น้อยกว่า 3.0 เปอร์เซ็นต์ และของแข็งในนมทั้งหมดไม่น้อยกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

ปริมาณโปรตีนหยาบที่กินได้ (CP intake, CPI) และพลังงานหรือโภชนาการที่ย่อยได้ทั้งหมด (total digestible nutrients, TDN) ของทุกขนาดฟาร์มเฉลี่ย 13.19 เปอร์เซ็นต์ และ 64.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย 12.82 กิโลกรัมต่อวัน ปริมาณวัตถุดิบที่กินได้ (DM intake, DMI) 11.86 กิโลกรัมต่อตัว ซึ่ง NRC (2001) รายงานว่า โคนมที่ให้นมในระดับนี้ควรได้รับอาหารที่มี CP 12.44 เปอร์เซ็นต์ และ TDN 61.29 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น จะเห็นได้ว่าโปรตีนและพลังงานที่โคนมได้รับสูงกว่าความต้องการของร่างกายทำให้มีไนโตรเจนส่วนเกินถูกขับออกจากร่างกาย *Jardstedt et al.* (2017) รายงานว่า ปริมาณไนโตรเจนที่ถูกขับออกมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณไนโตรเจนที่กินได้ (N intake, NI)

อย่างไรก็ตาม ทุกขนาดฟาร์มมีปริมาณ NI ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (NUE) และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นนํ้านม (FCE) ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4)

ค่ายูเรียไนโตรเจนในนํ้านม (MUN) ใช้ประเมินประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน ทุกขนาดฟาร์มมีค่าระหว่าง 10.95-12.91 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (mg/dl) ซึ่ง Wattiaux *et al.* (2005) รายงานค่า MUN ของโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน เท่ากับ 12.0 mg/dl พันธุ์เจอร์ซี่ 14.0 mg/dl และพันธุ์บราวน์สวิส 14.8 mg/dl พบรายงานค่า MUN ช่วงปกติระหว่าง 10-14 mg/dl (Cudoc, 2013) และ 10-16 mg/dl (Wattiaux and Ranathunga, 2016) นอกจากนี้ Ishler (2016) รายงานว่าค่า MUN ที่อยู่ในเกณฑ์ต่ำ (<8-10 mg/dl) บ่งบอกถึงอาหารโปรตีนไม่เพียงพอ ซึ่งจะจำกัดผลผลิตนํ้านมและผลผลิตโปรตีนในนํ้านม ค่า MUN อยู่ในเกณฑ์สูง (>12-14 mg/dl) บ่งบอกถึงการได้รับอาหารโปรตีนมากเกินไป มีความไม่สมดุลของโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายง่ายในกระเพาะรูเมน (non-structural carbohydrate) อย่างไรก็ตาม มีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อค่า MUN ได้แก่ ระดับโปรตีนในอาหาร ปริมาณผลผลิต จำนวนวันให้นม (Huhtanen *et al.*, 2015) ความถี่ของการให้อาหาร (Ishler, 2016) พันธุ์ และน้ำหนักตัว (Wattiaux and Ranathunga, 2016)

ฟาร์มขนาดเล็ก

ปริมาณผลผลิตนํ้านมและปริมาณ DMI เท่ากับ 13.40 และ 11.34 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งโคนมกลุ่มนี้ควรจะได้รับอาหารที่มีโปรตีนและ TDN 13.13 เปอร์เซ็นต์ และ 65.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (NRC, 2001) จากผลการสำรวจ โคนมได้รับโปรตีนและ TDN 14.12 เปอร์เซ็นต์ และ 64.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นว่าโคนมได้รับโปรตีนเพียงพอแต่พลังงานต่ำกว่าความต้องการร่างกายเล็กน้อย แม้ว่าจะมี NI และไนโตรเจนที่ขับออกมากกว่าฟาร์มขนาดใหญ่และขนาดกลาง สัมพันธ์กับค่า MUN ซึ่งอยู่ในระดับสูง (>12-14 mg/dl) แสดงว่าได้รับอาหารโปรตีนมากเกินไป ผลผลิตนํ้านมมากกว่าฟาร์มขนาดกลางแต่น้อยกว่าฟาร์มขนาดใหญ่ จึงมี NUE มากกว่าฟาร์มขนาดกลางแต่น้อยกว่าฟาร์มขนาดใหญ่ นอกจากนี้ ฟาร์มขนาดเล็กมี FCE มากกว่าฟาร์มขนาดกลางแต่น้อยกว่าฟาร์มขนาดใหญ่ ทั้งนี้เป็นเหตุและผลจากการที่มีผลผลิตนํ้านมและ DMI ในทางตรงข้ามกัน (ตารางที่ 4)

ฟาร์มขนาดกลาง

ปริมาณผลผลิตนํ้านมและ DMI เท่ากับ 12.58 และ 12.03 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งโคนมควรได้รับอาหารที่มีโปรตีนและ TDN 11.81 เปอร์เซ็นต์ และ 58.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (NRC, 2001) ผลการสำรวจพบว่าโคนมกลุ่มนี้ได้รับโปรตีนและ TDN 13.09 เปอร์เซ็นต์ และ 64.94% ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าความต้องการของร่างกาย มี NI และไนโตรเจนที่ขับออกน้อยกว่าฟาร์มขนาดใหญ่และขนาดเล็ก แม้ว่าจะมีปริมาณนํ้ามน้อยกว่า แต่โคกลุ่มนี้ได้รับปริมาณโปรตีนและพลังงานเพียงพอและมากกว่าความต้องการทำให้มีค่า NUE ต่ำกว่าฟาร์มขนาดเล็กและขนาดใหญ่ นอกจากนี้ โคกลุ่มนี้มี FCE ต่ำกว่ากลุ่มฟาร์มทั้งสองกลุ่มเนื่องจากมีปริมาณผลผลิตนํ้านมต่ำกว่า แต่มี DMI สูงกว่าโคในกลุ่มฟาร์มทั้งสองกลุ่ม (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปริมาณการกินได้ ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม ยูเรียไนโตรเจนในน้ำนม ไนโตรเจนที่กินได้ ไนโตรเจนในปัสสาวะ ไนโตรเจนในมูล ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน และประสิทธิภาพการใช้ อาหารในฟาร์มโคนมที่ถูกสำรวจ แยกตามขนาดฟาร์ม

รายการ	ฟาร์มขนาดเล็ก	ฟาร์มขนาดกลาง	ฟาร์มขนาดใหญ่	ค่าเฉลี่ย
สัดส่วนอาหารหยาบ (roughage ratio), %	40.65 ± 11.11	35.60 ± 12.03	43.09 ± 15.90	36.60 ± 12.07
สัดส่วนอาหารข้น (concentrate ratio), %	59.35 ± 11.11	64.40 ± 12.03	56.91 ± 15.90	63.40 ± 12.07
ปริมาณการกินได้ (intake), %				
วัตถุดิบแห้ง (DMI), kg/d	11.34 ± 2.52	12.03 ± 2.48	10.42 ± 1.97	11.86 ± 2.47
วัตถุดิบแห้ง (DMI), %BW	2.62 ± 0.60	2.68 ± 0.52	2.31 ± 0.44	2.65 ± 0.53
โปรตีนรวม (CPI)	14.12 ± 4.18	13.09 ± 3.71	11.83 ± 4.72	13.19 ± 3.77
ผนังเซลล์ (NDFI)	49.64 ± 5.83	48.13 ± 5.65	52.34 ± 4.14	48.50 ± 5.64
คาร์โบไฮเดรตส่วนที่ไม่ใช่เยื่อใย (NFCI) ^{1/}	24.15 ± 3.09	26.79 ± 6.16	23.56 ± 1.78	26.29 ± 5.79
โภชนาที่น้อยได้ทั้งหมด (TDN)	64.03 ± 2.94	64.94 ± 2.89	62.93 ± 2.07	64.73 ± 2.88
ผลผลิตน้ำนม (milk yield)				
kg/d	13.40 ± 2.67	12.58 ± 2.53	15.76 ± 0.71	12.82 ± 2.57
4% FPCM, kg/d ^{2/}	12.54 ± 2.38	11.78 ± 2.27	15.07 ± 0.73	12.02 ± 2.33
ไขมันนม (milk fat), %	3.61 ± 0.34	3.59 ± 0.26	3.71 ± 0.05	3.60 ± 0.27
โปรตีนในน้ำนม (milk protein), %	3.10 ± 0.23	3.07 ± 0.15	3.13 ± 0.12	3.07 ± 0.16
ของแข็งทั้งหมด (total solids), %	12.35 ± 0.43	12.27 ± 0.36	12.53 ± 0.07	12.29 ± 0.36
ยูเรียไนโตรเจนในน้ำนม (MUN), mg/dl	12.91 ± 5.92	10.95 ± 4.70	11.56 ± 3.69	11.27 ± 4.86
ไนโตรเจนที่กินได้ (NI), g/d ^{3/}	375.98 ± 87.06	347.25 ± 68.68	355.93 ± 62.18	351.88 ± 71.28
ไนโตรเจนในปัสสาวะ (UN), g/d ^{4/}	148.60 ± 69.84	126.92 ± 57.78	134.03 ± 42.96	130.44 ± 56.73
ไนโตรเจนในมูล (FN), g/d ^{5/}	160.92 ± 14.80	156.03 ± 11.68	157.51 ± 10.57	156.82 ± 12.12
ไนโตรเจนที่ขับถ่ายออก (N excretion), g/d ^{6/}	309.52 ± 84.62	282.95 ± 66.42	291.54 ± 53.53	287.26 ± 68.81
สมดุลไนโตรเจน (N balance) ^{7/}	66.46 ± 5.00	64.30 ± 5.48	64.39 ± 8.66	64.63 ± 5.51
ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (NUE), g/100 g ^{8/}	18.65 ± 2.87	19.01 ± 2.92	17.99 ± 0.43	18.92 ± 2.84
ประสิทธิภาพการผลิตน้ำนม (FCE) ^{9/}	1.18 ± 0.45	1.02 ± 0.28	1.48 ± 0.29	1.06 ± 0.32

^{-1/}NFC = 100 - (% NDF + % CP + % ether extract + % crude ash) (NRC, 2001);

^{-2/}4% FPCM (4% Fat-protein corrected milk) = raw milk (kg) × [0.337+(0.116×%fat)+(0.06×%protein)] (FAO, 2010);

^{-3/}Nitrogen Intake (NI) = (Predicted UN + milk N + 97)/0.83 (Jonker et al., 2002);

- ⁴/Urinary Nitrogen (UN) = $0.0259 \times \text{MUN} \times \text{BW}$ (Jonker et al., 2002);
- ⁵/Fecal Nitrogen (FN) = Predicted NI + predicted UN – milk N (Jonker et al., 2002);
- ⁶/N excretion = urinary nitrogen + fecal nitrogen
- ⁷/N balance = N intake – N excretion
- ⁸/N utilization efficiency (NUE) = $\text{milk N (g)} \times 100 / \text{N intake}$ (Arndt et al., 2015; Jonker et al., 2002);
- ⁹/Feed Conversion Efficiency (FCE) = kg of milk yield/kg of DMI (Berry and Crowley, 2013; Arndt et al., 2015)

ฟาร์มโคนมขนาดใหญ่

ปริมาณผลผลิตน้ำนมและองค์ประกอบน้ำนม มากกว่าฟาร์มขนาดเล็กและขนาดกลาง ตามลำดับ ซึ่ง วิโรจน์ (2557) รายงานว่า โคนมจะให้ผลผลิตน้ำนมสูงสุดที่จำนวนวันให้นม (day in milk, DIM) ระหว่าง 60-100 วันหลังคลอด โดยฟาร์มขนาดใหญ่มีจำนวนแม่โครีดนมที่มีจำนวนวันให้นมอยู่ในช่วง 31-150 วัน (ช่วงเริ่มต้น-ช่วงกลางของการให้น้ำนม) 42.77 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าฟาร์มขนาดกลาง (28.23 เปอร์เซ็นต์) และฟาร์มขนาดเล็ก (24.53 เปอร์เซ็นต์) จึงทำให้มีปริมาณผลผลิตน้ำนมมากกว่า นอกจากนี้ ฟาร์มขนาดใหญ่มีสัดส่วนอาหารหยาบและปริมาณผนังเซลล์ที่กินได้ (NDF intake, NDFI) มากกว่าฟาร์มทั้งสองกลุ่ม เป็นผลให้มีไขมันน้ำนมสูงกว่าฟาร์มทั้งสองกลุ่มด้วย (ตารางที่ 4) เพราะปริมาณไขมันนมขึ้นอยู่กับเยื่อใยในสูตรอาหาร (วิโรจน์, 2557) โดยปริมาณไขมันในน้ำนมเพิ่มขึ้นเมื่ออาหารมีปริมาณ NDF จากพืชอาหารสัตว์มากขึ้น (Zebeli et al., 2006) นอกจากนี้ ปริมาณโปรตีนในน้ำนมของฟาร์มขนาดใหญ่สูงกว่าฟาร์มทั้งสองกลุ่ม ซึ่งอาจเกิดจากการมีสัดส่วนของปริมาณแป้ง (starch) ในอาหารมากกว่ากลุ่มฟาร์มทั้งสองกลุ่ม การเพิ่มปริมาณแป้งในอาหารจะทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำนมและโปรตีนในน้ำนมเพิ่มขึ้น (Ferraretto et al., 2013) รวมถึงของแข็งในน้ำนมเพิ่มขึ้นด้วย (Carmo et al., 2015)

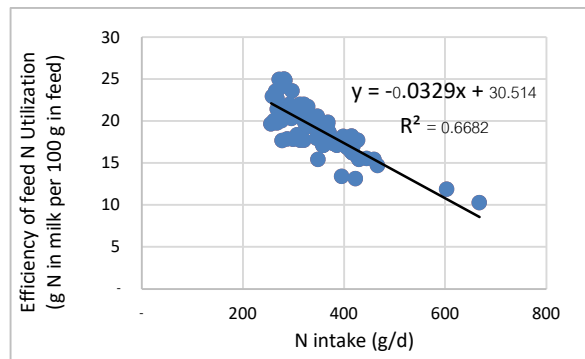
ฟาร์มกลุ่มนี้มีผลผลิตน้ำนมและ DMI เท่ากับ 15.07 และ 10.42 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งโคนมควรได้รับอาหารที่มีโปรตีน และ TDN เท่ากับ 16.20 เปอร์เซ็นต์ และ 77.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (NRC, 2001) อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาครั้งนี้ โคนมได้รับโปรตีน 11.83 เปอร์เซ็นต์ และ TDN 62.93 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณ DMI 2.31%BW ซึ่งโคได้รับโปรตีนและพลังงานไม่เพียงพอต่อความต้องการร่างกาย ถึงแม้จะมีผลผลิตน้ำนมสูงกว่าฟาร์มทั้งสองกลุ่ม มี NI และไนโตรเจนที่ขับออกมากกว่าฟาร์มขนาดกลางแต่น้อยกว่าฟาร์มขนาดเล็ก มี FCE ต่ำกว่าฟาร์มขนาดเล็ก และขนาดกลางตามลำดับ ทั้งนี้เพราะผลผลิตน้ำนมมากกว่า แต่มี DMI ต่ำกว่าโคในกลุ่มฟาร์มทั้งสองกลุ่มจึงทำให้มี FCE สูงกว่า (ตารางที่ 4)

ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน

ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน (NUE, Nitrogen utilization efficiency) เป็นประสิทธิภาพการเปลี่ยนไนโตรเจนในอาหาร 100 กรัมเป็นกรัมไนโตรเจนในน้ำนม (กรัมต่อ 100 กรัมอาหาร) ใช้วัดประสิทธิภาพของอาหารพลังงานและการใช้ประโยชน์ไนโตรเจนในโครีดนม (Arndt et al., 2015) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงแบบถดถอย (regression) กับ NI (Jonker et al., 2002)

ในการศึกษาครั้งนี้ ฟาร์มโคนมมี NUE เฉลี่ย 18.92 กรัมต่อ 100 กรัมอาหาร (18.92 เปอร์เซ็นต์) ซึ่ง NUE จะลดลงตาม NI ที่เพิ่มขึ้น มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.6682 (ภาพที่ 1) ฟาร์มขนาดกลางมี NUE เท่ากับ 19.01 กรัมต่อ 100 กรัมอาหาร สูงกว่าฟาร์มขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ซึ่งมีค่า NUE เท่ากับ 18.65 และ 17.99 กรัมต่อ 100 กรัมอาหาร ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ค่า NUE ในการศึกษานี้อยู่ในระดับต่ำมาก (<20%, Aguirre-Villegas *et al.*, 2017) บ่งบอกว่ามีไนโตรเจนถูกขับถ่ายออกมา นอกจากนี้ค่า NUE ต่ำกว่าประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของโคนมที่ให้ผลผลิตน้ำนมสูงในเขตหนาว โดยโคนมมีผลผลิตน้ำนม 28.3 กิโลกรัมวัน NUE มีค่าเท่ากับ 28.4 กรัมต่อ 100 กรัมอาหาร (Jonker *et al.*, 2002) ซึ่งอยู่ในระดับดี ตามเกณฑ์การประเมินของ Aguirre-Villegas *et al.* (2017) คือ <20 เปอร์เซ็นต์ ระดับต่ำมาก; 20-25 เปอร์เซ็นต์ ระดับต่ำ; 25-30 เปอร์เซ็นต์ ระดับดี; 30-35 เปอร์เซ็นต์ ระดับดีมาก และ >35 เปอร์เซ็นต์ ระดับดีที่สุด



ภาพที่ 2 ผลของปริมาณการกินได้ของไนโตรเจนต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนไนโตรเจนในอาหารไปเป็นไนโตรเจนในผลผลิตน้ำนม (กรัมไนโตรเจนในน้ำนมต่อ 100 กรัมไนโตรเจนในอาหาร) (n = 80)

การจัดการฟาร์มด้านอื่นๆ

ฟาร์มขนาดใหญ่มีปริมาณผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม NUE และ FCE สูงกว่าฟาร์มขนาดเล็กและฟาร์มขนาดกลาง (ตารางที่ 4) นอกจากนี้ มีการให้อาหารโคนมแยกตามอายุโคด้วย (ตารางที่ 2) ซึ่งในภาพรวมของฟาร์มขนาดใหญ่จะมีปริมาณโภชนาที่สูญเสียจากอาหารและขับออกสู่สิ่งแวดล้อมน้อยกว่า เพราะการให้อาหารโคนมโดยไม่ได้แยกตามอายุโค ให้อาหารสำหรับโครีดนมแก่โครุ่นและโคสาวจะทำให้โคได้รับโภชนาเกินความต้องการของร่างกาย รวมทั้งมีการจัดการของเสียภายในฟาร์มได้ดีกว่าฟาร์มทั้งสองขนาดด้วย (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 การจัดการอื่นๆ ภายในฟาร์มที่ถูกสำรวจ แยกตามขนาดฟาร์ม (ร้อยละของจำนวนฟาร์ม)

	ฟาร์มขนาดเล็ก	ฟาร์มขนาดกลาง	ฟาร์มขนาดใหญ่	ค่าเฉลี่ย
ใช้น้ำบาดาล	100.00	100.00	100.00	100.00
การจัดการน้ำเสีย				
ปล่อยลงแปลงหญ้า	81.80	59.70	66.70	62.80
ปล่อยลงบ่อเก็บน้ำเสีย	0.00	6.00	33.30	5.10
ปล่อยลงพื้นที่สาธารณะ	18.20	11.90	0	12.80

ปล่อยลงแปลงพืชที่ปลูก	0.00	7.50	0	6.40
อื่นๆ	0.00	14.90	0	12.80
จำหน่ายมูลโคออกจากฟาร์ม	72.73	91.01	100.00	96.15

- ฟาร์มขนาดเล็ก=จำนวนโคนม 1-20 ตัว; ฟาร์มขนาดกลาง=จำนวนโคนม 21-100 ตัว; ฟาร์มขนาดใหญ่=จำนวนโคนม >100 ตัว

ปัญหาในการเลี้ยงโคนม

ปัญหาที่สำคัญในการเลี้ยงโคนม คือ โรคเต้านมอักเสบซึ่งเป็นปัญหาเรื้อรังที่เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอจากการติดเชื้อแบคทีเรีย แต่อาจเกิดจากเชื้อราหรือยีสต์ได้ โคสามารถติดเชื้อแบคทีเรียจาก 2 แหล่งสำคัญ คือ จากแม่โคที่เป็นโรคเต้านมอักเสบ และจากสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวโค เช่น อูจระะ ฟันคอก มือผู้รีด เป็นต้น (สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ, ม.ป.ป.) เต้านมอักเสบ มี 2 แบบ คือ แบบไม่แสดงอาการ (subclinical mastitis) และแบบแสดงอาการ (clinical mastitis) ส่วนใหญ่เป็นเต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการโคจะไม่แสดงอาการเจ็บปวดให้เห็น เมื่อเวลาผ่านไปหลายชั่วโมง การอักเสบจะมากขึ้นทำให้เนื้อเยื่อเต้านมเสียหายไปมาก (จตุพร และคณะ, 2557) นอกจากนี้พบปัญหาโรคปากและเท้าเปื่อย (FMD) ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายทั้งด้านเศรษฐกิจและสุขภาพของแม่โค รวมถึงพบปัญหาอื่นๆ เช่น อัตราการผสมติดต่ำ ขาดแคลนแรงงาน มีโคให้ผลผลิตน้ำนมต่ำ เป็นต้น (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ปัญหาที่พบในฟาร์มโคนมที่ถูกสำรวจ (ร้อยละของจำนวนฟาร์ม)

	ฟาร์มขนาดเล็ก	ฟาร์มขนาดกลาง	ฟาร์มขนาดใหญ่	ค่าเฉลี่ย
เต้านมอักเสบ/โรคระบาด	45.50	67.20	100.00	64.10
อัตราการผสมติดต่ำ	45.50	34.30	33.30	35.90
ขาดแคลนแรงงาน	0	17.90	33.30	15.40
โคนมให้ผลผลิตน้ำนมต่ำ	9.10	6.00	0	6.40
เป็นสัตว์ไม่ชัดเจน/เป็นสัตว์เสีย	0	7.50	0	6.40
สุขภาพลักษณะ	9.10	6.00	0	6.40
ขาดแหล่งน้ำ	27.30	6.00	0	9.00
น้ำนมคุณภาพต่ำ	18.20	7.50	0	9.00
ต้นทุนการผลิตสูง	9.10	0	0	1.30

- ฟาร์มขนาดเล็ก=จำนวนโคนม 1-20 ตัว; ฟาร์มขนาดกลาง=จำนวนโคนม 21-100 ตัว; ฟาร์มขนาดใหญ่=จำนวนโคนม >100 ตัว

ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของโคนมเป็นภาพสะท้อนการจัดการอาหารสัตว์ การให้อาหารโคนมของฟาร์มโคนมสหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด ส่วนใหญ่ยังไม่ได้อยู่บนพื้นฐานความต้องการโภชนะของร่างกายสัตว์ในการให้ผลผลิตน้ำนม ทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำนมโดยรวมต่ำกว่าเป้าหมายยุทธศาสตร์พัฒนาโคนมและผลิตภัณฑ์น้ำนม ปี 2555-2559 ที่รัฐบาลเน้นให้เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตน้ำนมจาก 11 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน เป็น 15 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน การศึกษาในครั้งนี้ มีไนโตรเจนส่วนที่ขับออกนอกร่างกายในรูปมูลและปัสสาวะเฉลี่ย 81.63 เปอร์เซ็นต์ จากส่วนที่กินได้ มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนเฉลี่ยต่ำมาก อย่างไรก็ตาม การจัดการอาหารสัตว์มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน ซึ่งการ

เพิ่มระดับโปรตีนในอาหารชั้นไม่ได้ทำให้ไนโตรเจนในนํ้านมเพิ่มขึ้น แต่ไนโตรเจนถูกขับถ่ายออกเพิ่มมากขึ้น (Colmenero and Broderick, 2006) ดังนั้น จึงควรมีการจัดการอาหารสัตว์ที่เหมาะสม

สรุปผลการทดลอง

ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของฟาร์มโคนมเกษตรกรจังหวัดขอนแก่น ประเมินจากค่ายูเรียไนโตรเจนในนํ้านม โดยสำรวจฟาร์มโคนมตามขนาดฟาร์ม พบว่า ประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนมีค่าใกล้เคียงกัน เฉลี่ยเท่ากับ 18.92 กรัมต่อ 100 กรัมอาหาร หรือ 18.92 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับต่ำมาก โดยฟาร์มขนาดกลางมีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนสูงกว่าฟาร์มขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ตามลำดับ นอกจากนี้ ปริมาณผลผลิตนํ้านมเฉลี่ย 12.82 กิโลกรัมต่อวัน องค์ประกอบนํ้านมใกล้เคียงกันและผ่านเกณฑ์มาตรฐานการรับซื้อนํ้านมดิบ

ฟาร์มโคนมขนาดเล็ก กลาง และขนาดใหญ่ มีรูปแบบการจัดการอาหารสัตว์ที่แตกต่างกัน โดยฟาร์มขนาดเล็กมีการให้อาหารโปรตีนที่เพียงพอแต่ระดับพลังงานต่ำกว่าความต้องการร่างกาย ยูเรียไนโตรเจนในนํ้านมมีค่าอยู่ในเกณฑ์สูง มีความไม่สมดุลของอาหารโปรตีนและพลังงาน มีปริมาณไนโตรเจนที่ขับถ่ายออกสู่สิ่งแวดล้อมมาก ขณะที่ฟาร์มขนาดกลางมีการให้อาหารโคนมที่มีโปรตีนและพลังงานเพียงพอแต่มากกว่าความต้องการของร่างกาย ส่วนฟาร์มขนาดใหญ่มีการจัดการอาหารที่มีโปรตีนและพลังงานไม่เพียงพอ ดังนั้น ฟาร์มโคนมจึงควรจัดการอาหารสัตว์ให้เหมาะสม มีความสมดุลของอาหารโปรตีนและพลังงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตนํ้านมและประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในฟาร์มโคนมรวมทั้งลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

ข้อเสนอแนะ

ฟาร์มโคนมควรคำนึงถึงการให้อาหารโคนมตามความต้องการโภชนะของสัตว์ ปรับปรุงโปรแกรมการให้อาหาร (feeding program) อย่างเหมาะสมเพื่อให้อาหารโคนมมีระดับโปรตีนและพลังงานอย่างสมดุล เพียงพอต่อความต้องการร่างกายเพื่อเพิ่มผลผลิตนํ้านม ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนให้สูงขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตนํ้านมตามศักยภาพของสายพันธุ์ ลดต้นทุน และลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและประสานงานเกษตรกรในการทำงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมทุกท่านที่ให้ข้อมูลและตัวอย่างอาหารโคนม ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จ.ขอนแก่น ในการวิเคราะห์องค์ประกอบนํ้านม ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่งานวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ในการวิเคราะห์ผลทางเคมีขอขอบคุณคุณวรรณมา อ่างทอง และคุณอาทิตยา สุขสะเกษ ที่ให้ความ

ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างน้ำนม ขอขอบคุณคุณไชโย นามโนรินทร์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการสำรวจฟาร์มโคนมจนสำเร็จจุล่ง และขอขอบคุณคุณสมศักดิ์ เกาทอง คุณวิทยา สุมาลย์ คุณเกียรติศักดิ์ กล้าเอม และคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ที่ให้คำแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขผลงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ม.ป.ป. ระเบียบมาตรฐานฟาร์มโคนมและการผลิตน้ำนมดิบของประเทศไทย พ.ศ.2542. แหล่งที่มา: <https://ag.kku.ac.th/virote/pdf/404/ระเบียบมาตรฐานฟาร์มโคนม.doc>, 20 สิงหาคม 2561.

จตุพร กระจ่ายศรี อนุสรณ์ จำแนกขึ้น จำลอง มิตรชาวไทย และ ชนาธิป ธรรมการ. 2557. ประสิทธิภาพของวัคซีนMastivac® สำหรับป้องกันโรคเต้านมอักเสบในแม่โคนม. สัตวแพทย์มหานครสาร. 9(1): 37-48.

มกอช. 2553. มาตรฐานสินค้าเกษตร: น้ำนมดิบโค. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. แหล่งที่มา:http://www.acfs.go.th/standard/download/raw_cow_milk.pdf, 8 มิถุนายน 2561.

วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2557. อาหารและฟาร์มโคนมสมัยใหม่. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. จ.ขอนแก่น.

สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ. ม.ป.ป. เต้านมอักเสบ (Mastitis). กรมปศุสัตว์. แหล่งที่มา : http://niah.dld.go.th/th/AnimalDisease/cow_mas.htm, 5 สิงหาคม 2560.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2555. เทคนิคการสุ่มตัวอย่างและการประมาณค่า. แหล่งที่มา:<http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/Toneminute/files/55/A3-16.pdf>, 8 มิถุนายน 2561.

Aguirre-Villegas, H. A., M.A. Wattiaux, R.A. Larson, L. Chase, S.D. Ranathunga, M.D. RuarkSoil. 2017. Dairy cow nitrogen efficiency. Sustainable Dairy. Available source: <http://www.sustainabledairy.org/publications /Documents/Dairy Cow Nitrogen Efficiency A4131-09.pdf>, January 3, 2019.

AOAC. 2016. Official methods of analysis. 20th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.

Arndt, C., J.M. Powell, M.J. Aguerre, P.M. Crump, and M.A. Wattiaux. 2015. Feed conversion efficiency in dairy cows: Repeatability, variation in digestion and metabolism of energy and nitrogen, and ruminal methanogens. J. Dairy Sci. 98: 3938–3950.

Berry, D.P., and J.J. Crowley. 2013. Genetics of feed efficiency in dairy and beef cattle. J. Anim. Sci. 91:1594–1613.

- Carmo, C.A., F. Batistel, J.de Souza, J.C. Martinez, P. Correa, A.M. Pedroso, and F.A.P. Santos. 2015. Starch levels on performance, milk composition and energy balance of lactating dairy cows. *Trop Anim Health Prod.* 47: 179-184.
- Colmenero, J.J., and G.A. Broderick. 2006. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89: 1704-12.
- Cudoc, G. 2013. Milk Urea Nitrogen & How to React. Available source: https://dairymone.com/wp-content/uploads/2013/11/Jan10_ImproverPage_web.pdf, January 2, 2019.
- Dijkstra, J., O. Oenema, J.W. van Groenigen, J.W. Spek, A.M. van Vuuren, and A. Bannink. 2013. Diet effects on urine composition of cattle and N₂O emission. *Animal.* 7(2): 292-302.
- FAO. 2010. Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector, A life Cycle Assessment. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition. 2001. Food and Agriculture Organization. National Academy Press. Washington, D.C., USA.
- Ferguson, J.D., and W. Chalupa. 1989. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72: 746-766.
- Ferraretto, L.F., P.M.Crump, and R.D. Shaver. 2013. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 96: 553-550.
- Guo, K., E. Russek-Choen, M.A. Varner, and R.A. Kohn. 2004. Effects of milk urea nitrogen and other factors on probability of conception of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87: 475-484.
- Huhtanen, P., E.H. Cabezas-Garcia, S.J. Krizsan, and K.J. Shingfield. 2015. Evaluation of between-cow variation in milk urea and rumen ammonia nitrogen concentrations and the association with nitrogen utilization and diet digestibility in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 98(5): 3182-3196.
- Ishler, V.A. 2016. Interpretation of milk urea nitrogen (MUN) values. Pennsylvania State University. Available source: <https://extension.psu.edu/interpretation-of-milk-urea-nitrogen-mun-values>, January 2, 2019.
- Ishler, V.A., J. Heinrichs, and G.A. Varga. 1996. From feed to milk: understanding rumen function. Extension circular 422. Pennsylvania state university, University park, PA, USA.

- Jardstedt, M., A. Hesse, P. Nørgaard, W. Richardt, and E. Nadeau. 2017. Feed intake and urinary excretion of nitrogen and purine derivatives in pregnant suckler cows fed alternative roughage-based diets. *Livestock Science* 202:82-88.
- Jonker, J.S., R.A. Kohn, and J. High. 2002. Dairy Herd Management Practices that Impact Nitrogen Utilization Efficiency. *J. Dairy Sci.* 85: 1218-1226.
- Kalscheur, K.F., J.H. Vandersall, R.A. Erdman, R.A. Kohn, and E. Russek-Cohen. 1999. Effects of Dietary Crude Protein Concentration and Degradability on Milk Production Responses of Early, Mid, and Late Lactation Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 82(3): 545 – 554.
- Kauffman, A.J., and N.R. St-Pierre. 2001. The Relationship of Milk Urea Nitrogen to Urine Nitrogen Excretion in Holstein and Jersey Cows. *J. Dairy Sci.* 84: 2284-2294.
- Kearl, L.C. 1982. Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries. International Feed Stuffs Institute. Utah State University, Logan, Utah, USA.
- Kohn, R.A. 2007. Use of Milk or Blood Urea Nitrogen to Identify Feed Management Inefficiencies and Estimate Nitrogen Excretion by Dairy Cattle and Other Animals. Florida Ruminant Nutrition Symposium.
- Kohn, R.A., Z. Dou, J.D. Ferguson, and R.C. Boston. 1997. A sensitivity analysis of nitrogen losses from dairy farms. *J. Environ. Manage.* 50:417–428.
- Macmillan, K., X. Gao, and M. Oba. 2017. Increased feeding frequency increased milk fat yield and may reduce the severity of subacute ruminal acidosis in higher-risk cows. *J. Dairy Sci.* 100(2): 1045-1054.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Revised Edition. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Roy, Biswajit, B. Brahma, S. Chosh, P. K. Pankaj, and G. Mandal. 2011. Evaluation of Milk Urea Concentration as Useful Indicator for Dairy Herd Management: A Review. *Asian J. Anim. Vet. Adv.* 6(1): 1-19.
- Spek, J. W. 2013. Variation of milk urea in dairy cattle. A study on factors that affect the relationship between urea concentration in milk and urea excretion in urine. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen, NL.

- Spek, J.W., J. Dijkstra, G. Van Duinderken, and A. Bannink. 2013. Animal Review. Review of factors influencing milk urea concentration and its relationship with urinary urea excretion in lactating dairy cattle. *J. Agri. Sci.* 151: 407-423.
- Wattiaux M.A., and S.D. Ranathunga. 2016. Milk Urea Nitrogen as a Tool to Assess Efficiency of Nitrogen Utilization in Dairy Cows. Available source: http://www.wiagribusiness.org/fourstatedairy/2016/16_Wattiaux.pdf, January 2, 2019.
- Wattiaux, M.A., E.V. Nordheim, and P. Crump. 2005. Statistical evaluation of factors and interactions affecting dairy herd improvement milk urea nitrogen in commercial Midwest dairy herds. *J. Dairy Sci.* 88: 3020-3035.
- Wright, T., and T. Mutsvangwa. 2003. Feeding Dairy Cattle to Reduce Excess Nitrogen Output. Ministry of Agriculture, food, and rural Affairs. Available source: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/03-055.htm>, January 3, 2019.
- Zebeli, Q., M. Tafaj, H. Steingass, B. Metzler, and W. Drochner. 2006. Effects of physically effective fiber on digestive processes and milk fat content in early lactating dairy cows fed total mixed rations. *J. Dairy Sci.* 89:651–668.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารชั้นสำเร็จรูป วัตถุดิบอาหารสัตว์ และอาหารหยابในฟาร์มโคนม

	DM %	CP	EE	Ash	NDF	ADF	NFE	TDN* %
		----- on DM basis-----						
อาหารชั้นสำเร็จรูป บริษัทที่ 1, 21%CP ^{3/}	87.79	24.38	4.82	10.13	33.87	18.27	46.81	73.09
อาหารชั้นสำเร็จรูป บริษัทที่ 2, 16%CP ^{3/}	90.30	14.50	3.40	8.20	45.90	22.60	56.44	70.94
อาหารชั้นสำเร็จรูป บริษัทที่ 2, 31%CP ^{3/}	88.28	35.31	4.92	7.56	43.37	25.40	32.43	69.54
อาหารชั้นสำเร็จรูป บริษัทที่ 2, 20%CP ^{3/}	89.67	20.05	4.11	6.64	37.14	23.15	51.29	70.66
อาหารชั้นสำเร็จรูป บริษัทที่ 2, 25%CP ^{3/}	89.49	26.47	5.57	6.85	31.32	15.29	49.72	74.58
อาหารชั้นสำเร็จรูป บริษัทที่ 3, 16%CP ^{3/}	88.57	14.75	3.20	7.42	31.17	21.56	58.04	71.45
อาหารชั้นสำเร็จรูป บริษัทที่ 3, 21%CP ^{3/}	90.82	23.47	5.25	6.99	40.97	23.08	46.43	70.70
อาหารชั้นสำเร็จรูป บริษัทที่ 4, 18%CP ^{3/}	87.66	19.86	7.42	7.60	39.68	26.11	44.75	69.19
อาหารชั้นสำเร็จรูป บริษัทที่ 5, 18%CP ^{3/}	88.51	19.26	5.33	10.78	36.66	20.46	48.95	72.00
อาหารชั้นสำเร็จรูป บริษัทที่ 6, 18%CP ^{3/}	89.10	22.10	7.30	9.50	35.00	21.60	44.47	71.43
อาหารชั้นสำเร็จรูป บริษัทที่ 6, 22%CP ^{3/}	88.51	23.48	6.79	9.41	32.24	17.62	47.00	73.42
อาหารชั้นสำเร็จรูป บริษัทที่ 7, 18%CP ^{3/}	89.18	17.39	5.28	10.02	40.40	22.09	50.28	71.19
กากถั่วเหลือง ^{4/}	89.29	41.21	1.55	7.20	23.01	17.35	36.94	72.02
กากเปียร์ ^{4/}	55.92	36.73	8.69	3.31	51.20	22.44	33.94	67.81
กากปาล์มรวม ^{5/}	91.65	14.01	11.19	18.92	61.96	41.97	22.34	61.16
มันเส้น ^{5/}	88.54	2.40	0.59	2.51	7.19	4.35	92.19	80.10
หัวมันเส้นสับ สด ^{5/}	32.92	2.44	0.71	3.36	6.99	5.55	90.18	79.26
กากมันสำปะหลัง สด ^{5/}	16.17	3.58	0.38	3.34	41.95	22.22	75.56	71.00
เปลือกมันล้าง สด ^{5/}	31.83	2.56	0.80	3.96	26.43	12.08	83.95	76.01
รำ, ละเอียด ^{5/}	89.34	14.70	13.37	6.92	20.40	8.66	59.12	83.26
รำ, ปั่นแก้ว ^{5/}	90.62	8.09	8.40	12.02	47.21	34.56	44.11	66.73
รำ, หยาบ ^{5/}	90.50	5.10	2.30	13.80	53.5	40.22	46.72	59.33
สำเหล้า ^{3/}	84.68	29.42	7.07	7.27	40.33	25.51	36.37	67.11
เปลือกถั่วเหลือง ^{5/}	89.75	12.32	1.40	8.66	55.70	41.40	44.56	58.64
ข้าวโพดบด ^{5/}	88.45	8.49	4.69	1.87	19.88	3.34	83.48	82.61
ฟางข้าว ^{1/}	91.74	3.62	0.96	12.37	72.38	44.59	47.34	51.71
ฟางข้าวหมักยูเรีย ^{1/}	52.72	6.13	0.89	13.22	74.41	51.98	37.92	43.28
กระถิน, สด ^{2/}	38.70	22.90	1.10	9.30	38.60	24.90	47.33	72.04
กระถิน, แห้ง ^{2/}	89.95	16.83	3.21	7.95	47.58	40.47	39.72	55.40
หญ้าเนเปียร์, สด ^{1/}	16.50	7.96	1.83	11.83	67.34	34.52	51.03	63.19

ข้าวโพดหมัก ^{6/}	24.56	8.56	2.10	8.77	59.92	34.51	53.23	63.20
---------------------------	-------	------	------	------	-------	-------	-------	-------

- DM=วัตถุแห้ง (dry matter); CP = โปรตีนหยาบ (crude protein); EE = ไขมัน (ether extract); NDF = ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber); ADF = ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber); NFE = ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรก (nitrogen free extract); TDN = โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (total digestible nutrient)

- * %TDN คำนวณโดยใช้สมการดังต่อไปนี้;

^{1/} TDN (%) สำหรับหญ้า = $4.898 + (89.796 \times \text{NEL})$ เมื่อ NEL (Mcal/lb) = $1.0876 - (0.0127 \times \% \text{ADF})$ (Ishler et al., 1996)

^{2/} TDN (%) สำหรับถั่ว = $4.898 + (89.796 \times \text{NEL})$ เมื่อ NEL (Mcal/lb) = $1.044 - (0.0119 \times \% \text{ADF})$ (Ishler et al., 1996)

^{3/} TDN (%) สำหรับอาหารข้นผสม = $81.41 - (0.60 \times \text{CF})$ (Ishler et al., 1996) เมื่อ CF = $(\% \text{ADF} \times 0.83) - 1.3$

^{4/} TDN (%) สำหรับเสริมโปรตีน = $40.3227 + 0.5398(\% \text{CP}) + 0.4448(\% \text{NFE}) + 1.4218(\% \text{EE}) - 0.7007(\% \text{CF})$ (Kearl, 1982)

^{5/} TDN (%) สำหรับอาหารให้พลังงาน = $40.26257 + 0.19698(\% \text{CP}) + 0.4228(\% \text{NFE}) + 1.1903(\% \text{EE}) - 0.1379(\% \text{CF})$ (Kearl, 1982)

ผลของอัตราส่วนและอายุการเก็บรักษาที่มีต่อคุณภาพการหมักและคุณค่าทางโภชนา ของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักร่วมกับกระถินสายพันธุ์กลาบราต้า

สัมพันธ์ มาศโอสถ^{1/} ยงยุทธ สิ้นโพธิ์^{1/}

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพการหมักและคุณค่าทางโภชนาของกระถินสายพันธุ์กลาบราต้า (*Leucaena leucocephala* subsp. *Glabrata*) เมื่อหมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (*Pennisetum purpureum* Pakchong 1) ในอัตราต่างๆและเมื่อมีอายุการเก็บรักษาต่างกัน ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2560 ถึงกันยายน 2561 วางแผนการทดลองแบบ 4x4 factorial in complete randomized design (CRD) มี 2 ปัจจัย 5 ซ้ำ โดยปัจจัยที่ 1 ได้แก่ อัตราส่วนของกระถินสายพันธุ์กลาบราต้า : หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มี 4 อัตรา ได้แก่ 100:0 75:25 50:50 และ 25:75 และปัจจัยที่ 2 ได้แก่ อายุการเก็บรักษา มี 4 ระยะเวลา คือ 21 51 81 และ 111 วัน

ผลการทดลอง พบว่า อัตราส่วน 50:50 ระหว่างกระถินสายพันธุ์กลาบราต้าหมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีคุณภาพระดับปานกลางที่อายุการเก็บรักษา 21 ถึง 81 วัน สามารถเก็บรักษานานกว่าอัตราส่วน 100:0 75:25 และ 25:75 ขณะที่อัตราส่วน 25:75 เป็นอัตราส่วนที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากมีคุณภาพการหมักต่ำตั้งแต่ 21 วันแรก ที่ครบอายุการหมัก ในด้านคุณค่าทางโภชนา พบว่าเมื่ออัตราส่วนของกระถินลดลง มีผลทำให้ค่าโปรตีนหยาบของพืชหมักลดลง ส่วนเยื่อใยชนิดต่างๆเพิ่มขึ้น และค่า NDF และ ADF ได้รับอิทธิพลร่วมกันของอัตราส่วนของกระถินสายพันธุ์กลาบราต้าหมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 กับอายุการเก็บรักษาอย่างชัดเจน โดยค่า NDF และ ADF ของอัตราส่วน 75:25 เมื่อเก็บรักษานาน 111 วัน มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าอัตราส่วนอื่นๆ จาก 56.94 และ 41.81 เปอร์เซ็นต์ เป็น 65.12 และ 49.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

คำสำคัญ : กระถินสายพันธุ์กลาบราต้า หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 อายุเก็บรักษา คุณภาพการหมัก

เลขทะเบียนวิชาการ : 62(2)-0214-039

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

Effects of ratio and storage period on fermentation quality and nutritive value of Napier Pakchong 1 mixed with *Leucaena leucocephala* subsp. glabrata silage

Sumphun martosot^{1/} Yongyut sinpho^{1/}

Abstract

The objective of this experiment was to study fermented quality and nutritive value of Napier Pakchong 1 ensiled with *Leucaena leucocephala* subsp. glabrata effected by ratio and storage time. It was conducted at Phetchaburi Animal Nutrition Research and Development Center, Cha Am District, Phetchaburi Province during October 2017–September 2018. The experiment was arranged 4x4 factorial in complete randomized design (CRD) with 5 replications. Factor A consisted of ensiled *L. leucocephala* subsp. glabrata with Napier Pakchong 1 at 4 ratio- 100:0, 75:25, 50:50 and 25:75 by fresh weight basis. Factor B consisted of 4 storage time- 21, 51, 81 and 111 days after the first day of ensiling.

The result indicated that the fermented quality of ratio 50:50 was medium at 21, 51 and 81 storage days. It was longer than 100:0, 75:25 and 25:75. The poorest fermentation occurred in ratio 25:75 at 21 days after the first day of ensiling. For nutritive value, when the ratio of *L. leucocephala* subsp. Glabrata was reduced, crude protein was decreased while fiber was increased. This study had interaction between 2 factors on NDF and ADF. There were 56.94 and 41.81%, respectively, at 21 days and increased to 65.12 and 49.15 % at 111 days of storage time.

Keywords: *Leucaena leucocephala* subsp. *Glabrata*, Napier Pakchong 1, storage period, fermentation quality

Registered No. : 62(2)-0214-039

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

คำนำ

การถนอมพืชอาหารสัตว์เพื่อไว้ในยามขาดแคลนหรือประสพภัยธรรมชาติหรือเพื่อการจำหน่าย นอกจากจะถนอมในรูปของพืชแห้งแล้ว ยังสามารถถนอมได้ในรูปของพืชหมัก ซึ่งการทำพืชหมักให้มีคุณภาพการหมักที่ดี พืชที่จะนำมาหมักควรมีวัตถุแห้ง (dry matter: DM) 30-35 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณน้ำตาลที่ละลายน้ำได้ (water soluble carbohydrate: WSC) มากกว่า 2.5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของ pH (buffering capacity: BC) ต่ำ และมีปริมาณไนเตรตต่ำกว่า 800 ppm. เนื่องจากถ้ามีไนเตรตสูงจะทำให้ค่า BC สูง แล้วหั่นพืชให้มีขนาด 1.0-1.2 เซนติเมตร ซึ่งจะง่ายต่อการอัดพืชในภาชนะให้แน่นเพื่อไล่อากาศออกให้หมด (Alan *et al.*, 2004 and Teagasc, 2017) และเมื่อการหมักเกิดขึ้นโดยสมบูรณ์แล้ว หญ้าอาหารสัตว์หมัก (DM 30-35 เปอร์เซ็นต์) ถั่วอาหารสัตว์หมัก (DM 30-40 เปอร์เซ็นต์) และถั่วอาหารสัตว์หมัก (DM 45-55 เปอร์เซ็นต์) ที่ดีจะต้องมีค่า pH 4.3-4.7 4.3-4.7 และ 4.7-5.0 ตามลำดับ มีปริมาณกรดแลคติก (lactic acid) 6-10 7-8 และ 2.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีปริมาณกรดอะซิติก (acetic acid) 1-3 2-3 และ 0.5-2.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับและมีปริมาณกรดบิวทีริก (butyric acid) 0.5-1.0 ต่ำกว่า 0.5 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Kung and Shaver, 2001)

การหมักพืชตระกูลถั่วมักไม่ค่อยประสบความสำเร็จในการลดค่า pH เนื่องจากพืชตระกูลถั่วมีค่า BC สูงกว่าพืชตระกูลหญ้า (วารุณี, 2548) ทำให้ค่า pH ของถั่วอาหารสัตว์ลดลงไม่มากนัก และถ้าไล่อากาศออกไม่หมดจะทำให้จุลินทรีย์ที่ไม่ช่วยในการหมักสามารถเจริญเติบโตได้ เกิดการสูญเสียคุณภาพของถั่วอาหารสัตว์หมักได้ (McDonald *et al.*, 1991) กระถิน (*Leucaena leucocephala*) จัดเป็นพืชตระกูลถั่วยืนต้น ที่มีการเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน มีลักษณะเด่น คือ มีโปรตีน แร่ธาตุ ค่าการย่อยได้และความน่ากินสูง สามารถใช้เป็นแหล่งเสริมโปรตีนสำหรับสัตว์ เช่น โคเนื้อ โคนม แพะและแกะ ได้เป็นอย่างดี อีกทั้งสามารถผลิตเป็นกระถินแห้งป่นเพื่อเป็นส่วนผสมในสูตรอาหารสัตว์ที่ผลิตเป็นอุตสาหกรรมซึ่งมีแหล่งผลิตอยู่ในหลายจังหวัดในภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง โดยเฉพาะที่จังหวัดกาญจนบุรีมีการผลิตกระถินป่นจำนวนมาก ส่วนใหญ่เป็นสายพันธุ์ Cunningham

ที่นำเข้ามาปลูกในประเทศไทยในปี 2519 แต่มีข้อเสีย คือ ไม่ต้านทานเพลี้ยไก่อไฟ (*Heteropsilla cubana*) (อ้างศักดิ์ และคณะ, 2546) ทำให้ต้องนำเข้ากระถินสายพันธุ์กลาบราต้า (*L. leucocephala* subsp. *Glabrata*) ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานเพลี้ยไก่อไฟเข้ามายังประเทศไทย มีการฟื้นตัวแตกกิ่งให้ผลผลิตดีภายหลังการตัด ให้ผลผลิตส่วนที่ใช้เลี้ยงสัตว์สูง โดยใบแห้งมีค่าโปรตีน 22 เปอร์เซ็นต์ หลังจากปลูก 6 เดือน พบว่า ลักษณะการเจริญเติบโตเป็นแบบมีต้นหลักและจะแตกกิ่งบริเวณต่ำกว่ากึ่งกลางของลำต้น (ฉายแสง และคณะ, 2548) เมื่อตัดที่อายุ 90 วัน มีวัตถุแห้งค่อนข้างสูง คือ 34 เปอร์เซ็นต์ (กรมปศุสัตว์, 2547ก) ขณะที่หญ้าเนเปียร์พันธุ์ปากช่อง 1 (*Pennisetum purpureum* Pakchong 1) เมื่อปลูกในพื้นที่เขตชลประทานที่สามารถให้น้ำได้อย่างสม่ำเสมอเพียงพอตลอดทั้งปี ให้ผลผลิตหญ้าสดสูงถึง 80 ตันต่อไร่ต่อปี และให้ผลผลิตสดประมาณ 35 ตันต่อไร่ต่อปี ในพื้นที่อาศัยน้ำฝนที่มีปริมาณน้ำฝน 1,000 มิลลิเมตรขึ้นไป (สำนักพัฒนาอาหารสัตว์, 2558) เป็นหญ้าอาหารสัตว์ที่มีโปรตีนหยาบอยู่ในช่วง 8-10 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นอาหารหยาบคุณภาพดี (กรมปศุสัตว์, 2547ค) มี WSC ค่อนข้างสูง แต่มีปัญหา คือ เมื่อตัดที่อายุ 60 วัน จะมีค่าวัตถุแห้งค่อนข้างต่ำ ประมาณ 18 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหากมีการจัดอัตราส่วนระหว่างถั่วกับหญ้าอาหารสัตว์ที่เหมาะสมจะทำให้ได้พืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพการหมักที่ดีและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เหมาะสำหรับการใช้เลี้ยงสัตว์ เนื่องจากยังไม่เคยมีการศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างกระถินสายพันธุ์กลาบราต้ากับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มาก่อน ดังนั้น จึงได้ทำการศึกษาอัตราส่วนผสมต่างๆ ของกระถินสายพันธุ์กลาบราต้ากับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และอายุการเก็บรักษาที่เหมาะสม เพื่อพัฒนาการผลิตพืชอาหารสัตว์หมักให้มีคุณค่าทางอาหารสูงและคุณภาพดี สำหรับใช้เป็นข้อมูลส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตพืชหมักเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์หรือจำหน่ายต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2560 ถึงเดือนกันยายน 2561 วางแผนการทดลองแบบ 4x4 factorial in complete randomized design (CRD) มี 2 ปัจจัย 5 ซ้ำ ดังนี้

- ปัจจัยที่ 1 ได้แก่ อัตราส่วนของกระถินสายพันธุ์กลาบราต้า : หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มี 4 อัตรา คือ 100:0 75:25 50:50 และ 25:75
- ปัจจัยที่ 2 ได้แก่ อายุการเก็บรักษา มี 4 ระยะเวลา คือ 21 51 81 และ 111 วัน หลังบรรจุใส่ถังหมัก

การทำพืชหมัก

ใช้กระถินสายพันธุ์กลาบราต้า ตัดที่อายุ 90 วัน และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดที่อายุ 60 วัน หั่นด้วยเครื่องหั่นพืชให้มีขนาด 1-3 เซนติเมตร นำมาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันตามอัตราส่วนที่กำหนดในแผนการทดลอง บรรจุลงถังพลาสติกแบบมีฝาล็อค ขนาดบรรจุ 20 กิโลกรัม จำนวนสิ่งทดลองละ 5 ถัง รวมทั้งหมด 80 ถัง อัดพืชให้แน่น ใส่อากาศออกให้หมดแล้วปิดฝาล็อคให้แน่นเพื่อไม่ให้อากาศผ่านเข้าไปได้นำไปเก็บไว้ในที่ร่ม ใช้เวลาในการเก็บรักษา 21 51 81 และ 111 วัน ตามลำดับ

การบันทึกข้อมูล

คุณภาพของกระถินและหญ้าเนเปียร์ก่อนหมัก

สุ่มตัวอย่างกระถินสายพันธุ์กลาบราตัดตัดที่อายุ 90 วันและหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดที่อายุ 60 วัน ก่อนทำการหมัก แบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนแรกสุ่มเก็บตัวอย่าง 1 กิโลกรัม ใส่ถุงพลาสติกชนิดเย็นแล้วรีดอากาศออกให้มากที่สุด แช่น้ำแข็งนำส่งห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์หาค่า WSC ตามวิธีของ Dubois (1956) โดยสุ่มตัวอย่างสด 500 กรัม ใส่ถุงพลาสติกใสแบบเย็นมัดให้แน่น แช่น้ำแข็ง นำไปหั่นให้มีขนาดยาวประมาณ 1 นิ้ว บดเล็กน้อย (หยาบๆ) ด้วยเครื่องบดแบบแห้ง ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม เติมน้ำ 30 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แช่ในตู้เย็นนาน 2 ชั่วโมง แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 สารละลายที่ได้นำไปทำปฏิกิริยา สารละลายฟีนอลและกรดซัลฟูริก เข้มข้น นำไปวัดด้วยเครื่อง spectrophotometer เปรียบเทียบกับน้ำยา มาตรฐานกลูโคสที่ความยาวคลื่น 488 นาโนเมตร

ส่วนที่ 2 สุ่มเก็บตัวอย่าง 1 กิโลกรัม อบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักหลังการอบ และคำนวณค่าวัตถุแห้ง (dry matter, DM) แล้วนำมาบดให้ละเอียดขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ดังนี้

- ความชื้น โดยการอบด้วยตู้อบชนิด force-air oven ที่อุณหภูมิ 135 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตามวิธีที่ 930.15 (AOAC, 2016)
- โปรตีน ด้วยการหาเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนด้วยวิธี Kjeldahl แล้วคูณด้วยแฟกเตอร์ 6.25 ตามวิธีที่ 5983-2 (ISO, 2009)
- ไขมัน โดยใช้ปิโตรเลียมอีเธอร์ ตามวิธีที่ 2003.05 (AOAC, 2016)
- เถ้า เป็นการเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ตามวิธีที่ 924.05 (AOAC, 2016)
- ADF ด้วยวิธี 973.18 (AOAC, 2016)
- NDF โดยใช้ Sodium sulphite และ alpha amylase ตามวิธีที่ 5.1 ของ Undersander and Merten (1993)
- ลิกนิน (Acid detergent lignin: ADL) ตามวิธีที่ 973.18 (AOAC, 2016)
- แร่ธาตุต่างๆ ตามวิธีที่ 985.01 (AOAC, 2016)

คุณภาพหลังหมัก

เมื่อครบกำหนดตามเวลาที่กำหนด คือ 21 51 81 และ 111 วัน ตามลำดับ เปิดถังพีชหมัก ที่แต่ละระยะเวลา สุ่มเก็บตัวอย่างชั้นบน กลาง และล่างของถังหมัก คลุกเคล้าให้เข้ากันแล้วแบ่งตัวอย่าง เป็น 3 ส่วน แล้วดำเนินการตามลำดับดังนี้

ส่วนที่ 1 สุ่มตัวอย่างน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ใส่ถุงพลาสติกชนิดเย็นแล้วรีดอากาศออกให้มากที่สุด แช่น้ำแข็งนำส่งห้องปฏิบัติการตามวิธีการที่ดัดแปลงจาก แพรวพรรณ และคณะ (2549) โดยสุ่มตัวอย่างพีชหมักสดจำนวน 50 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาณ 200 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปเก็บไว้

ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาหนึ่งคืนแล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 (Whatman No.5) นำสารละลายที่ได้มาวัดค่า pH ทันทีโดยใช้เครื่อง pH meter (D-22; Horiba, Kyoto, Japan) และนำน้ำส่วนที่เหลือนำไปวิเคราะห์หาแอมโมเนียไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) ด้วยวิธีการกลั่นลำดับส่วนวิเคราะห์หากรดไขมันที่ระเหยได้ง่าย ได้แก่ กรดแลคติก กรดอะซิติก และกรดบิวทีริก ตามวิธีที่เรียบเรียงโดยบุญล้อมและบุญเสริม (2525) ประเมินคุณภาพพืชหมักโดยใช้ค่ากรดอะซิติก กรดบิวทีริก และกรดแลคติก (กรมปศุสัตว์, 2547ค)

ส่วนที่ 2 สุ่มตัวอย่าง 1 กิโลกรัม เพื่อนำไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักหลังการอบ และคำนวณค่าวัตถุแห้ง นำมาบดให้ละเอียดขนาด 1 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ค่าความชื้น ไขมัน เถ้า โปรตีน NDF ADF และ ADL เช่นเดียวกับตัวอย่างก่อนหมัก

ส่วนที่ 3 ศึกษาลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความเป็น กรด-ด่าง (pH) โดยใช้กระดาษลิตมัส สี กลิ่น และเนื้อสัมผัส แล้วประเมินคุณภาพโดยให้คะแนนระดับคะแนนตามเกณฑ์ประเมินคุณภาพทางกายภาพของพืชหมักของกรมปศุสัตว์ (2547ค)

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดย Analysis of variance ตามแผนการทดลองแบบ 4x4 factorial in CRD และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ส่วนประกอบทางเคมีของกระถินสายพันธุ์กลabraดำและหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

จากตารางที่ 1 กระถินสายพันธุ์กลabraดำตัดอายุ 90 วัน และหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ตัดที่อายุ 60 วัน มีวัตถุแห้งเท่ากับ 27.63 และ 14.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งค่าวัตถุแห้งของหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีค่าต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมสำหรับการทำพืชหมักคุณภาพดี ที่ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 25-40 เปอร์เซ็นต์ เพราะถ้าพืชที่นำมาหมักมีวัตถุแห้งต่ำจะทำให้พืชหมักเสียได้ง่าย เนื่องจากจุลินทรีย์กลุ่ม *Clostridium* เจริญเติบโตได้ดีถึงแม้ว่า pH จะต่ำกว่า 4.2 ก็ตาม นอกจากนี้จะมีน้ำที่เกิดจากการหมัก (Effluent) เกิดขึ้นมาก ทำให้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารต่างๆ ของพืช (เมธา, 2533) ส่วนค่า WSC ของกระถินสายพันธุ์กลabraดำและหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีค่าเท่ากับ 2.50 และ 4.26 เปอร์เซ็นต์ (as fed) ตามลำดับ ใกล้เคียงกับถั่วท่าพระสไตโลอายุ 60 วัน และหญ้าแพงโกล่าอายุ 45 วัน ที่มี WSC เท่ากับ 2.75 และ 4.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (แพรวพรรณและคณะ, 2549) ซึ่งเหมาะสมสำหรับการทำพืชหมักเนื่องจากพืชที่เหมาะสมในการนำมาหมักควรมีค่า WSC มากกว่า 2.5 เปอร์เซ็นต์ (as fed) (Alan *et al.*, 2004) ปริมาณโปรตีนหยาบของกระถินสายพันธุ์กลabraดำเท่ากับ 19.84 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีมาก ส่วนหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีปริมาณโปรตีนหยาบเท่ากับ 6.19 เปอร์เซ็นต์ จัดอยู่ในเกณฑ์คุณภาพปานกลาง (กรมปศุสัตว์, 2547ข)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางเคมีของกระถินสายพันธุ์กลาบราต้าและหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1

คุณค่าทางโภชนา	กระถิน อายุ 90 วัน	หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 อายุ 60 วัน
วัตถุแห้ง (DM)	27.63	14.93
โปรตีนหยาบ (CP, %DM)	19.84	6.19
เถ้า (Ash, %DM)	6.35	10.58
ไขมัน (Fat, %DM)	0.36	0.36
เยื่อใยหยาบ (CF, %DM)	29.24	36.27
NDF (%DM)	44.47	64.20
ADF (%DM)	34.41	39.51
ลิกนิน (ADL, %DM)	11.51	3.38
WSC (% as fed)	2.52	4.26

เมื่อนำกระถินสายพันธุ์กลาบราต้าผสมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อัตราส่วนต่างๆกัน พบว่าที่อัตราส่วน 100 : 0 มีค่าวัตถุแห้งสูงสุด คือ 27.63 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบและค่า WSC ของอัตราส่วน 75:25 50:50 และ 25:75 ซึ่งได้จากการคำนวณ มีค่าเท่ากับ 24.45 21.28 และ 18.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทุกอัตราส่วนมีค่าวัตถุแห้งต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมสำหรับการทำฟีดหมักคุณภาพดี ที่ควรมีค่าอยู่ในช่วง 25-40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่า WSC พบว่า มีค่า 2.5-3.82 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการทำฟีดหมัก สำหรับค่าโปรตีนหยาบ พบว่า มีค่าลดลงตามสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นของหญ้าเนเปียร์พันธุ์ปากช่อง 1 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบทางเคมีของกระถินและหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 และอัตราส่วนของฟีดหมักต่างๆ

รายละเอียด	วัตถุแห้ง %	โปรตีนหยาบ % on DM	WSC % as fed
กระถินสายพันธุ์กลาบราต้า อายุ 90 วัน	27.63	19.84	2.52
หญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 อายุ 60 วัน	14.93	6.19	4.26
กระถิน+หญ้าเนเปียร์ 75:25	24.45*	16.43*	2.95*
กระถิน+หญ้าเนเปียร์ 50:50	21.28*	13.01*	3.39*
กระถิน+หญ้าเนเปียร์ 25:75	18.10*	9.60*	3.82*

- * ค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ และ WSC มาจากการคำนวณ

2. คุณภาพการหมัก

การประเมินคุณภาพการหมักจากลักษณะทางกายภาพ

จากตารางที่ 3 พบว่า กระถินสายพันธุ์กลาบราด้าหมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์พันธุ์ปากช่อง 1 อัตราส่วน 75:25 และ 50:50 ที่อายุการเก็บรักษา 21 วัน มีคุณภาพในระดับดีมาก ส่วนกระถินสายพันธุ์กลาบราด้าที่หมักอย่างเดียว (100:0) มีคุณภาพระดับดี ขณะที่อัตราส่วน 25:75 เปอร์เซ็นต์ มีคุณภาพระดับปานกลาง เมื่อมีระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น พบว่า อัตราส่วน 75:25 และ 50:50 คุณภาพลดลงมาอยู่ในระดับดีและระดับปานกลาง ที่อายุการเก็บรักษา 81 และ 111 วัน ตามลำดับ ขณะที่อัตราส่วน 100:0 คุณภาพลดลงมาอยู่ในระดับปานกลางที่อายุการเก็บรักษา 51 81 และ 111 วัน ส่วนที่อัตราส่วน 25:75 คุณภาพไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือ อยู่ที่ระดับปานกลาง ตั้งแต่ 21 วัน จนถึง 111 วัน ซึ่งในส่วนของค่า pH ที่วัดโดยใช้กระดาษลิตมัสที่แสดงค่าเป็นช่วง เช่น 4.4-4.7 4.7-5.1 และ 5.0-6.0 จึงเป็นการประเมินแบบคร่าวๆ เท่านั้น ส่วนสีและกลิ่นจากการประเมินในการทดลองนี้เป็นไปตามที่ Kaiser and Piltz (2004) ได้เขียนไว้ในบทที่ 12 ของหนังสือเรื่อง Successful Silage เช่น สีเขียวอมเหลือง จะเป็นสีธรรมชาติของพืชตระกูลถั่วหมัก สีเหลืองอมเขียวจะเป็นสีธรรมชาติของพืชตระกูลหญ้าหมัก สีน้ำตาลทอง เกิดจากการหมักพืชที่มีค่าวัตถุแห้งต่ำ และสีน้ำตาลเข้ม เกิดจากมีความร้อนเกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา เป็นต้น ส่วนกลิ่น ถ้ากลิ่นคล้ายนมเปรี้ยวหรือโยเกิร์ตหรือผลไม้ดอง แสดงว่า มีปริมาณกรดแลคติกมาก ถ้าเป็นกลิ่นฉุน เหมือนน้ำส้มสายชู แสดงว่า การหมักไม่ดี จะมีกรดอะซิติกเกิดขึ้นมากและพืชที่นำมาหมักมีค่าวัตถุแห้งต่ำ เป็นต้น

ตารางที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของกระถินที่หมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อัตราส่วนและอายุการเก็บรักษาต่างๆกัน

อัตราส่วน	สี				กลิ่น				ลักษณะเนื้อพืช				pH			
กระถิน : เนเปียร์	21	51	81	111	21	51	81	111	21	51	81	111	21	51	81	111
100 : 0	เขียวอม เหลือง	เขียวอม เหลือง	เขียวอม เหลือง	น้ำตาลทอง	ไม่หอม มีกลิ่น ฉุน เล็กน้อย	ไม่หอม มีกลิ่น ฉุน เล็กน้อย	ไม่หอม มีกลิ่น ฉุนมาก	ไม่ หอมมี กลิ่น ฉุน มาก	แน่น ใบ และลำต้น คงสภาพ เดิม	แน่น ใบ และลำต้น เปื่อยยุ่ย เล็กน้อย	แน่น ใบ และลำ ต้นเปื่อย ยุ่ยมาก	แน่น ใบ และลำต้น เปื่อยยุ่ย มาก	4.7-5.1	4.7-5.1	4.7-5.1	4.7-5.1
คุณภาพ	ดี	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง												
75 : 25	เหลือง อมเขียว	เหลือง อมเขียว	เขียวอม เหลือง	เขียวอม เหลือง	หอม เปรี้ยว คล้าย ผลไม้ ดอง	หอม เปรี้ยว คล้าย ผลไม้ ดอง	ไม่หอม มีกลิ่น ฉุน เล็กน้อย	ไม่ หอมมี กลิ่น ฉุน มาก	แน่น ใบ และลำต้น คงสภาพ เดิม	แน่น ใบ และลำต้น คงสภาพ เดิม	แน่น ใบ และลำ ต้นคง สภาพเดิม	แน่น ใบ และลำต้น เปื่อยยุ่ย มาก	4.4-4.7	4.4-4.7	4.7-5.1	4.7-5.1
คุณภาพ	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ปานกลาง												
50 : 50	เหลือง อมเขียว	เหลือง อมเขียว	เขียวอม เหลือง	เขียวอม เหลือง	หอม เปรี้ยว คล้าย ผลไม้ ดอง	หอม เปรี้ยว คล้าย ผลไม้ ดอง	ไม่หอม มีกลิ่น ฉุน เล็กน้อย	ไม่ หอมมี กลิ่น ฉุน มาก	แน่น ใบ และลำต้น คงสภาพ เดิม	แน่น ใบ และลำต้น คงสภาพ เดิม	แน่น ใบ และลำ ต้นเปื่อย ยุ่ย เล็กน้อย	แน่น ใบ และลำต้น เปื่อยยุ่ย มาก	4.4-4.7	4.4-4.7	4.4-4.7	4.7-5.1
คุณภาพ	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ปานกลาง												
25 : 75	น้ำตาล ทอง	น้ำตาล ทอง	น้ำตาล เข้ม	น้ำตาลเข้ม	ไม่หอม มีกลิ่น ฉุนมาก	ไม่หอม มีกลิ่น ฉุนมาก	ไม่หอม มีกลิ่น ฉุนมาก	ไม่ หอม มีกลิ่น ฉุน มาก	ไม่แน่น เนื้อพืชไม่ จับเป็น ก้อน เป็น เมือก	ไม่แน่น เนื้อพืชไม่ จับเป็น ก้อน เป็น เมือก	ไม่แน่น เนื้อพืชไม่ จับเป็น ก้อน เป็น เมือก	ไม่แน่น เนื้อพืชไม่ จับเป็น ก้อน เป็น เมือก	5.0-6.0	5.0-6.0	5.0-6.0	5.0-6.0

คุณภาพ ปานกลาง ปานกลาง ปานกลาง ปานกลาง

การประเมินคุณภาพการหมักจากองค์ประกอบทางเคมี

จากการสุ่มเก็บตัวอย่างกระถินสายพันธุ์กลาบราด้าและหญ้านาเปียร์ปากช่อง 1 ที่หมักร่วมกันตามอัตราส่วนต่างๆ ส่งห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์ค่า pH และปริมาณกรดไขมันชนิดต่างๆ ได้แก่ กรดแลคติก กรดอะซีติก และ กรดบิวทีริก พบว่า มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างอัตราส่วนกับอายุการเก็บรักษา ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่า pH และปริมาณกรดไขมันชนิดต่างๆ ของกระถินสายพันธุ์กลาบราด้าและหญ้านาเปียร์ปากช่อง 1 ที่หมักร่วมกันตามอัตราส่วนและอายุการเก็บรักษาต่างๆ

สิ่งทดลอง	pH	กรดแลคติก (%)	กรดอะซีติก (%)	กรดบิวทีริก (%)
กระถิน:เนเปียร์ (R)				
100:0	4.75 ^a	1.75 ^c	2.06 ^b	0.99 ^b
75:25	4.52 ^b	3.88 ^b	1.22 ^c	0.88 ^b
50:50	4.25 ^c	5.25 ^a	1.32 ^c	0.68 ^b
25:75	4.64 ^a	0.97 ^d	3.16 ^a	2.74 ^a
CV (%)	5.26	28.75	16.08	43.31
อายุการเก็บรักษา (วัน) (D)				
21	4.10 ^b	4.45 ^a	1.54 ^d	0.73 ^c
51	4.25 ^b	3.61 ^b	1.74 ^c	0.87 ^c
81	4.68 ^a	2.66 ^c	2.06 ^b	1.60 ^b
111	5.15 ^a	1.14 ^d	2.42 ^a	2.15 ^a
CV (%)	5.28	28.09	14.34	46.77
RxD	*	*	*	*

- ตัวอักษรที่มีอักษรต่างกันกำกับอยู่ในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับ $p < 0.05$

-* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับ $p < 0.05$

ค่า pH จากอิทธิพลร่วมกันระหว่างอัตราส่วนของกระถินสายพันธุ์กลาบราด้าและหญ้านาเปียร์ปากช่อง 1 หมัก กับอายุการเก็บรักษาต่างๆกัน ทำให้เมื่อการหมักครบ 21 วัน ค่า pH ของกระถินสายพันธุ์กลาบราด้าที่หมักอย่างเดียวมีค่าเท่ากับ 4.56 ใกล้เคียงกับรายงานของ Angthong *et al.* (2007) ที่หมักใบกระถินร่วมกับรำข้าว 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าวัตถุแห้งและ pH เท่ากับ 37.07 เปอร์เซ็นต์ และ 4.5 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเทียบกับ pH ของอัตราส่วน 75: 25 50:50 และ 25:75 ที่ 21 วัน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 111 วัน ค่า pH ของอัตราส่วน 100 : 0 มีค่าเท่ากับ 5.18 ไม่แตกต่างทางสถิติกับที่อายุการเก็บรักษา 21 วัน

ส่วนค่า pH ที่ 21 วันของอัตราส่วน 75:25 และ 50:50 พบว่าไม่แตกต่างจากอายุการเก็บรักษาที่ 51 และ 81 วัน แต่แตกต่างทางสถิติกับอายุการเก็บรักษาที่ 111 วัน ขณะที่อัตราส่วน 25:75 มีค่า pH ที่ 21 วัน เท่ากับ 3.97 ไม่แตกต่างกับที่ 51 วัน แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่ 81 และ 111 วัน สอดคล้องกับรายงานของสายซิมและคณะ (2535) ที่พบว่า เมื่อหมักใบกระถินกับยอดอ้อย ค่า pH ของพืชหมักจะสูงขึ้นตามอัตราการเพิ่มของใบกระถิน และใกล้เคียงกับการทดลองของบุญส่งและคณะ (2555) รายงานว่าหญ้าเนเปียร์ยักษ์หมักที่อายุเก็บรักษา 1 และ 12 เดือน มี pH เท่ากับ 3.96 และ 4.11 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 อิทธิพลร่วมกันระหว่างอัตราส่วนกระถินสายพันธุ์กลabraด้าและหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักกับอายุการเก็บรักษาต่างๆ ที่มีต่อค่า pH

อัตราส่วน กระถิน:เนเปียร์	อายุเก็บรักษา (วัน)				เฉลี่ย
	21	51	81	111	
100:0	4.56 ^a	4.63 ^a	4.64 ^b	5.18 ^a	4.75
75:25	4.01 ^b	4.14 ^{bc}	4.66 ^b	5.30 ^a	4.52
50:50	3.84 ^b	3.85 ^c	4.46 ^b	4.86 ^b	4.25
25:75	3.97 ^b	4.39 ^{ab}	4.96 ^a	5.24 ^a	4.64
เฉลี่ย	4.10	4.25	4.68	5.15	

- ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแนวนอง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$

- เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าตัวเลขแนวนอนโดย $LSD_{0.05} = 0.77$

การนำกระถินสายพันธุ์กลabraด้ามาหมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อัตราส่วนต่างๆ กัน พบว่า พืชหมักที่ได้มี pH สูงกว่าเกณฑ์ของหญ้าอาหารสัตว์หมักที่ดีที่ควรมี pH อยู่ระหว่าง 3.5-4.2 (กรมปศุสัตว์, 2547) แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ของหญ้าอาหารสัตว์หมัก ที่ควรมีค่า pH 4.3-4.7 (กรณีมีค่าวัตถุแห้ง 30-40 เปอร์เซ็นต์) (Kung and Shaver, 2001) และอยู่ในช่วง pH ที่ Jones *et al.* (2004) ได้ศึกษาคุณภาพการหมักของพืชอาหารสัตว์หมักชนิดต่างๆ ที่มีค่าวัตถุแห้งต่างกันมากกว่า 1,000 ตัวอย่าง พบว่า พืชหมักที่ผลิตจากหญ้าอาหารสัตว์หรือผสมหญ้าอาหารสัตว์ ที่มีวัตถุแห้งต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ จะมี pH อยู่ในช่วง 4.0-5.8 และพืชหมักที่ผลิตจากหญ้าอาหารสัตว์หรือผสมหญ้าอาหารสัตว์ ที่มีวัตถุแห้งต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ จะมี pH อยู่ในช่วง 4.4-6.0 ค่า pH ที่สูงนี้ เป็นเพราะพืชตระกูลถั่วมี BC สูงกว่าพืชตระกูลหญ้า เช่น ถั่วอัลฟัลฟา (*Medicago sativa*) มีค่า BC เท่ากับ 5.32 มิลลิกรัม/กรัมแห้งต่อลิตร ขณะที่พืชตระกูลหญ้ามามีค่าเท่ากับ 4.00 มิลลิกรัม/กรัมแห้งต่อลิตร (Moharrery, 2007) ทำให้ pH ลดลงได้ยาก พืชหมักที่มี pH สูงอาจทำให้จุลินทรีย์สามารถมีชีวิตอยู่ได้ และในขณะเดียวกันปฏิกิริยาของเอ็นไซม์ในพืชสามารถเกิดได้เช่นกัน ซึ่งมีผลต่อคุณภาพ

ของพืชหมักที่อาจมีการสูญเสียคุณค่าทางอาหาร นอกจากนี้ในทุกอัตราส่วนมีค่าวัตถุแห้งต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นสาเหตุสำคัญที่จะเกิดการหมักต่อด้วยจุลินทรีย์กลุ่ม Clostridium (Clostridial fermentation) นอกจากนี้เกิดการสูญเสียธาตุอาหารต่างๆของพืช ในน้ำที่เกิดจากการหมักอีกด้วย (เมธา, 2533 : Kung and Shaver, 2001)

กรดแลคติก เมื่อหมักกระถินสายพันธุ์กลาบราดำร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อัตราส่วน 50:50 เปอร์เซ็นต์ อายุเก็บรักษา 21 วัน พบว่า มีค่ากรดแลคติกสูงสุดเท่ากับ 7.24 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับ อัตราส่วน 75:25 ที่มีค่าเท่ากับ 6.55 แต่แตกต่างกับอัตราส่วน 100:0 และ 25:75 เปอร์เซ็นต์ ที่มีค่าเท่ากับ 2.54 และ 1.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งในส่วนของอัตราส่วน 100:0 จะมีปริมาณกรดแลคติกแตกต่างจากรายงานของ Angthong *et al.* (2007) ที่หมักใบกระถินกับรำข้าว 20 เปอร์เซ็นต์ ที่มีปริมาณกรดแลคติกเท่ากับ 6.86 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เป็นเพราะกระถินที่ใช้ในการทดลองนี้เป็น กระถินตัดที่อายุ 90 วัน หั่นรวมกันทั้งใบ แกนกลาง (rachis) และกิ่ง ทำให้การอัดให้แน่นเพื่อไล่อากาศออกทำได้ยากกว่าการอัดส่วนใบเพียงอย่างเดียว ขณะเดียวกันค่าวัตถุแห้งมีค่าต่ำกว่า กระบวนการหมักจึงเกิดได้ไม่ดี เท่ากับการศึกษาของ Angthong *et al.* (2007) ในการทดลองนี้ อัตราส่วน 50:50 มีปริมาณกรดแลคติกที่อยู่ในเกณฑ์ปกติของถั่วอาหารสัตว์หมักที่วัตถุแห้ง 30-40 เปอร์เซ็นต์ ที่ควรมีปริมาณกรดแลคติก 7-8 เปอร์เซ็นต์ (Kung and Shaver, 2001) ขณะที่อัตราส่วนอื่นๆ ได้แก่ 100:0 75:25 และ 25:75 มีปริมาณกรดแลคติกอยู่ในช่วง 0.3-6.8 และ 1.1-7.9 เปอร์เซ็นต์ ของพืชหมักที่มีวัตถุแห้งต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ที่ผลิตจากถั่วอาหาร สัตว์หรือผสมถั่วอาหารสัตว์ และที่ผลิตจากหญ้าอาหารสัตว์หรือผสมหญ้าอาหารสัตว์ ตามลำดับ (Jones *et al.*, 2004)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมกันระหว่างอัตราส่วนกับอายุการเก็บรักษา จะพบว่า ที่อัตราส่วน 100:0 และ 25:75 มีปริมาณกรดแลคติก 2.54 และ 1.46 เปอร์เซ็นต์ และค่าลดลงตามลำดับเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นจาก 21 วัน จนถึง 111 วัน โดยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่อัตราส่วน 50 : 50 และ 75:25 มีปริมาณกรดแลคติกเท่ากับ 7.24 และ 6.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ 21 วัน จะพบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นเป็น 81 และ 111 วัน ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับบุญส่งและคณะ (2555) ที่รายงานว่าต้นข้าวโพดหวานหมักที่อายุเก็บ รักษา 1 3 6 และ 12 เดือน มีปริมาณกรดแลคติกเท่ากับ 7.46 7.03 7.45 และ 5.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การลดลงของกรดแลคติกมักพบในการหมักถั่วอาหารสัตว์ที่มีค่าวัตถุแห้งต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิด Clostridial fermentation แบบที่เรียกลูมนี้ มี 2 กลุ่มย่อยที่สำคัญกับการหมัก คือ กลุ่มที่ใช้น้ำตาลและกรดแลคติก ได้ผลผลิต คือ กรดบิวทีริก (กรดแลคติก 2 โมล จะได้ กรดบิวทีริก 1 โมล) กับกลุ่มที่ใช้กรดอะมิโน ได้ผลผลิต คือ แอมโมเนีย เอมีน (amines) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และกรดต่างๆ (Stone and Larry, 2019) นอกจากนี้พืชหมักที่มีปริมาณกรดบิวทีริกสูงมักจะมีคุณค่าทางโภชนาต่ำ และมีค่า ADF และ NDF สูงขึ้น เนื่องจากการสลายตัวของโภชนาหลายชนิด (Kung and Shaver, 2001)

ตารางที่ 6 อิทธิพลร่วมกันระหว่างกระถินและหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักที่อัตราส่วนและอายุการเก็บรักษา ต่างๆกันที่มีต่อเปอร์เซ็นต์กรดแลคติก (on DM)

อัตราส่วน	อายุเก็บรักษา (วัน)				เฉลี่ย
กระถิน:เนเปียร์	21	51	81	111	
100:0	2.54 ^b	2.42 ^c	1.45 ^c	0.61 ^c	1.75
75:25	6.55 ^a	4.69 ^b	3.13 ^b	1.15 ^b	3.88
50:50	7.24 ^a	6.10 ^a	4.90 ^a	2.79 ^a	5.25
25:75	1.46 ^c	1.23 ^d	1.17 ^c	0.01 ^d	0.97
เฉลี่ย	4.45	3.61	2.66	1.14	

- ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแต่ละแถว แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$

- เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าตัวเลขแนวนอนโดย $LSD_{0.05} = 2.35$

กรดอะซีติก กระถินสายพันธุ์กลาบริด้าที่หมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 อัตราส่วน 75:25 เปอร์เซ็นต์ อายุการเก็บรักษา 21 วัน มีค่ากรดอะซีติกต่ำสุดเท่ากับ 0.92 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับกระถินหมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อัตราส่วน 50:50 ที่มีค่ากรดอะซีติกเท่ากับ 1.02 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าและแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) กับค่ากรดอะซีติกของสัดส่วน 100:0 (กระถินหมักอย่างเดียว) และ 25:75 ที่มีค่ากรดอะซีติกเท่ากับ 1.80 และ 2.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีค่าต่ำกว่าและอยู่ในระดับตามคำแนะนำสำหรับถั่วอาหารสัตว์หมักที่ดี ที่มีค่าวัตถุแห้งในช่วง 30-40 เปอร์เซ็นต์ ควรมีปริมาณกรดอะซีติก ในช่วง 2-3 เปอร์เซ็นต์ (Kung and Shaver, 2001) นอกจากนี้กระถินหมักล้วน พบว่า มีค่าใกล้เคียงกับถั่วพาสไธโลหมักอย่างเดียว ที่มีปริมาณกรดอะซีติกเท่ากับ 1.77 เปอร์เซ็นต์ (แพรวพรรณ และคณะ, 2549)

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมกันระหว่างอัตราส่วนกับอายุการเก็บรักษา พบว่า อัตราส่วน 75:25 ปริมาณกรดอะซีติกที่อายุการเก็บรักษา 21 51 81 และ 111 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่อัตราส่วน 100:0 และ 50:50 มีปริมาณกรดอะซีติกเท่ากับ 1.80 และ 1.02 เปอร์เซ็นต์ ที่อายุการเก็บรักษา 21 วัน มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับที่อายุการเก็บรักษา 51 และ 81 วัน แต่แตกต่างทางสถิติที่อายุการเก็บรักษา 111 วัน ส่วนอัตราส่วน 25:75 พบว่า ที่อายุการเก็บรักษา 21 วัน มีปริมาณ 2.41 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างทางสถิติกับที่อายุการเก็บรักษา 81 และ 111 วัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.39 และ 3.98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับบุญส่งและคณะ (2555) ที่รายงานว่าหญ้าเนเปียร์ยักษ์หมักที่อายุเก็บรักษา 1 3 6 และ 12 เดือน มีปริมาณกรดอะซีติกเท่ากับ 1.91 2.19 2.80 และ 3.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณกรดอะซีติกที่มีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา มีเกิดจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้ การหมักพืชที่มีค่าวัตถุแห้งต่ำกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในกระบวนการหมักที่นานเกินไปเนื่องมาจากมีค่า BC สูง การอัดไม่แน่นพอ หรือการนำลงถังหมักช้า (Kung and Shaver, 2001)

ตารางที่ 7 อิทธิพลร่วมกันระหว่างกระถินและหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อัตราส่วนและอายุการเก็บรักษา ต่างๆกัน ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์กรดอะซีติก (on DM)

อัตราส่วน	อายุเก็บรักษา (วัน)				เฉลี่ย
-----------	---------------------	--	--	--	--------

กระถิน:เนเปียร์	21	51	81	111	
100:0	1.80 ^b	1.83 ^b	2.12 ^b	2.48 ^b	2.06
75:25	0.92 ^c	1.09 ^c	1.39 ^c	1.48 ^c	1.22
50:50	1.02 ^c	1.19 ^c	1.33 ^c	1.74 ^c	1.32
25:75	2.41 ^a	2.86 ^a	3.39 ^a	3.98 ^a	3.16
เฉลี่ย	1.54	1.74	2.06	2.42	

- ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแต่ละแถว แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับ $p < 0.05$
- เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าตัวเลขแนวนอนโดย $LSD_{0.05} = 0.65$

กรดบิวทีริก ที่อัตราส่วน 75:25 การหมักร่วมกันระหว่างกระถินสายพันธุ์กลาบริด้ากับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 อายุการเก็บรักษา 21 วัน พบว่า มีปริมาณกรดบิวทีริกต่ำสุดเท่ากับ 0.37 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับปริมาณกรดบิวทีริกที่อัตราส่วน 100:0 50:50 และ 25:75 ที่มีปริมาณกรดบิวทีริกเท่ากับ 0.76 0.49 และ 1.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยที่อัตราส่วน 75:25 และ 50:50 มีปริมาณอยู่ในระดับตามคำแนะนำสำหรับถั่วอาหารสัตว์หมักที่ดี ที่มีค่าวัตถุแห้งในช่วง 30-40 เปอร์เซ็นต์ ควรมีปริมาณกรดบิวทีริกน้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์ (Kung and Shaver, 2001)

ตารางที่ 8 อิทธิพลร่วมกันระหว่างกระถินและหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อัตราส่วนและอายุการเก็บรักษา ต่างๆกัน ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์กรดบิวทีริก (on DM)

อัตราส่วน กระถิน:เนเปียร์	อายุเก็บรักษา (วัน)				เฉลี่ย
	21	51	81	111	
100:0	0.76 ^b	0.78 ^b	1.08 ^b	1.35 ^c	0.99
75:25	0.37 ^d	0.49 ^c	0.86 ^{bc}	1.82 ^b	0.88
50:50	0.49 ^c	0.59 ^c	0.60 ^c	1.02 ^c	0.68
25:75	1.32 ^a	1.61 ^a	3.63 ^a	4.41 ^a	2.74
เฉลี่ย	0.73	0.87	1.60	2.15	

- ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแต่ละแถว แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับ $p < 0.05$

- เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าตัวเลขแนวนอนโดย $LSD_{0.05} = 1.31$

เมื่อพิจารณาอายุการเก็บรักษาร่วมด้วย จะพบว่า ทุกอัตราส่วนมีปริมาณกรดบิวทีริกเพิ่มขึ้น เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของบุญส่งและคณะ (2555) ที่รายงานว่าหญาเนเปียร์ยักษ์หมักที่อายุเก็บรักษา 1 3 6 และ 12 เดือน มีค่ากรดบิวทีริกเท่ากับ 0.51 0.54 0.87 และ 1.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับสาเหตุสำคัญ น่าจะเกิดจากหลายสาเหตุ ได้แก่ การหมักถั่วอาหารสัตว์ที่มีค่าวัตถุแห้งต่ำกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ และชิ้นส่วนของกระถินที่เป็นส่วนของลำต้นค่อนข้างแข็ง ทำให้ไม่สามารถอัดให้แน่นจนได้ อากาศออกได้หมดทำให้เกิด Clostridial fermentation (Kung and Shaver, 2001)

จากการประเมินคุณภาพการหมักจากองค์ประกอบทางเคมี (กรดแลคติก กรดอะซีติก และกรดบิวทีริก) ของพืชหมัก โดยใช้เกณฑ์กรมปศุสัตว์ (2547ค) ในตารางผนวกที่ 2 พบว่า ที่อัตราส่วน 50:50 มีคุณภาพปานกลาง ตั้งแต่ 21 จนถึง 81 วัน แล้วคุณภาพลดลงเป็นพอใช้เมื่ออายุการเก็บรักษา 111 วัน ส่วนที่อัตราส่วน 75:25 มีคุณภาพปานกลางตั้งแต่ 21 จนถึง 51 วัน แล้วคุณภาพลดลงเป็นพอใช้เมื่ออายุการเก็บรักษา 81 วัน ขณะที่อัตราส่วน 100:0 มีคุณภาพดีกว่าอัตราส่วน 25:75 ที่มีคุณภาพการหมักต่ำตั้งแต่ที่อายุการเก็บรักษา 21 วัน การประเมินคุณภาพการหมักด้วยองค์ประกอบทางเคมีให้ผลแตกต่างจากการประเมินด้วยลักษณะทางกายภาพที่ดูเพียงสี กลิ่น เนื้อสัมผัสและค่า pH ซึ่งต้องอาศัยผู้ที่มีประสบการณ์มากๆ และหากคำนึงถึงตัวสัตว์ และการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการด้วยแล้ว การประเมินจากองค์ประกอบทางเคมีจะช่วยได้มากกว่า เช่น ถ้าในพืชหมักมีปริมาณโปรตีนที่ละลายได้สูง และหากเป็นส่วน เอมิน จะส่งผลต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของสัตว์ (animal performance) และถ้ามีปริมาณกรดบิวทีริกสูงจะเหนี่ยวนำให้เกิดภาวะ ketosis ในโครีดนมได้ อันเนื่องมาจากในพืชหมักมีพลังงานต่ำ ส่งผลต่อการกินได้และการให้ผลผลิต (Kung and Shaver, 2001)

ตารางที่ 9 คุณภาพและองค์ประกอบเคมีของกระถินร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักที่อัตราส่วนและอายุการเก็บรักษาต่างกัน

สิ่งทดลอง	กรดแลกติก			กรดอะซิติก			กรดบิวทีริก			รวม คะแนน	ชั้น คุณภาพ
	%	%	คะแนน	%	%	คะแนน	%	%	คะแนน		
	On DM	of total		On DM	of total		On DM	of total			
อายุเก็บรักษา 21 วัน											
100:0	2.29	47.22	12	1.80	37.11	4	0.76	15.67	6	22	พอใช้
75:25	4.69	78.17	30	0.94	15.67	18	0.37	6.17	10	58	ปานกลาง
50:50	6.10	78.20	30	1.21	15.51	18	0.49	6.28	10	58	ปานกลาง
25:75	1.43	20.37	0	3.98	56.69	0	1.61	22.93	0	0	ต่ำ
อายุเก็บรักษา 51 วัน											
100:0	2.34	47.27	12	1.83	36.97	4	0.78	15.76	6	22	พอใช้
75:25	6.30	77.97	30	1.28	15.84	18	0.50	6.19	10	58	ปานกลาง
50:50	7.24	78.26	30	1.46	15.71	18	0.59	6.35	10	58	ปานกลาง
25:75	1.17	20.45	0	3.24	56.64	0	1.31	22.90	0	0	ต่ำ
อายุเก็บรักษา 81 วัน											
100:0	1.59	32.32	4	2.12	43.09	2	1.21	24.59	0	6	ต่ำ
75:25	2.73	59.74	18	1.00	21.88	16	0.84	18.38	2	36	พอใช้
50:50	4.90	72.27	28	1.38	20.35	16	0.50	7.37	10	54	ปานกลาง
25:75	1.47	17.95	0	2.57	31.38	10	4.15	50.67	-10	0	ต่ำ
อายุเก็บรักษา 111 วัน											
100:0	0.79	17.59	0	2.48	55.23	0	1.22	27.17	0	0	ต่ำ
75:25	0.81	22.19	0	0.90	24.66	13	1.94	53.15	-10	3	ต่ำ
50:50	2.54	50.40	14	1.23	24.40	13	1.27	25.20	0	27	พอใช้

25:75	0	0	0	2.85	42.28	2	3.89	57.71	-10	-8	ต่ำ
-------	---	---	---	------	-------	---	------	-------	-----	----	-----

คุณค่าทางโภชนาของพืชหมัก

จากตารางที่ 10 พบว่า ไม่มีอิทธิพลร่วมกันระหว่างอัตราส่วนการหมักกับอายุการเก็บรักษาต่อค่าวัตถุแห้ง โปรตีนหยาบ เยื่อใยหยาบ เถ้าและไขมัน แต่พบในค่า ADF NDF และลิกนิน

วัตถุแห้ง ที่อัตราส่วน 100:0 ซึ่งเป็นกระถินสายพันธุ์กลาบริด้าหมักอย่างเดียว พบว่า มีค่าวัตถุแห้งสูงสุดเท่ากับ 25.43 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับอัตราส่วน 75:25 ที่มีค่าเท่ากับ 23.67 เปอร์เซ็นต์ แต่สูงกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติ ($P<0.05$) กับที่อัตราส่วน 50:50 และ 25:75 ที่มีวัตถุแห้งเท่ากับ 20.83 และ 14.95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งค่าวัตถุแห้งของอัตราส่วน 75:25 50:50 และ 25:75 ที่ได้ค่อนข้างใกล้เคียงกับค่าวัตถุแห้งก่อนการหมักที่มาจากผลการคำนวณ ที่มีค่าเท่ากับ 24.45 21.28 และ 18.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และค่าวัตถุแห้งจะลดลงตามอัตราส่วนของกระถินที่ลดลง ส่วนที่อายุการเก็บรักษา 21 51 81 และ 111 วัน พบว่า ค่าวัตถุแห้งไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 21.06-23.20 เปอร์เซ็นต์

โปรตีนหยาบ จากตารางที่ 10 อัตราส่วน 100:0 มีค่าโปรตีนหยาบสูงสุดเท่ากับ 18.77 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการหมักกระถินสายพันธุ์กลาบริด้าล้วน ค่าที่ได้สูงกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับที่อัตราส่วน 75:25 50:50 และ 25:75 ที่มีค่า เท่ากับ 15.57 14.56 และ 10.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าโปรตีนหยาบจะลดลงตามอัตราส่วนของกระถินที่ลดลง ส่วนที่อายุการเก็บรักษา 21 51 81 และ 111 วัน พบว่า ค่าโปรตีนหยาบไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 14.33-15.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับการใช้ถั่วท่าพระสไตโลหมักร่วมกับหญ้าแพงโกลา 10 เปอร์เซ็นต์ มีค่าโปรตีนหยาบเท่ากับ 6.89 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นเป็น 9.53 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเพิ่มถั่วท่าพระสไตโลเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ (แพรวพรรณและคณะ, 2549) ส่วนคุณภาพของทางปาล์มหมักไม่เสริมกระถินมีโปรตีนหยาบเท่ากับ 6.14 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 10.34 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเสริมด้วยกระถินในอัตรา 20 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (จันทกานต์ และคณะ, 2552)

ตารางที่ 10 ส่วนประกอบทางเคมีของกระถินและหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักที่สัดส่วนและอายุการเก็บรักษาต่างกัน

	วัตถุแห้ง (%)	โปรตีนหยาบ (%)	เยื่อใยหยาบ (%)	เถ้า (%)	ไขมัน (%)	NDF (%)	ADF (%)	lignin (%)
กระถิน:เนเปียร์ (R)								
100:0	25.43 ^a	18.77 ^a	34.93 ^b	7.78 ^b	1.87 ^a	52.04 ^c	40.39 ^c	13.45 ^a
75:25	23.67 ^a	15.57 ^b	39.06 ^a	7.13 ^c	1.43 ^b	59.76 ^b	44.27 ^b	13.48 ^a
50:50	20.83 ^b	14.56 ^b	38.47 ^a	8.06 ^b	1.70 ^{ab}	61.00 ^b	45.49 ^{ab}	10.67 ^b
25:75	16.54 ^c	10.69 ^c	40.32 ^a	10.29 ^a	1.94 ^a	67.30 ^a	46.17 ^a	8.96 ^c
CV (%)	10.03	5.64	3.83	2.89	12.147	4.19	4.62	7.48
อายุการเก็บรักษา (วัน)(D)								
21 วัน	22.70	15.60	37.48 ^b	8.27	1.80	58.09 ^b	41.77 ^c	10.22 ^c
51 วัน	21.06	14.33	39.97 ^a	8.16	1.68	58.90 ^b	43.26 ^b	11.42 ^b

81 วัน	22.31	14.88	37.40 ^b	8.55	1.85	59.66 ^b	44.54 ^b	11.84 ^b
111 วัน	23.20	14.78	37.93 ^{ab}	8.28	1.59	63.45 ^a	46.75 ^a	13.08 ^a
CV (%)	10.20	5.64	3.83	2.89	11.56	4.50	4.67	7.41
RxD	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*

-ตัวอักษรที่มีอักษรต่างกันต่างกันกำกับอยู่ในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับ $p < 0.05$

-ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย DMRT ที่ระดับ $p > 0.05$

เยื่อใยหยาบ เถ้า และไขมัน กระถินสายพันธุ์กลาบริด้าหมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อัตราส่วน 25:75 มีเยื่อใยหยาบ ไขมันและเถ้าสูงสุด เท่ากับ 40.32 1.94 และ 10.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนอายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น พบว่าเยื่อใยหยาบที่อายุ 51 วัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 39.97 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างจากที่อายุการเก็บรักษา 21 81 และ 111 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่อายุการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่าไขมันและเถ้า

NDF และ ADF จากตารางที่ 11 และ 12 ค่า NDF และ ADF ที่อัตราส่วน 100:0 ซึ่งเป็นกระถินสายพันธุ์กลาบริด้าหมักอย่างเดียว ที่อายุการเก็บรักษา 21 วัน มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 51.16 และ 39.01 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับที่อัตราส่วน 75:25 50:50 และ 25:75 ตามลำดับ โดยอัตราส่วน 25:75 จะมีค่า NDF และ ADF สูงสุด เท่ากับ 65.94 และ 43.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากกระถินมีค่าของ NDF และ ADF ต่ำกว่าหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 (ตารางที่ 1) เมื่ออัตราส่วนกระถินลดลง จึงทำให้ค่า NDF และ ADF เพิ่มขึ้น ค่า NDF และ ADF มีความสำคัญสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง เพราะมีผลต่อการกินได้ของวัตถุดิบและการย่อยได้ของวัตถุดิบ ถ้ามีค่าสูงมากจะทำให้การกินได้และการย่อยได้ลดลง

เมื่อพิจารณาอิทธิพลร่วมกันระหว่างอัตราส่วนกับอายุการเก็บรักษา พบว่า ค่า NDF ที่อัตราส่วน 100:0 และ 25:75 เมื่อเก็บรักษานาน 21 51 81 และ 111 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่อัตราส่วน 25:75 ที่อายุการเก็บรักษา 111 วัน มีค่า NDF สูงสุดเท่ากับ 68.79 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่อัตราส่วน 75:25 และ 50:50 ค่า NDF ที่อายุการเก็บรักษา 21 วัน จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับที่อายุการเก็บรักษา 111 วัน ส่วนค่า ADF ที่อัตราส่วน 100:0 เมื่ออายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นจาก 21 เป็น 111 วัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่อัตราส่วน 75:25 และ 25:75 ค่า ADF ที่อายุการเก็บรักษา 21 51 และ 81 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่ออายุเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 111 วัน ส่วนที่อัตราส่วน 50:50 ค่า ADF ที่อายุการเก็บรักษา 21 และ 51 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่จะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่ออายุเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 81 และ 111 วัน สอดคล้องกับรายงานของ Panyasak and Sornthep (2015) ที่พบว่า เศษเหลือข้าวโพดหวานจากโรงงานมีความชื้น 16-17 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออัดด้วยแรงอัดต่อพื้นที่เท่ากับ 0.6675 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร และเก็บรักษา 0-90 วัน ค่า NDF ADF และลิกนินเพิ่มขึ้นจาก 71.99 34.38 3.97 เปอร์เซ็นต์ เป็น 73.82 44.31 และ 7.72 เปอร์เซ็นต์ การที่ค่า NDF และ ADF มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็นเพราะมีการสลายตัวของโกลิโนสหลายชนิด (Kung and Shaver,

2001) นอกจากนี้การหมักพืชอาหารสัตว์ที่มีความชื้นสูงและมีน้ำที่เกิดจากการหมัก มักเป็นสาเหตุให้เกิดการสูญเสียของโปรตีนและทำให้ค่าเอือเอยเพิ่มขึ้น (Lewishybrids.com, 2018)

ตารางที่ 11 อิทธิพลร่วมกันระหว่างกระถินและหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักที่อัตราส่วนและอายุการเก็บรักษาต่าง ๆ กันที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ NDF

อัตราส่วน กระถิน:เนเปียร์	อายุเก็บรักษา (วัน)				เฉลี่ย
	21	51	81	111	
100:0	51.16 ^c	51.19 ^c	51.80 ^c	54.02 ^c	52.04
75:25	56.94 ^b	57.84 ^b	59.12 ^b	65.12 ^b	59.76
50:50	58.32 ^b	59.63 ^b	60.20 ^b	65.86 ^{ab}	61.00
25:75	65.94 ^a	66.94 ^a	67.53 ^a	68.79 ^a	67.30
เฉลี่ย	58.09	58.88	59.66	63.45	

- ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแต่ละแถว แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$

- เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าตัวเลขแนวนอนโดย $LSD_{0.05} = 4.07$

ตารางที่ 12 อิทธิพลร่วมกันระหว่างกระถินและหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักที่อัตราส่วนและอายุการเก็บรักษาต่าง ๆ กันที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ ADF

อัตราส่วน กระถิน:เนเปียร์	อายุเก็บรักษา (วัน)				เฉลี่ย
	21	51	81	111	
100:0	39.01 ^b	40.16 ^c	40.91 ^b	41.47 ^b	40.39
75:25	41.81 ^{ab}	42.94 ^b	43.17 ^b	49.15 ^a	44.27
50:50	42.76 ^a	43.33 ^b	47.20 ^a	48.65 ^a	45.49
25:75	43.50 ^a	46.59 ^a	46.88 ^a	47.72 ^a	46.17
เฉลี่ย	41.77	43.26	44.54	46.75	

- ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแต่ละแถว แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$

- เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าตัวเลขแนวนอนโดย $LSD_{0.05} = 3.53$

ลิกนิน จากการทดลองพบว่าค่าลิกนินที่อัตราส่วน 100:0 อายุการเก็บรักษา 21 วัน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 12.63 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าลดลงตามอัตราส่วนที่ลดลงของกระถิน ซึ่งเป็นธรรมชาติของพืชตระกูลถั่วที่มีค่าลิกนินสูงกว่าพืชตระกูลหญ้า จากอิทธิพลร่วมกันระหว่างอัตราส่วนและอายุการเก็บรักษาของกระถินและหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักต่อค่าลิกนิน (ตารางที่ 13) พบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นค่าลิกนินของทุกอัตราส่วนจะมีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่อายุการเก็บรักษา 111 วัน อัตราส่วน 100: 0 มีค่าสูงสุด เท่ากับ 15.05 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ อัตรา 25:75 มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 11.35 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 13 อิทธิพลร่วมกันระหว่างกระถินและหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักที่อัตราส่วนและอายุการเก็บรักษาต่างๆกันที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ลิกนิน

อัตราส่วน กระถิน:เนเปียร์	อายุเก็บรักษา (วัน)				เฉลี่ย
	21	51	81	111	
100:0	12.63 ^a	12.81 ^b	13.31 ^a	15.05 ^a	13.45
75:25	12.08 ^a	13.66 ^a	13.99 ^a	14.17 ^a	13.48
50:50	8.32 ^b	11.02 ^c	11.60 ^b	11.76 ^b	10.60
25:75	7.86 ^b	8.17 ^d	8.46 ^c	11.35 ^b	8.96
เฉลี่ย	10.22	11.42	11.84	13.08	

- ตัวเลขที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในแต่ละแถว แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับ $P < 0.05$

- เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าตัวเลขแนวนอนโดย $LSD_{0.05} = 2.08$

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณภาพของกระถินสายพันธุ์กลาบริด้าร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 หมักในอัตราส่วนและอายุการเก็บรักษาต่างๆกัน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. กระถินสายพันธุ์กลาบริด้าหมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 ที่อัตราส่วน 50:50 มีคุณภาพระดับปานกลางที่อายุการเก็บรักษา 21 ถึง 81 วัน สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าอัตราส่วน 100:0 75:25 และ 25:75 ส่วนอัตราส่วน 25:75 เป็นอัตราส่วนที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากมีคุณภาพการหมักต่ำตั้งแต่ 21 วันแรก ที่ครบอายุการหมัก

2. อัตราส่วนของกระถินสายพันธุ์กลาบริด้าหมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 มีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการโดยเมื่ออัตราส่วนของกระถินลดลง มีผลทำให้ค่าโปรตีนลดลง ส่วนเยื่อใยชนิดต่างๆเพิ่มขึ้น

3. มีอิทธิพลร่วมกันของอัตราส่วนของกระถินสายพันธุ์กลาบริด้าหมักร่วมกับหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 กับอายุการเก็บรักษาต่อค่า NDF และ ADF อย่างชัดเจน โดยที่อัตราส่วน 75:25 พบว่า ค่า NDF และ ADF เมื่อเก็บรักษานาน 111 วัน มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าอัตราส่วนอื่นๆ จาก 56.94 และ 41.81 เปอร์เซ็นต์ เป็น 65.12 และ 49.15 เปอร์เซ็นต์

ข้อเสนอแนะ

การหมักพืชอาหารสัตว์ตระกูลถั่วร่วมกับตระกูลหญ้า ควรมีการจัดการให้ส่วนผสมก่อนหมักมีค่าวัตถุแห้ง และ WSC ที่เหมาะสม รวมทั้งขนาดของชิ้นส่วนพืชที่หั่น เพื่อป้องกันการเกิด Clostridial fermentation

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นางสาวจันทกานต์ อรณันท์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิเคราะห์อาหารสัตว์ และคุณวลัยกานต์ เจียมเจตจรรุญ หัวหน้ากลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชอาหารสัตว์ ที่กรุณาตรวจสอบและแก้ไข รายงานฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ทุกท่านที่ช่วยวิเคราะห์ ตัวอย่างและขอบคุณคณาจารย์ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์เพชรบุรี ที่ช่วยดูแลแปลงกระถินและหญ้าเนเปียร์ ปากช่อง 1 รวมทั้งการตัดและอัดลงถัง

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2547ก. ตารางคุณค่าทางโภชนาของวัตถุดิบอาหารสัตว์. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมปศุสัตว์. 2547ข. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมัก กองอาหารสัตว์. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กรมปศุสัตว์. 2547ค. มาตรฐานพืชอาหารสัตว์แห้ง กองอาหารสัตว์. เอกสารคำแนะนำ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- จันทกานต์ อรณันท์ ราไพร นามสีลี และสมพล ไวยปัญญา. 2552. ผลของการเสริมกระถินและกากน้ำตาลต่อ คุณภาพการหมักของทางปาล์มน้ำมัน. แหล่งที่มา : <http://req.dld.go.th:28080/research/index.jsp>. 5 มีนาคม 2562.
- ฉายแสง ไผ่แก้ว ศศิธร ถิ่นนคร กานดา นาคมนี และศรัณยา วรจิรวาณิช. 2548. การทดสอบและ คัดเลือกพันธุ์กระถินเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์, น. 28-47. ใน รายงานผลงานวิจัย กองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2548. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- อัครศักดิ์ พลบำรุง ฉายแสง ไผ่แก้ว จริยา บุญจรัสชะ และสมศักดิ์ เกาทอง. 2546. การศึกษากระถินพันธุ์ ด้านทานเพลี้ยไก่อฟ้า (ข) ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี, น. 215- 227. ใน รายงานผลงานวิจัย กองอาหารสัตว์ ประจำปี 2546. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล และบุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2525. คู่มือวิเคราะห์อาหารสัตว์. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่.
- บุญส่ง เลิศรัตนพงศ์ วิทยา สุมาลย์ วิโรจน์ ฤทธิ์ฤชัย และราไพร นามสีลี. 2555. การศึกษาคุณภาพของพืช หมักในถุงพลาสติกดำที่อายุการเก็บรักษาต่างๆ, น. 143-160. ในรายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนา อาหารสัตว์ ประจำปี 2555. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- แพรวพรรณ เครือมังกร สัมพันธ์ มาศโอสธ และอุดร ศรีแสง. 2549. คุณภาพของหญ้าแพงโกล่าผสม ถั่วท่าพระสไตโลหมักในสัดส่วนต่างๆ, น. 138-151. ในรายงานผลงานวิจัย กองอาหารสัตว์ ประจำปี 2549. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

- เมธา วรรณพัฒน์. 2533. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ห้างหุ้นส่วนจำกัดฟีนีฟับลิชชิ่ง กรุงเทพมหานคร.
- วารุณี พานิชผล. 2548. เทคนิคการทำฟีดอาหารสัตว์หมัก. กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์และฟีดอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมศุลกากร.
- สายซิม แสงโชติ ทิพา บุญยะวิโรจ และนวลมณี กาญจนพิบูลย์. 2535. คุณค่าทางโภชนาการของยอดอ้อยหมักผสมใบกระถินในอัตราต่างๆกัน, น. 101-116. ในรายงานผลงานวิจัย กองอาหารสัตว์ ประจำปี 2535. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- สำนักพัฒนาอาหารสัตว์. 2558. ฐานเนเปียร์ปากช่อง 1. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. แหล่งที่มา : <http://nutrition.dld.go.th/nutrition/index.php/using-joomla/132-2015-08-06-07-46-16/435-1>. 5 มีนาคม 2562.
- Alan G. Kaiser, John W. Piltz, Helen M. Burns and Neil W. Griffiths. 2004. Successful Silage. Publications Manager NSW Department of primary Industries Locked Bag21 Orange, NSW, 2800
- Angthong, Wanna, Boonlom Cheva-Isarakul, Somkid Promma and Boonserm Cheva-Isarakul. 2007. Beta-carotene, mimosine and quality of Leucaena silage kept at different duration. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 41: 282-287.
- AOAC. 201 6 . Official Methods of Analysis. Association of Official Analysis Chemist, Inc. Washington, D.C., USA.
- Dubois, M., K. A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebers and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. J. Anal. Chem, 28(3): 350-356.
- ISO. 2009. ISO 5983-2 Animal feeding stuffs-Determination of nitrogen content and calculation of Crude protein content-Part2: Block digestion and steam distillation method. International Organization for Standardization. Switzerland.
- Jones, C.M., A. J. Heinrichs, G. W. Roth and V. A. Ishler. 2004. From Harvest to Feed: Understanding Silage Management. College of Agricultural Sciences Agricultural Research and Cooperative Extension. The Pennsylvania State University. Available source: https://extension.psu.edu/downloadable/download/sample/sample_id/1722/. March 5, 2019.
- Kung, Limin and Randy Shaver. 2001. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. Focus on Forage 3(13): 20-28. Available source: <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2014/01/Fermentation.pdf>. March 5, 2019.

- Lewishybrids.com. 2018. Maintain silage quality and inventory. Available source :<https://www.lewishybrids.com/en-us/agronomy-library/maintain-silage-quality.html>. March 5, 2019.
- McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.J.E. (1991) The Biochemistry of Silage. 2nd Edition, Chalcomb Publ., 3 Marlow.
- Moharrery, A. 2007. The determination of buffering capacity of some ruminant's feedstuffs and their cumulative effects on TMR ration. American Journal of Animal and Veterinary Sciences. 2(4): 72-78. Available source: <https://pdfs.semanticscholar.org/745f/5d603568d87201c0f0624fb6b66b40a01af6.pdf>. March 5, 2019.
- Panyasak, Arthit and Sornthep Tumwasorn. 2015. Effect of moisture content and storage time on sweet corn waste silage quality. WalailakJ Sci & Tech. 12(3): 237-243.
- Stone, W. C. and Larry E. Chase. 2019. Dealing with problem silage: Focus on Clostridium. Available source: https://www.researchgate.net/publication/237784907_DEALING_WITH_PROBLEM_SILAGES_FOCUS_ON_CLOSTRIDIUM. March 5, 2019.
- Teagasc. 2017. Quality grass silage for dairy and beef production systems. Agriculture and Food Development Authority. Available source: <https://www.teagasc.ie/publications/2016/quality-grass-silage-for-dairy-and-beef-production-systems.php>. February 20, 2019.
- Undersander, Dan and David R. Mertens. 1993. Forage Analysis Procedures. National Forage Testing Association. Available source: <http://foragetesting.org/lab-procedures>. February 20, 2019.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การประเมินคุณภาพของพืชหมักจากลักษณะทางกายภาพ (ที่มา : กรมปศุสัตว์, 2547ค)

ลักษณะทางกายภาพ		
1.กลิ่น	-หอมคล้ายกลิ่นผลไม้ดองหรือน้ำส้มสายชู	12 คะแนน
	-ไม่หอม มีกลิ่นฉุนเล็กน้อย	8 คะแนน
	-มีกลิ่นฉุนมาก และเหม็นเล็กน้อย	4 คะแนน
	-เหม็นเน่า หรือมีกลิ่นรา	0 คะแนน
2.สี	-เหลืองอมเขียว หรือสีจาง	3 คะแนน
	-เขียวอมเหลือง หรือเขียวเข้ม	2 คะแนน
	-น้ำตาลทอง	1 คะแนน
	-น้ำตาลเข้ม หรือดำ	0 คะแนน
3.เนื้อพืชหมัก	-แน่น มีส่วนใบและลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม	4 คะแนน
	-แน่น ส่วนใบและลำต้นเปื่อยยุ่ยเล็กน้อยสิ้นเป็นเมือก	2 คะแนน
	-แน่น ส่วนใบและลำต้นเปื่อยยุ่ยมาก	1 คะแนน
	-ละเป็นเมือก	0 คะแนน
4.pH	-(3.5-4.2)	6 คะแนน
	-(4.4-4.7)	4 คะแนน
	-(4.7-5.1)	2 คะแนน
	-(>5.1)	0 คะแนน

หมายเหตุ	คะแนนรวม	ชั้นคุณภาพ
	20-25	ดีมาก
	15-19	ดี
	6-14	ปานกลาง
	0-5	พอใช้

ตารางผนวกที่ 2 การประเมินคุณภาพของพืชหมักจากปริมาณกรดแลกติก กรดอะซีติก และกรดบิวทีริก
(ที่มา: กรมปศุสัตว์, 2547ค)

กรดแลกติก (%ของกรดทั้งหมด)	คะแนน	กรดอะซีติก (%ของกรดทั้งหมด)	คะแนน	กรดบิวทีริก (%ของกรดทั้งหมด)	คะแนน
0-25	0	0-15	20	0-1.5	50
25.1-30	2	15.1-20	18	1.6-3.0	30
30.1-34	4	20.1-24	16	3.1-4.0	20
34.1-38	6	24.1-28	13	4.1-6.0	15
38.1-42	8	28.1-32	10	6.1-8.0	10
42.1-46	10	32.1-36	7	8.1-10.0	9
46.1-50	12	36.1-40	4	10.1-12.0	8
50.1-54	14	40.1-45	2	12.1-14.0	7
54.1-58	16	45.1-50	0	14.1-16.0	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	ชั้นคุณภาพ
	81-100	ดีมาก
	61-80	ดี
	41-60	ปานกลาง
	21-40	พอใช้
	0-20	ต่ำ

การทดสอบการใช้ข้าวโพดพร้อมฝักหมักเป็นอาหารหยาบหลักในสูตรอาหารผสมครบส่วน สำหรับโครีดนมในสหกรณ์โคนมพื้นที่จังหวัดสระบุรี

ธนวงศ์ วงศ์เนียม^{1/} อัครวิน สายเชื้อ^{1/} จิรายุส เข้มสวัสดิ์^{2/}

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ข้าวโพดพร้อมฝักหมักเป็นอาหารหยาบหลักในสูตรอาหารผสมครบส่วน (TMR) ที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพน้ำนมของแม่โครีดนม ตลอดจนต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยใช้แม่โครีดนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรียเซียน (Holstein Friesian) สายเลือดไม่ต่ำกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ ที่อยู่ในระยะกลางของการให้นม (Mid Lactation) และอยู่ในช่วงการให้นม (Lactation) ที่ 1-4 จำนวน 12 ตัว ปริมาณผลผลิตน้ำนมอยู่ในช่วง 14-16 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ทำการแบ่งโคออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 6 ตัว โดยกลุ่มที่ 1 ให้โคกินอาหารแบบแยกส่วนตามวิธีการเดิมของเกษตรกร กลุ่มที่ 2 ให้โคกินอาหารผสมครบส่วนที่มีข้าวโพดพร้อมฝักหมักเป็นอาหารหยาบหลักสูตรโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ แบบเต็ม (ad Libitum) ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 180 วัน ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยการเลี้ยงโคนม สหกรณ์โคนมมวกเหล็ก จำกัด อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี

ผลการทดลองพบว่า โคกลุ่มที่ 2 ที่ใช้ข้าวโพดพร้อมฝักหมักเป็นอาหารหยาบหลักในสูตรอาหารผสมครบส่วน มีปริมาณน้ำนมสูงกว่าโคกลุ่มที่ 1 ที่กินอาหารแบบแยกส่วน มีปริมาณน้ำนมเฉลี่ยเท่ากับ 15.20 และ 14.80 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ และมีปริมาณน้ำนมที่ปรับ 4%fat-3.3% milk protein (FPCM) มีค่าเท่ากับ 17.10 และ 13.70 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ และพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมของโคกลุ่มที่ 2 มีค่าไขมันนม โปรตีน ของแข็งไม่รวมไขมัน ของแข็งในน้ำนมเฉลี่ยเท่ากับ 5.14 3.21 8.80 และ 13.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าโคกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.56 2.99 8.45 และ 12.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ค่าน้ำตาลแลคโตสในน้ำนมของโคกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าโคกลุ่มที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนต้นทุนค่าอาหารของโคกลุ่มที่ 2 สูงกว่าโคกลุ่มที่ 1 เฉลี่ยเท่ากับ 151.20 และ 142.50 บาทต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณารายได้จากการจำหน่ายน้ำนม พบว่าผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าอาหารของโคกลุ่มที่ 2 สูงกว่าโคกลุ่มที่ 1 เฉลี่ยเท่ากับ 137.60 และ 123.90 บาทต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ หรือคิดเป็นผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม เท่ากับ 9.08 และ 8.37 บาท ตามลำดับ

คำสำคัญ : ข้าวโพดพร้อมฝักหมัก อาหารผสมครบส่วน

เลขทะเบียนวิชาการ : 62(2)-0214-070

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์จังหวัดนครราชสีมา อำเภอบางขัน จังหวัดนครราชสีมา

^{2/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

The Study of using corn silage as main roughages in total mixed ration for dairy cow in dairy cooperation of Saraburi area

Thanawong Wongniam^{1/} Autawin Saichuer^{1/} Jirayut Khemsawat^{2/}

Abstract

The objective was aimed to study on using corn silage as main roughages in total mixed ration (TMR), and it's affects on to quantity of milk, quality of milk, milk production cost and economic returns. Twelve dairy cows with mid lactation stage, 1st – 4th lactation stage and 14 – 16 kilogram of milk /cow/day, were selected to examined. They were divided into 2 group (six dairy cows/group). Group 1 was fed with separated feed following to conventional feeding by farmer. Group 2 was ad libitum fed with corn silage-TMR, both feed contained protein 16% protein. The experiment was conduct in 180 days at Muaklek dairy cow cooperative, Saraburi province.

The result showed that corn silage-TMR effected to increase quantity and quality of milk, leading to get more economic returns. Group 2 and group 1 showed quantity of milk average 15.20 and 14.80 kilogram/cow/day, and quantity of milk adjusting to 4%fat-3.3% milk protein (FPCM) average 17.10 and 13.70 kilogram/cow/day, respectively. Chemical component of milk obtained from group 2 showed more value than group 1; group 2 showed fat 5.14%, protein 3.21%, solid not fat 8.80% and total solid 13.87%. while group 1 showed fat 3.56%, protein 2.99%, solid not fat 8.45% and total solid 12.03%. Lactose obtained from group 1 and group 2 showed that 4.62 and 4.57%, respectively. Cost, income, economic returns and profit were compared between group 1 and group 2; cost showed 151.20 and 142.50 bath/cow/day, economic returns showed 137.60 and 123.90 bath/cow/day, and profit showed 9.08 and 8.37 bath/kilogram of milk, respectively.

Keywords : corn silage, total mixed ration

Registered No. : 62(2)-0214-070

^{1/} Nakhonratchasima Animal Nutrition research and development center, Pak Chong, Pak Chong, Nakhon Ratchasima.

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

คำนำ

ปัจจุบันโคนมที่เลี้ยงในประเทศไทยได้รับการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์จนมีความสามารถในการให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มมากขึ้น การให้อาหารแก่แม่โครีดนมจึงต้องคำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาที่เหมาะสมในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของสัตว์ ทั้งนี้เพื่อให้แม่โคสามารถนำสารอาหารต่างๆ ไปผลิตเป็นน้ำนมได้ตามศักยภาพของสายพันธุ์ วิธีการให้อาหารแก่แม่โครีดนมที่ถูกต้องและเหมาะสมมีความสำคัญอย่างมากต่อปริมาณโภชนาที่ได้รับซึ่งมีผลต่อการให้ผลผลิตน้ำนม คุณภาพน้ำนม สุขภาพแม่โค และการลดต้นทุนค่าอาหาร แนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของอาหารชั้นและอาหารหยาบ โดยการใช้อาหารแบบผสมครบส่วน (total mixed rations, TMR) เลี้ยงแม่โครีดนมทำให้แม่โคได้รับโภชนาเพียงพอต่อความต้องการอย่างสม่ำเสมอทำให้ได้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้น อีกทั้งมีไขมัน (fat) และของแข็งไม่รวมไขมัน (solid-not-fat, SNF) ในน้ำนมเพิ่มขึ้น (Owen, 1984)

ข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบที่มีคุณภาพดีเหมาะกับการนำมาใช้เลี้ยงโครีดนม โดยช่วงการตัดที่เหมาะสมในการตัดทำข้าวโพดเพื่อการหมัก คือ ระยะที่เมล็ดเป็นแป้งประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ สังเกตจากเส้นน้ำนมที่อยู่ประมาณกึ่งกลางเมล็ด เมื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทดสอบการย่อยได้ในโคนมแห้ง พบว่า ข้าวโพดหมักมีวัตถุแห้ง 30.06 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีน 7.92 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุแห้ง มีการย่อยได้ของโภชนาส่วนใหญ่มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าโภชนาย่อยได้รวม (TDN) 65.22 เปอร์เซ็นต์ (บุญล้อม และคณะ, 2544) ซึ่งถือว่าเป็นพืชอาหารหยาบที่มีคุณภาพสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชอาหารหยาบชนิดอื่น จากผลการสำรวจข้อมูลการเลี้ยงโคนมของฟาร์มเกษตรกรสมาชิกสหกรณ์โคนมมวกเหล็ก จำกัด อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมให้อาหารแบบแยกส่วนและให้อาหารหยาบตามสภาพที่หาได้ในแต่ละฤดูกาล มีอาหารชั้นเสริมวันละ 1-2 ครั้ง ซึ่งการให้อาหารแบบแยกส่วนนี้นอกจากไม่สามารถควบคุมปริมาณและคุณภาพของอาหารได้แล้ว (เนื่องจากคุณค่าทางอาหารของอาหารหยาบมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา) ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนและการย่อยได้ การใช้อาหารผสมครบส่วนจะช่วยให้โคได้รับอาหารที่มีความสม่ำเสมอทั้งในแง่ของปริมาณและคุณภาพของอาหารซึ่งจะช่วยควบคุมความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะรูเมนให้สม่ำเสมอและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงทำการทดสอบใช้ข้าวโพดพร้อมฝักหมักเป็นอาหารหยาบหลักในสูตรอาหารผสมครบส่วน เพื่อศึกษาผลผลิตคุณภาพและต้นทุนการผลิตน้ำนมโคเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารผสมครบส่วนที่มีข้าวโพดหมักเป็นอาหารหยาบหลักเปรียบเทียบกับวิธีการให้อาหารแบบแยกส่วนของเกษตรกร ในศูนย์วิจัยการเลี้ยงโคนมสหกรณ์โคนมมวกเหล็ก อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี และเป็นการพัฒนาฟาร์มต้นแบบการใช้อาหารผสมครบส่วนเลี้ยงโคนมในพื้นที่ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ดำเนินการทดสอบที่ศูนย์วิจัยการเลี้ยงโคนม สหกรณ์โคนมมวกเหล็ก จำกัด ต.หนองย่างเสือ อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี ระหว่าง เดือน ตุลาคม 2560 ถึง มิถุนายน 2561

การเตรียมสัตว์ทดลอง

คัดเลือกแม่โครีดนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียน (Holstein Friesian) สายเลือดไม่ต่ำกว่า 75 เปอร์เซนต์ จำนวน 12 ตัว ซึ่งเป็นแม่โครีดนมที่ให้ผลผลิตน้ำนมอยู่ในช่วง 14-16 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน อยู่ในระยะกลางของการให้นม (Mid Lactation) และอยู่ในช่วงการให้นม (Lactation) ที่ 1-4 โดยแบ่งโคออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 6 ตัว โดยเลี้ยงโคแต่ละกลุ่มในคอกรวมที่มีอ่างน้ำและแร่ธาตุก่อนมีไว้ให้โคสามารถเลือกกินได้ตลอดเวลา ทำการปรับสัตว์เป็นระยะเวลา 14 วัน เพื่อให้สัตว์ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของคอกทดลองและอาหารทดลอง และทำการทดลองเป็นระยะเวลา 180 วัน (รวมระยะเวลาปรับสัตว์และทดลอง 194 วัน) โคทั้ง 2 กลุ่ม จะได้รับอาหารที่แตกต่างกัน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ให้โคกินอาหารข้นและอาหารหยาบตามวิธีการเดิม

กลุ่มที่ 2 ให้โคทดลองกินอาหารผสมครบส่วนสูตรโปรตีน 16 เปอร์เซนต์ แบบเต็มที่

อาหารและการให้อาหารทดลอง

โคทดลองกลุ่มที่ 1 ให้กินอาหารแบบแยกส่วนระหว่างอาหารข้นและอาหารหยาบโดยใช้สูตรตามเดิมของสหกรณ์ ซึ่งแบ่งการให้อาหารข้นออกเป็น 2 มื้อ ให้ในเวลา 8.00 น. และ 15.00 น. โดยใน 1 มื้อจะให้อาหารข้นโปรตีน 16 เปอร์เซนต์ จำนวน 5 กิโลกรัม กากถั่วเหลือง 0.5 กิโลกรัม กากเปียร์สด 2.5 กิโลกรัม และแร่ธาตุ 0.05 กิโลกรัม สำหรับอาหารหยาบ ได้แก่ ฟางข้าว ให้กินระหว่างมื้อของอาหารข้นจำนวนตัวละ 4.9 กิโลกรัมต่อวัน ส่วนอาหารทดลองสำหรับโคกลุ่มที่ 2 ให้กินอาหารผสมครบส่วนโดยใช้ต้นข้าวโพดพร้อมฝักหมักเป็นอาหารหยาบหลักโดยคำนวณสูตรอาหารผสมครบส่วนโครีดนมโปรตีน 16 % ให้กินแบบเต็มที่ (ad libitum) โดยแบ่งให้กินวันละ 2 มื้อในเวลา 9.00 น. และ 15.00 น. บันทึกปริมาณและส่วนผสมตัวอย่างอาหารที่ให้และอาหารเหลือแต่ละวันในเช้าวันถัดไป เพื่อเก็บข้อมูลปริมาณอาหารที่กินในแต่ละวัน รายละเอียดสูตรอาหารทั้ง 2 สูตร แสดงในตารางที่ 1

วัตถุดิบอาหาร	ปริมาณที่ใช้ในสูตร (กก.น้ำหนักสด)	
	อาหารแบบแยกส่วน	อาหารผสมครบส่วน
ข้าวโพดอายุ 85 วัน หมัก	-	83.70
ฟางข้าว	23.70	-
อาหารข้นโปรตีน 20 %	-	9.99
อาหารข้นโปรตีน 16 %	47.39	-
กากถั่วเหลือง 44 % CP	4.74	5.75

กากเบียร์สด	23.70	-
แร่ธาตุรวม	0.47	0.56
รวม	100.00	100.00

ตารางที่ 1 แสดงสูตรอาหารแบบแยกส่วน และอาหารผสมครบส่วนสูตรโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์

องค์ประกอบทางเคมีจากการคำนวณ (%)	อาหารแบบแยกส่วน	อาหารผสมครบส่วน
วัตถุดิบแห้ง (DM)	72.3	35.30
โปรตีน (CP)	15.28	16.10
โภชนะย่อยได้รวม (TDN)	60.92	73.00
NDF	27.73	38.64
ADF	15.95	19.71

การเก็บข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

ทำการบันทึกปริมาณน้ำนมโคตลอดระยะเวลาทดลองทุกวัน และคำนวณปริมาณน้ำนมปรับมาตรฐานที่ 4%fat-3.3% milk protein (Fat-Protein corrected milk, FPCM) ตามสมการ FAO (2010) ดังนี้

$$\text{FPCM (kg.)} = \text{raw milk (kg.)} \times [0.337 + (0.116 \times \% \text{fat}) + (0.06 \times \% \text{protein})]$$

สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนมโคสัปดาห์ละ 1 ครั้ง สำหรับศึกษาองค์ประกอบของน้ำนม ได้แก่ ค่าของแข็งในน้ำนมรวม (Total Solid, TS) ของแข็งในน้ำนมไม่รวมไขมัน ไขมัน โปรตีน และน้ำตาลแลคโตส (Lactose)

บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือในแต่ละวันเพื่อดูการกินได้เฉลี่ยต่อวัน และเพื่อนำค่าน้ำหนักตัวที่ได้มาคำนวณหาปริมาณการกินได้ในหน่วยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว (%BW) และสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่ใช้ในการทดลองเพื่อนำตัวไปวิเคราะห์หา วัตถุดิบแห้ง (Dry Matter, DM) โปรตีน (Crude Protein, CP) ไขมัน (Ether Extract, EE) เถ้า (Ash) ตามวิธีของ AOAC (1998) วิเคราะห์หาเยื่อใยในรูปผนังเซลล์ (Neutral Detergent Fiber, NDF) ลิกโนเซลลูโลส (Acid Detergent Fiber, ADF) และลิกนิน (Acid Detergent Lignin, ADL) ตามวิธีของ Van Soest *et al.* (1991)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้วิธีสถิติแบบพรรณนาและแสดงข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ย

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง พบว่าอาหารแบบแยกส่วนและอาหารผสมครบส่วน มีค่าวัตถุดิบแห้ง เท่ากับ 65.90 และ 37.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนรวม มีค่าเท่ากับ 15.57 และ 16.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โภชนะย่อยได้รวมมีค่าเท่ากับ 67.50 และ 72.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3) สำหรับปริมาณผนังเซลล์ของอาหารแบบแยกส่วนและอาหารผสมครบส่วน มีค่าเท่ากับ 41.02 และ 39.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณลิกโน-เซลลูโลส มีค่าเท่ากับ 25.27 เปอร์เซ็นต์ และ 20.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับ Mertents (1992) ซึ่งศึกษาอิทธิพลของสัดส่วนอาหารต่อผลผลิตในกระเพาะหมัก พบว่า ระดับของผนังเซลล์ที่เหมาะสมสำหรับโครีดนมอยู่ในช่วง 34-45 เปอร์เซ็นต์ และลิกโน-เซลลูโลสที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 20-27 เปอร์เซ็นต์ มีความใกล้เคียงกับการทดลองของกันยารัตน์ (2545) ที่นำข้าวโพดหมักมาเป็นวัตถุดิบอาหารหยาบหลักในอาหารผสมครบส่วน (TMR) เลี้ยงแพะ พบว่า ค่าโภชนะย่อยได้รวมในอาหารมีค่าสูงกว่าอาหารผสมครบส่วนที่ใช้หญ้าเนเปียร์หมักเป็นอาหารหยาบหลัก คือ 69.7 และ 62.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และบุญล้อม (2544) รายงานว่าข้าวโพดหมักมีวัตถุดิบแห้ง 30.06 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีน 7.92 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบแห้ง มีการย่อยได้ของโภชนะส่วนใหญ่มากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าโภชนะย่อยได้รวม (TDN) 65.22 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าข้าวโพดเป็นพืชอาหารหยาบที่มีคุณภาพสูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชอาหารหยาบชนิดอื่น

ตารางที่ 3 แสดงผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีจากการวิเคราะห์ (% of Dry matter basis)	อาหารแบบแยกส่วน	อาหารผสมครบส่วน
วัตถุแห้ง (DM)	65.90	37.38
โปรตีน (CP)	15.57	16.10
โภชนะย่อยได้รวม (TDN)	67.50	72.47
NDF	41.02	39.77
ADF	25.27	20.45

- ค่า TDN = $93.53 - (1.03 \times \text{ADF})$ อ้างอิงจาก R. S. Adams (1994)

ปริมาณอาหารที่กินได้

โคทดลองทั้ง 2 กลุ่มมีปริมาณอาหารที่กินได้ใกล้เคียงกัน โดยโคกลุ่มที่ 1 กินอาหารแบบแยกส่วน มีปริมาณอาหารที่กินได้ 21 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน คิดเป็นน้ำหนักแห้งเท่ากับ 13.84 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน และคิดเป็น 3.08 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ส่วนโคกลุ่มที่ 2 กินอาหารผสมครบส่วนมีปริมาณอาหารที่กินได้ 36 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน คิดเป็นน้ำหนักแห้ง 13.46 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน และคิดเป็น 2.99 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว สำหรับแม่โคริตนมตามคำแนะนำของ NRC (2001) ซึ่งแนะนำให้โคที่มีน้ำหนัก 450 กิโลกรัม ปริมาณน้ำนม 15 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน จะต้องได้รับโปรตีนวันละ 1,691 กรัมต่อวัน และโภชนะย่อยได้รวม 8,250 กรัมต่อวัน เมื่อคำนวณจากปริมาณการกินได้ของโคทดลองพบว่า โคที่กินอาหารแบบแยกส่วนและโคที่กินอาหารผสมครบส่วนจะได้รับโปรตีนวันละ 2,154 และ 2,167 กรัม ตามลำดับ และได้รับโภชนะย่อยได้รวม วันละ 9,342 และ 9,754 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ซึ่งโคได้รับในปริมาณสูงกว่าความต้องการ

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณอาหารที่กินได้และโภชนะที่ได้รับ

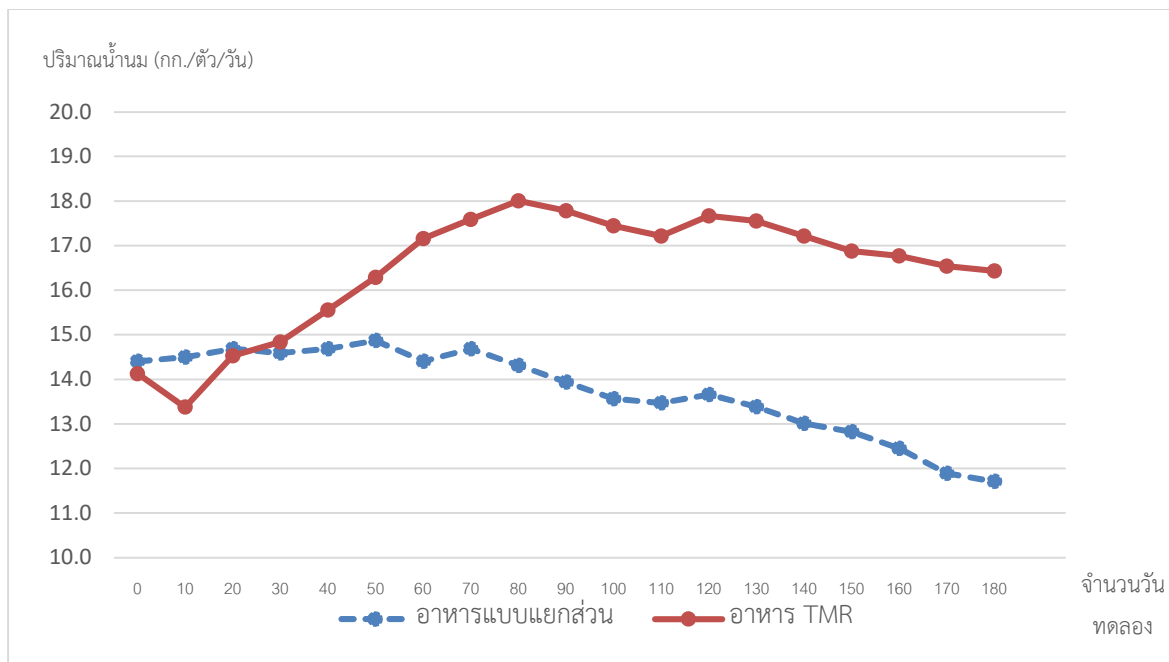
รายการ	อาหารแบบแยกส่วน	อาหารผสมครบส่วน
ปริมาณอาหารที่กินได้ เฉลี่ย (กก./ตัว/วัน)		
- น้ำหนักสด	21	36
- น้ำหนักแห้ง	13.84	13.46
- สัดส่วน R:C	30 : 70	58 : 42
ปริมาณการกินได้น้ำหนักตัว (%น้ำหนักตัว)	3.08	2.99
ปริมาณโปรตีนที่ได้รับ (กรัม/ตัว/วัน)	2,154	2,167
ปริมาณโภชนะย่อยได้รวม (TDN) ที่ได้รับ (กรัม/ตัว/วัน)	9,342	9,754

ปริมาณผลผลิตน้ำนม

ผลการทดลองพบว่า โคกลุ่มที่ได้รับอาหารแยกส่วนและกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมครบส่วน มีปริมาณผลผลิตน้ำนมเฉลี่ยตลอดระยะเวลาทดลองแตกต่างกัน คือ 14.8 และ 15.2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ปริมาณน้ำนมที่ปรับมาตรฐานที่ 4 %fat-3.3 %milk protein (FPCM) มีค่าเท่ากับ 13.7 และ 17.1 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ซึ่งโคกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนมีผลผลิตน้ำนมมากกว่า และคงทนในระยะยาวดังกราฟที่แสดงในรูปภาพที่ 1 เนื่องจากการให้อาหารหยাবแยกจากอาหารข้น ทำให้ pH ในกระเพาะรูเมนเกิดความผันแปรมากตลอดเวลา ซึ่งมีผลกระทบต่อชนิดปริมาณและสุขภาพของ จุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ในการหมักย่อยอาหาร ทำให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารของโคลดลงมีผลต่อสุขภาพ ความสมบูรณ์พันธุ์และประสิทธิภาพการผลิต ส่วนโคได้รับอาหารผสมครบส่วน ซึ่งมีอาหารหยাবและอาหารข้นผสมรวมกัน ซึ่งการให้อาหารแบบนี้จะช่วยทำให้สภาพภายในกระเพาะหมักของโคค่อนข้างสม่ำเสมอ มีระดับ pH ที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 6.0- 6.5 ทำให้มีประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงขึ้น (จินดา, 2541) สอดคล้องกับผลการทดลองของโสภณและคณะ (2544) พบว่า การใช้เปลือกสับปะรดในอาหารผสมครบส่วนเลี้ยงโครีดนมทำให้โคกินอาหารได้มากขึ้น และให้ปริมาณน้ำนมสูงกว่าโคที่กินอาหารแบบแยกส่วนโดยใช้เปลือกสับปะรดเสริมด้วยอาหารข้น

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณผลผลิตน้ำนมโคที่ได้รับอาหารรูปแบบต่างกัน

รายการ	อาหารแบบแยกส่วน	อาหารผสมครบส่วน	ผลต่าง	เปอร์เซ็นต์
ปริมาณน้ำนม กก./ตัว/วัน	14.8	15.2	+0.4	+2.70
ปริมาณน้ำนมปรับค่าFPCM กก./ตัว/วัน	13.7	17.1	+3.4	+24.82



ภาพที่ 1 กราฟแสดงปริมาณน้ำนมที่ปรับมาตรฐานที่ 4 %fat-3.3 %milk protein (FPCM) ของโคทดลอง

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม

โคที่ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่มีข้าวโพดพร้อมฝักหมักเป็นอาหารหลัก มีองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมคุณภาพดีกว่าโดยเฉพาะค่าของแข็งในน้ำนม ของแข็งไม่รวมไขมัน โปรตีน และไขมันนม ซึ่งมีค่า 13.87 8.80 3.21 และ 5.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่ากลุ่มโคที่กินอาหารแบบแยกส่วน ซึ่งมีค่าของแข็งในน้ำนม ของแข็งไม่รวมไขมัน โปรตีน และไขมันนม เท่ากับ 12.03, 8.45, 2.99 และ 3.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีเพียงค่าแลคโตสในน้ำนมของโคที่กินอาหารแบบแยกส่วนสูงกว่าโคที่กินอาหารผสมครบส่วนเพียงเล็กน้อย คือมีค่าเท่ากับ 4.62 และ 4.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 6) เนื่องจากการให้อาหารผสมครบส่วนทำให้สภาวะความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักมีความสมดุล จึงทำให้จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในกระเพาะหมักที่มีทั้งจุลินทรีย์กลุ่มที่ช่วยย่อยอาหารหยาบและช่วยย่อยอาหารชั้น ช่วยกันทำงานได้อย่างเต็มที่ ซึ่งแตกต่างจากการให้อาหารแบบแยกส่วนที่จ่ายอาหารชั้นกับอาหารหยาบคนละครั้ง จะทำให้เมื่อจ่ายอาหารชั้นจุลินทรีย์กลุ่มที่ช่วยย่อยอาหารชั้นจะเจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว ทดแทนกลุ่มช่วยย่อยอาหารหยาบซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการย่อยอาหารหยาบลดลง การให้อาหารแบบแยกส่วน จึงทำให้จุลินทรีย์และโคต้องปรับตัวอยู่ตลอดเวลา ต่างกับการให้อาหารผสมครบส่วนที่จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักมีการเจริญเติบโตได้อย่างปกติ ทำให้สามารถผลิตสารตั้งต้นที่จะไปสร้างไขมันนม และโปรตีนในน้ำนมได้เพิ่มมากขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งช่วยให้เซลล์สังเคราะห์น้ำนมสามารถนำสารตั้งต้นมาใช้สังเคราะห์องค์ประกอบน้ำนมได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงมีผลทำให้องค์ประกอบน้ำนมเพิ่มสูงขึ้น (วิโรจน์, 2559) สอดคล้องกับสันติและคณะ (มปป.) รายงานว่า จากการปรับเปลี่ยนวิธีการให้อาหารจากเดิมแบบแยกส่วนมาเป็นการให้อาหารในรูปแบบอาหารผสมครบส่วนเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่า ค่าองค์ประกอบทางเคมี

ในน้ำมัน ได้แก่ ไขมัน เพิ่มขึ้นจาก 3.15 เปอร์เซ็นต์ เป็น 3.50 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนในน้ำมันเพิ่มจาก 3.03 เป็น 3.45 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาลแลคโตสเพิ่มขึ้นจาก 4.98 เปอร์เซ็นต์ เป็น 5.00 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งไม่รวมไขมันเพิ่มขึ้นจาก 8.71 เปอร์เซ็นต์ เป็น 8.86 เปอร์เซ็นต์ และค่าของแข็งรวมในน้ำมัน เพิ่มขึ้นจาก 11.86 เปอร์เซ็นต์ เป็น 12.70 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 6 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมัน

องค์ประกอบ	อาหารแบบแยกส่วน	อาหารผสมครบส่วน	ผลต่าง	ผลต่าง (%)
ของแข็งในน้ำมัน (%)	12.03	13.87	+1.84	15.30
ไขมัน (%)	3.56	5.14	+1.58	44.38
ของแข็งไม่รวมไขมัน (%)	8.45	8.80	+0.35	4.14
โปรตีน (%)	2.99	3.21	+0.22	7.36
แลคโตส (%)	4.62	4.57	-0.05	1.08

ต้นทุนและผลตอบแทน

อาหารผสมครบส่วนมีราคาวัตถุดิบ 3.60 บาทต่อกิโลกรัม รวมค่าดำเนินการผลิตราคา 4.20 บาทต่อกิโลกรัม โคกินอาหารผสมครบส่วนกินอาหารวันละ 36 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน คิดเป็นต้นทุนค่าอาหาร 151.20 บาทต่อตัวต่อวัน แม่โคให้ผลผลิตน้ำมัน 15.2 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน จำหน่ายน้ำมันดิบคุณภาพดีได้ในราคา กิโลกรัมละ 19.00 บาท คิดเป็นเงิน 288.80 บาทต่อตัวต่อวัน ผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าอาหาร 137.60 บาทต่อวัน คิดเป็นกำไรต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม เท่ากับ 9.08 บาท สูงกว่าโคกลุ่มที่ให้กินอาหารแบบแยกส่วนที่มีต้นทุนค่าอาหาร 142.50 บาทต่อตัวต่อวัน ให้ผลผลิตน้ำมัน 14.8 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ขายน้ำมันตามคุณภาพน้ำมันได้ในราคา กิโลกรัมละ 18.00 บาท คิดเป็นเงิน 266.40 บาทต่อตัวต่อวัน ผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าอาหาร 123.90 บาทต่อตัวต่อวัน คิดเป็นกำไรต่อน้ำมัน 1 กิโลกรัม เท่ากับ 8.37 บาท (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ต้นทุนและผลตอบแทน

รายการ	อาหารแบบแยกส่วน	อาหารผสมครบส่วน
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว/วัน)	142.50	151.20
ราคาจำหน่ายน้ำมันดิบ (บาท/กก.)	18.00	19.00
รายได้จากการจำหน่ายน้ำมันดิบ (บาท/ตัว/วัน)	266.40	288.80
ผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว/วัน)	124	137.60

ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตน้ำนม 1 กก. (บาท)	9.66	9.93
ผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าอาหาร (บาท/น้ำนม 1 กก.)	8.37	9.08

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบการใช้ข้าวโพดพร้อมฝักหมักเป็นอาหารหยาบหลักในสูตรอาหารผสมครบส่วนสำหรับโครีดนมสรุปได้ว่า การให้โคกินอาหารผสมครบส่วน ทำให้น้ำนมมีคุณภาพดีขึ้นกว่าการให้อาหารแบบแยกส่วน โดยมีค่าองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม ได้แก่ ไขมัน โปรตีน และของแข็งในน้ำนม สูงกว่าโคที่กินอาหารแบบแยกส่วน ถึงแม้ว่าปริมาณผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่มีแนวโน้มให้ผลผลิตได้คงทนและรักษาระดับปริมาณน้ำนมได้นานกว่า ส่วนด้านผลตอบแทนจากการจำหน่ายน้ำนมดิบโคที่ให้กินอาหารผสมครบส่วนให้ผลตอบแทนสูงกว่าโคที่ให้กินอาหารแบบแยกส่วน ดังนั้นจึงควรให้อาหารโคนมในรูปแบบอาหารผสมครบส่วน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สหกรณ์โคนมมวกเหล็ก จำกัด ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ โคทดลอง รวมทั้งเจ้าหน้าที่ในการเลี้ยงและเก็บข้อมูลการทดลอง ขอขอบคุณศูนย์วิจัยการผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพ จังหวัดสระบุรี ที่สนับสนุนการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในน้ำนม ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมาที่ช่วยเหลือวิเคราะห์คุณภาพอาหารในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- กันยารัตน์ ไชยเสน. 2545. การใช้ข้าวโพดหมักหรือหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบในอาหารผสมสำเร็จรูปสำหรับแพะ. แหล่งที่มา :<http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2010/6915>, วันที่สืบค้น 13 สิงหาคม 2561.
- จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา. 2541. อาหาร “TMR” กับการเลี้ยงโคนม-เนื้อ. เอกสารเผยแพร่โครงการเผยแพร่ความรู้และบริการด้านอาหารสัตว์ กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.
- วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2559. TMR ยุคใหม่โคนมไทย. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล สมคิด พรหมมา บุญเสริม ชีวะอิสระกุลและเสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ. 2544. การผลิตข้าวโพดหมักคุณภาพดีในเชิงพาณิชย์สำหรับสหกรณ์. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.
- บุญเสริม ชีวะอิสระกุล. 2543. รายงานความก้าวหน้า “โครงการผลิตและใช้ข้าวโพดหมักคุณภาพดีในสูตร

- อาหารผสมครบส่วนตามความต้องการโภชนะของโคให้นมสูง, น. 40 ครั้งที่ 3. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ.
- สันติ พรพิพัฒน์ศิริ วุฒิพันธุ์ เนตรวิชัย และจรูญโรจน์ จันทศิริ. (มปป.) ทดสอบการใช้ข้าวโพดหมักเป็นอาหาร หยาบหลักในการผสมอาหารผสมครบส่วนสำหรับโครีดนมในพื้นที่จังหวัดลำปาง.
- โสภณ ชินเวโรจน์ สมศักดิ์ เกาทอง และวิโรจน์ วนาสีทรชัยวัฒน์. 2544. การใช้อาหารผสมเสร็จที่มีเปลือกสับปะรด เป็นส่วนประกอบสำหรับโครีดนม, น. 246- 256 ใน รายงานผลงานวิจัย กองอาหารสัตว์ ประจำปี 2544. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- AOAC. 1998. Official Method of Analysis, 16th ed. Animal Feeds: Association of Official Analytical Chemists, VA, USA.
- FAO. 2010. Greenhouse Gas Emissions form the Dairy Sector, A Life Cycle Assessment. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition. 2001. NATIONAL ACADEMY PRESS. Washington, D.C., USA.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition, 2001. Washington, DC: The National Academies Press.
- Mertents, D.R. 1992. Nonstructural and structural carbohydrate. In Large Dairy Herd Management. H. H Van Horn and C. J. Wilcox, ed. American Dairy Science Association. Champaign, IL.
- Owen JB. 1984. Complete-diet feeding for cattle. Livest Prod Sci. 1984;11:269–285.
- R. S. Adams. 1994. Penn State professor emeritus of dairy science, for use in forage and feed-testing schemes.
- Van Soest, P., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods of dietary fiber, neutraldetergen fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.

ผลของการใช้ไขมันสำปะหลังหมักในสูตรอาหารผสมครบส่วนต่อสมรรถนะการผลิตของโครีดนม

ธนวงศ์ วงศ์เนียม^{1/} จิรายุส เข้มสวัสดิ์^{2/} อัครวิน สายเชื้อ^{1/}

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาผลของการใช้ไขมันสำปะหลังหมักในสูตรอาหารผสมครบส่วน (TMR) ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตน้ำนม และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจภายในฟาร์มโคนมของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอวังม่วง จังหวัดสระบุรี โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) ใช้แม่โครีดนมพันธุ์ลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียน ที่มีระดับสายเลือดไม่ต่ำกว่า 75 เปอร์เซนต์ อายุเฉลี่ย 4.2 ปี จำนวน 15 ตัว น้ำหนักตัวเฉลี่ย 505.87 ± 17.91 กิโลกรัม และจำนวนวันการให้น้ำนมเฉลี่ย 151.60 ± 15.16 วัน อยู่ในระยะกลาง (Mid-Lactation) แบ่งโคออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 5 ตัว ตามรูปแบบการให้อาหาร กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารแบบแยกส่วนซึ่งประกอบด้วย ข้าวโพดพร้อมฝักหมัก พางข้าว กากเปียร์สด ร่วมกับการเสริมด้วยอาหารข้น กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่มีไขมันสำปะหลังหมักเป็นส่วนประกอบ โดยให้กินเต็มที่ และกลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่มีไขมันสำปะหลังและหัวหมักเป็นส่วนประกอบ โดยให้กินเต็มที่ ทั้งนี้อาหารที่ใช้ในการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ต้องมีโปรตีนไม่น้อยกว่า 14 เปอร์เซนต์ และ โภชนะที่ย่อยได้รวมไม่น้อยกว่า 68 เปอร์เซนต์ จากนั้นทำการปรับสัตว์ทดลองเป็นระยะเวลา 14 วัน และทำการทดลองและเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 90 วัน โดยดำเนินการทดลองระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2562 ถึงเดือนพฤษภาคม 2562

จากผลการทดลอง พบว่า โคกลุ่มที่ 2 และ 3 มีปริมาณการกินได้ของอาหารคิดเป็นวัตถุดิบแห้ง (DM) โปรตีน (CP) และโภชนะที่ย่อยได้รวม (TDN) สูงกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อพิจารณาปริมาณผลผลิตน้ำนมดิบ (MY) และปริมาณของแข็งรวมในน้ำนม (TS) พบว่า โคกลุ่มที่ 2 (MY = 14.85 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ; TS = 12.37 เปอร์เซนต์) และโคกลุ่มที่ 3 (MY = 15.01 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ; TS = 12.52 เปอร์เซนต์) ให้ผลผลิตและปริมาณของแข็งรวมในน้ำนมสูงกว่าโคกลุ่มที่ 1 (MY = 14.11 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ; TS = 11.94 เปอร์เซนต์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) นอกจากนี้การใช้ไขมันสำปะหลังหมักเป็นส่วนประกอบในอาหารของโคกลุ่มที่ 2 และการใช้ไขมันสำปะหลังและหัวหมักในโคกลุ่มที่ 3 มีผลให้เกิดการสะสมปริมาณสารไฮโอไซยานตในน้ำนมเพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.07$) เมื่อเปรียบเทียบกับโคในกลุ่มที่ 1 แต่ส่งผลต่อการลดลงของจำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนม (SCC) ของโคกลุ่มที่ 2 (190,400 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) และโคกลุ่มที่ 3 (148,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) เมื่อเปรียบเทียบกับโคกลุ่มที่ 1 (577,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในการศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ พบว่า ต้นทุนค่าอาหารต่อการให้ผลผลิตน้ำนม โคกลุ่มที่ 1 2 และ 3 มีต้นทุนค่าอาหารต่อ น้ำนม 1 กิโลกรัม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.87, 8.69 และ 8.55 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าอาหาร พบว่าโคกลุ่มที่ 2 และ 3 ให้ผลตอบแทนสูงกว่าโคกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เฉลี่ย 145.66 149.40 และ 116.05 บาทต่อตัวต่อวันตามลำดับ จากผลของการศึกษานี้จึงสรุปได้ว่า การใช้ไขมันสำปะหลังหมัก เพื่อเป็นวัตถุดิบในอาหารผสมครบส่วนสำหรับโครีดนมในระยะกลางสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำนม และสามารถช่วยลดปริมาณโซมาติกเซลล์ในน้ำนม ส่งผลให้เกษตรกรมีผลตอบแทนทางเศรษฐกิจภายในฟาร์มเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : ใบมันสำปะหลังหมัก อาหารผสมครบส่วน โครีตนม

เลขทะเบียนวิชาการ : 62(2)-0214-081

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์จังหวัดนครราชสีมา อำเภอบางขัน จังหวัดนครราชสีมา

^{2/} สำนักพัฒนาอาหารสัตว์ อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี

Effect of using cassava leaf silage in total mixed ration on milking performance of milking cows

Thanawong Wongniam^{1/} Jirayut Khemsawat^{2/} Autawin Saichuer^{1/}

Abstract

This study determined the effect of using cassava leaf silage in formula of total mix ration (TMR) on performance and economic returns of dairy farm in Wang Muang District, Saraburi Province. Plan a trial Randomized complete block design (RCBD) By using the Holstein Friesian hybrid cow milking cows Bloodline not less than 75 percent age 4.2 years 15 milking cows, average milk quantity 15 kg./cow/day In the lactation period 2-4 and the number of mid-lactation days 151.60 ± 15.16 days average body weight 505.87 ± 17.91 kg. There were divided into three treatments, treatment 1 (T1) was treated with separated feeding, consisting of corn silage, rice straw ,brewer's grain and concentrate , treatment 2 (T2) was treated with TMR feeding, which has component of cassava leaves silage ad libitum, treatment 3 (T3) was treated with TMR feeding, which has component of cassava leaves and root silage ad libitum. Feeds used in all three groups must contain at least 14% protein and not less than 68% of total digestible nutrients (TDN). Then conducting all cows to adjust period for 14 days and collected data for 90 days (February 2019 - May 2019)

The result revealed that the total dry matter (DM), crude protein (CP) and total digestible nutrients (TDN) intake of the cows fed by TMR feeding, in T3 and T2 were significantly higher ($P < 0.05$) than cows in T1. Milk yield (MY) and total solid in milk (TS) of cows in T3 (MY = 15.01 kg./cow/day; TS = 12.52 %) and T2 (MY = 14.85 kg./cow/day; TS = 12.37 %) were significantly higher ($P < 0.05$) than cows in T1 (MY = 14.11 kg./cow/day; TS = 11.94 %). In addition, the using of cassava leaves silage or cassava leaves and root silage in feed for dairy cows possibly increase the amount of thiocyanate in milk compared to dairy cows in T1 ($P = 0.07$), which affected to the significantly decreasing ($P < 0.05$) in number of somatic cells count (SCC) in T3 (148,000 cells/ml) and T2 (190,400 cells/ml) groups compared to dairy cows in T1 (577,000 cells/ml). All treatments were showed non-significantly different ($P > 0.05$) in overall daily feed cost. However, the income over feed cost (IOFC) in T2 (145.66 baht/cow/day) and T3 (149.40 baht/cow/day) were higher ($P < 0.05$) than dairy cows in T1. These results showed the possibility of using the cassava leaves silage as a component in TMR feed for dairy cows to increase the productivity, performance of milk production and profitability of mid-lactation cows.

Keywords: cassava leaf silage, total mixed ration, milking cows

Registered No.: 62(2)-0214-081

^{1/} Nakhon Ratchasima Animal Nutrition research and development center, Pak Chong, Nakhon Ratchasima.

^{2/} Bureau of animal nutrition research, Department of Livestock, Mueang, Pathum Thani.

คำนำ

ปัจจุบันการเลี้ยงโคนมของเกษตรกรมักประสบปัญหาคุณภาพน้ำนมดิบไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ทั้งในด้านองค์ประกอบน้ำนมและปริมาณเซลล์โซมาติก เนื่องจากแม่โคมีการอักเสบของเนื้อเยื่อเต้านมทำให้เกษตรกรไม่สามารถส่งจำหน่ายในโครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียนได้ เพราะมีคุณภาพต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ คณะกรรมการอาหารนมเพื่อเด็กและเยาวชนได้ประกาศหลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินงานโครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียน ประจำปีการศึกษา 2562 ได้กำหนดมาตรฐานค่าของแข็งในน้ำนมดิบ (TS) ต้องไม่ต่ำกว่า 12.25 เปอร์เซ็นต์ จำนวนโซมาติกเซลล์ (SCC) ในน้ำนมดิบต้องไม่เกิน 500,000 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อราคาจำหน่ายน้ำนมดิบของเกษตรกร เกษตรกรจึงจำเป็นต้องพัฒนาการเลี้ยงโคนมของตนเองให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเพื่อให้การผลิตน้ำนมดิบเป็นไปตามมาตรฐาน รวมทั้งหาแนวทางในการเพิ่มรายได้จากการจำหน่ายน้ำนมดิบ และการลดต้นทุนโดยเฉพาะต้นทุนด้านอาหารจากการใช้วัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นมาปรับใช้ในระบบการเลี้ยงโคนมของตนให้ได้อย่างเหมาะสม

มันสำปะหลัง (cassava) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย นิยมปลูกกันทั่วทุกภาคของประเทศไทย โดยภาคที่มีการปลูกมากที่สุด คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ร้อยละ 53.90) รองลงมาคือ ภาคกลาง (ร้อยละ 23.84) และภาคเหนือ (ร้อยละ 22.26) คิดเป็นเนื้อที่เพาะปลูกทั้งสิ้นประมาณ 8.9 ล้านไร่ ผลผลิตรวมกว่า 30.50 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ผลผลิตหัวมันสำปะหลังสดส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแป้งสำหรับอาหารมนุษย์ นอกจากนั้นนำไปผลิตเป็นมันเส้นหรือมันอัดเม็ดสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์ ในระบบการผลิตหัวมันสำปะหลังของเกษตรกร จะมีวัสดุเศษเหลือที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ คือ ใบและลำต้นของมันสำปะหลัง ซึ่งเกษตรกรสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในเชิงของอาหารสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับโคนม (สุรียัวรรณ และคณะ, 2551 และ อภินันท์, 2560) นอกจากนี้ยังมีโครงการปลูกพืชหลังนาของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ที่มีนโยบายลดพื้นที่การปลูกข้าวนาปรังปี 2561/2562 โดยสนับสนุนให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนพื้นที่การปลูกข้าวเป็นการปลูกพืชชนิดอื่นที่สามารถให้ผลผลิตในระยะเวลาสั้น เป็นที่ต้องการของตลาด สอดคล้องกับแนวทางการใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลังที่อายุ 4-5 เดือน โดยนำใบ ลำต้น และหัวมันสำปะหลังมาใช้ในการเลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะสัตว์เคี้ยวเอื้อง ใบมันสำปะหลังเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพดีที่สามารถเป็นอาหารของโคเนื่องจากมีคุณสมบัติเป็นโปรตีนไหลผ่าน (By-pass protein) แต่ใบและยอดมันสำปะหลังสดมีระดับการสะสมของสารไซยาไนด์ตั้งแต่ 200 - 800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นสารพิษร้ายแรงต่อสัตว์เลี้ยง จึงต้องนำไปผ่านกระบวนการแปรรูปก่อนนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ เช่น การตากแห้ง (Dry out) การอัดเม็ด (Pelletize) หรือการหมัก (Fermentation) เพื่อลดปริมาณการสะสมสารไซยาไนด์ให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ (Ravindran, 1991) กรรมวิธีการลดปริมาณสารไซยาไนด์ที่สะสมในใบและลำต้นมันสำปะหลังสด ที่ได้รับความนิยมจากเกษตรกรในปัจจุบัน คือ การหมักในภาชนะหรือถุงพลาสติกภายใต้สภาพไร้อากาศเพื่อกระตุ้นการทำงานของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนให้ทำงานโดยเปลี่ยนน้ำตาลเป็นกรดแลคติก กรดอะซิติก เอทานอล และคาร์บอนไดออกไซด์ พร้อมทั้งลดปริมาณสารพิษลงจนไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ (สุกัญญา และวราพันธ์, 2552) ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการใช้ใบสำปะหลังหมัก และใบมันสำปะหลังรวมหัวหมักมาเป็นวัตถุดิบในอาหารผสมครบส่วน (TMR) ต่อประสิทธิภาพการใช้อาหาร ปริมาณการกินได้ ผลผลิตและคุณภาพของน้ำนมดิบ ตลอดจนต้นทุน และผลตอบแทนของโครีดนมในฟาร์มของเกษตรกร เพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนารูปแบบการจัดการด้านอาหารและการให้อาหารโคนม เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้กับเกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

สถานที่ทำการทดลอง

ดำเนินการทดลองที่ฟาร์มโคนมของเกษตรกรในพื้นที่ ตำบลวังม่วง อำเภอวังม่วง จังหวัดสระบุรี ระหว่าง เดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562

แผนการทดลองและการเตรียมสัตว์ทดลอง

ใช้แม่โครีดนมพันธุ์ลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียนที่มีระดับสายเลือดไม่ต่ำกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ อายุเฉลี่ย 4.2 ปี จำนวน 15 ตัว ปริมาณน้ำนมเฉลี่ย 15 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน อยู่ในช่วงอายุการให้นม (Lactation) ที่ 2-4 มีระยะการให้นมระยะกลาง (Mid Lactation) จำนวนวันการให้นมเฉลี่ย (Day in milk) 151.60 ± 15.16 วัน น้ำหนักตัวเฉลี่ย 505.87 ± 17.91 กิโลกรัม และมีคะแนนร่างกาย (Body condition score) อยู่ในช่วง 2.5-2.75 วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) โดยแบ่งโคออกเป็น 3 กลุ่มๆละ 5 ตัว ได้รับอาหารทดลองแตกต่างกัน ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารแบบแยกส่วนประกอบด้วย ข้าวโพดพร้อมฝักหมัก พางข้าว กากเบียร์สด ร่วมกับการเสริมด้วยอาหารข้น กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่มีใบมันสำปะหลังหมักเป็นส่วนประกอบ โดยให้กินเต็มที่ และกลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารผสมครบส่วนที่มีใบสำปะหลังและหัวหมักเป็นส่วนประกอบ โดยให้กินเต็มที่

หลังจากนั้นสุ่มโคนมเข้าเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวแล้ว ดำเนินการปรับสัตว์เป็นระยะเวลา 14 วัน เพื่อให้สัตว์ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของคอกทดลองและอาหารทดลอง จากนั้นเริ่มเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 90 วัน (รวมระยะเวลาปรับสัตว์และทดลอง 104 วัน)

การเตรียมอาหารทดลอง

เกษตรกรจะเป็นผู้ดำเนินการผลิตอาหารผสมครบส่วนและใบมันสำปะหลังหมัก โดยตัดใบจากส่วนยอดลงมาประมาณ 30 เซนติเมตร พร้อมทั้งขูดหัวมันสำปะหลังที่อายุ 5 เดือน ที่ผลิตจากแปลงทดสอบการปลูกมันสำปะหลังด้วยระบบน้ำหยดของเกษตรกรในจังหวัดสระบุรี นำมาสับเป็นชิ้นขนาด 1-3 เซนติเมตร จากนั้นทำการหมักใบมันสำปะหลังในถังพลาสติกสำหรับผสมสูตรอาหารทดลองของโคกลุ่มที่ 2 และทำการหมักใบมันสำปะหลังและหัวในถังพลาสติกสำหรับผสมสูตรอาหารทดลองของโคกลุ่มที่ 3 โดยหลังจากหมักเป็นเวลา 21 วัน จึงนำมาผลิตอาหารผสมครบส่วน ที่มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม (TDN) ไม่น้อยกว่า 68 เปอร์เซ็นต์ ตามความต้องการทางโภชนะของโครีดนมที่ให้น้ำนมเฉลี่ย 15 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน (NRC, 2001) ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมาให้การสนับสนุนเครื่องผสมอาหารที่เอ็มอาร์ ตลอดระยะเวลาการทดลอง

การให้อาหารสัตว์ทดลองกลุ่มที่ 1 (กลุ่มควบคุม) ได้รับการจัดสัดส่วนอาหารที่มีโปรตีนรวมไม่น้อยกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ โภชนะที่ย่อยได้รวม (TDN) ไม่น้อยกว่า 68 เปอร์เซ็นต์ ตามวิธีการเดิมของเกษตรกรซึ่งให้อาหารแบบแยกส่วนระหว่างอาหารข้นและอาหารหยาบ โดยแบ่งการให้อาหารข้นเป็น 2 มื้อต่อวันขณะรีดนม จะให้อาหารข้นสำเร็จรูปโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์ 4 กิโลกรัมต่อตัวต่อมื้อ กากเบียร์สด 4 กิโลกรัมต่อตัวต่อมื้อ

ให้ข้าวโพดพร้อมฝักหมักหลังจากกรีดนมเสร็จในปริมาณ 6 กิโลกรัมต่อตัวต่อมื้อ และมีฟางข้าวให้กินเต็มที่ ในคอกตลอดเวลา

การให้อาหารผสมครบส่วนกับสัตว์ทดลองกลุ่มที่ 2 และ 3 ให้กินเต็มที่ (ad libitum) วันละ 2 มื้อ ในเวลา 8.00 น. และ 16.00 น. โดยจะชั่งปริมาณอาหารที่ให้ในแต่ละครั้ง และชั่งอาหารที่เหลือแต่ละวัน ในเช้าวันถัดไป เพื่อเก็บข้อมูลปริมาณอาหารที่กินในแต่ละวันโดยมีสูตรอาหารทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรอาหารของสัตว์ทดลองและองค์ประกอบทางเคมีโดยการคำนวณ

อาหารทดลอง	สูตรอาหารสัตว์ทดลอง (น้ำหนักสด)		
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
วัตถุดิบอาหาร			
ข้าวโพดหมัก	40.16	73.10	74.14
ฟางข้าว	12.30	2.15	2.18
อาหารชั้นสำเร็จรูป (โปรตีน 20%)	22.11	6.75	7.85
กากถั่วเหลือง	-	5.29	5.05
มันเส้น	-	1.74	-
กากเปียร์สด	24.63	-	-
ไขมันสำปะหลังหมัก	-	10.21	-
ไขมันสำปะหลังและหัวหมัก	-	-	10.02
แร่ธาตุรวม	0.80	0.77	0.77
รวม	100	100	100
ราคาวัตถุดิบรวม (บาท/กิโลกรัม)	4.10	3.29	3.41
ปริมาณการให้อาหาร (กิโลกรัม/ตัว/วัน)	33	<i>ad libitum</i>	<i>ad libitum</i>
องค์ประกอบทางเคมี (จากการคำนวณ)			
วัตถุแห้ง (DM)	43.09	39.20	39.70
โปรตีน (CP)	14.10	14.10	14.10
โภชนะที่ย่อยได้รวม (TDN)	69.66	68.24	69.73
ผนังเซลล์ (Neutral Detergent Fiber, NDF)	42.26	40.07	40.17
ลิกโนเซลลูโลส (Acid Detergent Fiber, ADF)	22.99	23.10	23.28

การเก็บข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารที่ใช้ในการทดลองทั้ง 3 สูตร เพื่อนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาปริมาณวัตถุแห้ง (Dry Matter, DM) โปรตีน (Crude Protein, CP) ไขมัน (Ether Extract, EE) เถ้า (Ash) ตามวิธีของ

AOAC (2000) วิเคราะห์หาผนังเซลล์ (Neutral Detergent Fiber, NDF) ลิกโนเซลลูโลส (Acid Detergent Fiber, ADF) และลิกนิน (Acid Detergent Lignin, ADL) ตามวิธีของ Van Soest *et al.* (1991)

บันทึกปริมาณการกินได้ ปริมาณอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือในแต่ละวัน เพื่อดูการกินได้เฉลี่ยต่อวัน นำมาคำนวณหาปริมาณการกินได้ในหน่วยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัว (%BW) และข้อมูลต้นทุนด้านอาหารสัตว์สำหรับการเลี้ยงโครีดนมด้วยอาหารที่ใช้ในการทดลอง

บันทึกข้อมูลผลผลิตน้ำนมดิบทุกวัน โดยเก็บน้ำนมจากช่วงเช้าและบ่าย นำมารวมกันเพื่อบันทึกปริมาณน้ำนมรายวัน และคำนวณปริมาณน้ำนมปรับมาตรฐานที่ 4%fat-3.3% milk protein (Fat-Protein corrected milk, FPCM) ตามสมการ FAO (2010) ดังนี้

$$\text{FPCM (kg.)} = \text{raw milk (kg.)} \times [0.337 + (0.116 \times \% \text{fat}) + (0.06 \times \% \text{protein})]$$

เก็บตัวอย่างน้ำนมโคทุก 14 วัน เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมที่สำคัญ ได้แก่ โปรตีน (Protein) ไขมัน (Fat) แลคโตส (Lactose) ของแข็งทั้งหมด (Total solid) ของแข็งไม่รวมไขมัน (Solid-not fat) และ จำนวนโซมาติกเซลล์ (Somatic cell) และเก็บตัวอย่างน้ำนมในวันที่ 1 30 60 และ 90 ของการทดลองเพื่อทำการวัดปริมาณสารไรโอไซยานเนตในน้ำนม

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นด้วยสถิติเชิงพรรณนาแต่ละลักษณะที่สนใจ ได้แก่ ปริมาณน้ำนม องค์ประกอบน้ำนมและปริมาณสารไรโอไซยานเนตในน้ำนม ในภาพรวมของประชากรโคนมที่ศึกษาและวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละทรีทเมนต์โดยวิธี Duncan's new multiple range test (Steel and Torrie, 1980) ตามแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองทั้ง 3 สูตร พบว่าอาหารสูตรที่ 1 2 และ 3 มีค่าวัตถุดิบแห้ง (DM) เท่ากับ 44.50 37.26 และ 39.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนรวมมีค่าเท่ากับ 14.05 14.21 และ 14.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โภชนะที่ย่อยได้รวม (TDN) มีค่าเท่ากับ 64.31 65.44 และ 66.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณผนังเซลล์ (NDF) มีค่าเท่ากับ 43.15 40.52 และ 38.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณลิกโนเซลลูโลส (ADF) มีค่าเท่ากับ 28.37 27.33 และ 26.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ซึ่งอาหารทั้ง 3 สูตร มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณไว้ตามความต้องการทางโภชนาการของโครีดนมที่ให้น้ำนมเฉลี่ย 15 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน (NRC, 2001)

สอดคล้องกับ วิโรจน์ (2559) กล่าวว่า คุณภาพอาหารผสมครบส่วนที่เหมาะสมสำหรับโคที่ให้นม 15-20 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน จะต้องมียาวัตถุดิบ 35-50 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 14-15 เปอร์เซ็นต์ TDN 66-68 เปอร์เซ็นต์ NDF 38-42 เปอร์เซ็นต์ และ ADF 20-25 เปอร์เซ็นต์ จากผลการวิเคราะห์ ค่าโภชนาการที่ย่อยได้

รวม (TDN) ในอาหารทดลองของโคกลุ่มที่ 1 และ 2 ต่ำกว่าปริมาณที่แนะนำเล็กน้อย ซึ่งอาจทำให้ไม่เพียงพอกับความต้องการของโค ทั้งนี้ต้องพิจารณาปริมาณการกินได้ของโคประกอบด้วย ส่วนค่า NDF ของอาหารโคกลุ่มที่ 1 มีปริมาณสูงกว่าค่าที่แนะนำ ซึ่งจะส่งผลต่อการกินได้ของโค โดยค่า NDF ที่เพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลทำให้น้ำนมลดลง 0.5 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน และค่า ADF ของอาหารทดลองทั้ง 3 สูตร มีค่าสูงเกินไป จะมีผลทำให้การย่อยได้และการใช้ประโยชน์ของอาหารลดลง โดยทุกค่าของ ADF ในอาหารผสมครบส่วนที่เพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ จะมีผลทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำนมลดลง 0.3 กิโลกรัม ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ค่า NDF และ ADF ที่สูงเกินไปนั้น น่าจะมาจากคุณภาพอาหารหยาบที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ฟางข้าว ผู้วิจัยพิจารณานำมาใช้เพื่อลดความชื้นในอาหาร ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีคุณภาพต่ำ ทำให้ค่า NDF และ ADF ของอาหารทดลองมีค่าสูงขึ้น

ตารางที่ 2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

องค์ประกอบทางเคมี (% on Dry matter basis)	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
วัตถุดิบแห้ง (DM)	44.50	37.26	39.33
โปรตีน (CP)	14.05	14.21	14.09
โภชนะที่ย่อยได้รวม (TDN) *	64.31	65.38	66.72
ผนังเซลล์ (Neutral Detergent Fiber, NDF)	43.15	40.52	38.77
ลิกโนเซลลูโลส (Acid Detergent Fiber, ADF)	28.37	27.33	26.03

- ที่มา : ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมา

- * ประเมินค่าโภชนะที่ย่อยได้รวม (TDN) ด้วยวิธีการของ R. S. Adams (1994)

ปริมาณอาหารที่กินได้

จากผลการทดลองพบว่า โคทั้ง 3 กลุ่ม มีปริมาณอาหารที่กินได้คิดเป็นน้ำหนักสดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยโคกลุ่มที่ 1 2 และ 3 มีปริมาณอาหารที่กินได้คิดเป็นน้ำหนักสดเฉลี่ยเท่ากับ 30.20 39.20 และ 37.62 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ แต่เมื่อคิดเป็นน้ำหนักแห้งพบว่า โคกลุ่มที่ 2 และ 3 มีปริมาณอาหารที่กินได้ไม่แตกต่างกันโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.62 และ 14.78 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) กับโคกลุ่มที่ 1

ที่มีปริมาณอาหารที่กินได้คิดเป็นน้ำหนักแห้งเฉลี่ยเท่ากับ 13.44 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน เนื่องจากโคกลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารที่มีค่า NDF สูง ทำให้โคมีการกินได้น้อยลง (วิโรจน์, 2559) เมื่อคำนวณปริมาณโภชนาที่ได้รับจากองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองและปริมาณอาหารที่กินได้ของโคทดลองพบว่า โคกลุ่มที่ 1 จะได้รับโปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ 1,888 กรัมต่อตัวต่อวัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) กับโคกลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งมีความมากกว่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,078 และ 2,083 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ เช่นเดียวกับปริมาณโภชนาที่ย่อยได้รวมที่ได้รับ (TDN) โดยโคกลุ่มที่ 1 ได้รับเฉลี่ยเท่ากับ 8,641 กรัมต่อตัวต่อวัน น้อยกว่า โคกลุ่มที่ 2 และ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9,563 และ 9,861 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งโคทดลองทั้ง 3 กลุ่มมีปริมาณโภชนาที่ได้รับเพียงพอสำหรับแม่โครีดนม (NRC, 2001) ซึ่งแนะนำให้โคนมที่มีน้ำหนัก 500 กิโลกรัม ปริมาณน้ำนม 15 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ไขมันนม 4.00 เปอร์เซ็นต์ จะต้องได้รับโปรตีนวันละ 1,714 กรัม และโภชนาที่ย่อยได้รวมวันละ 8,530 กรัม

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณอาหารที่กินได้และโภชนาที่ได้รับ

ข้อมูลการศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	SEM	P-Value
ปริมาณอาหารที่กินได้ เฉลี่ย (กิโลกรัม/ตัว/วัน)					
- น้ำหนักสด	30.20 ^c	39.20 ^a	37.62 ^b	0.321	0.0001
- น้ำหนักแห้ง	13.44 ^b	14.62 ^a	14.78 ^a	0.133	0.0002
ปริมาณการกินได้น้ำหนักตัว (%น้ำหนักตัว)	2.69 ^b	2.92 ^a	2.96 ^a	0.026	0.0002
ปริมาณโปรตีนที่ได้รับ (กรัม/ตัว/วัน)	1,888 ^b	2,078 ^a	2,083 ^a	0.019	0.0001
ปริมาณโภชนาที่ย่อยได้รวม (TDN) ที่ได้รับ (กรัม/ตัว/วัน)	8,641 ^c	9,563 ^b	9,861 ^a	0.086	0.0001

^{a-b} หมายถึง ในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$)

ปริมาณและคุณภาพน้ำนม

ผลการทดลองพบว่า ปริมาณน้ำนมเฉลี่ยของโคแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดย โคกลุ่มที่ 3 (15.01 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน) มีปริมาณน้ำเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือโคกลุ่มที่ 2 (14.85 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน) และโคกลุ่มที่ 1 (14.11 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน) ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำนมที่ปรับ 4% fat - 3.3% milk protein (FPCM) จะพบว่า ปริมาณน้ำนม (FPCM) ของโคกลุ่มที่ 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) กับโคกลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.74 14.13 และ 14.61 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนม พบว่า โปรตีนในน้ำนมของโคกลุ่มที่ 1 และ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับ โคกลุ่มที่ 3 โดยมีโปรตีนเฉลี่ยเท่ากับ 3.11 3.17 3.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับปริมาณของแข็งรวมไม่รวมไขมัน (SNF) ของโคกลุ่มที่ 1 2 และ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.26 8.41 และ 8.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยโคกลุ่มที่ 1 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับโคกลุ่มที่ 3 (ตารางที่ 4)

การศึกษาปริมาณแลคโตสและไขมันในน้ำนมของโคทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาปริมาณของแข็งรวมในน้ำนม (TS) พบว่า โคกลุ่มที่ 1 มีปริมาณของแข็งรวมในน้ำมน้นน้อยกว่า โคกลุ่มที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.94 12.37 และ 12.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งโคกลุ่มที่ 1 มีปริมาณของแข็งรวมในน้ำนมต่ำกว่าโคกลุ่มอื่นๆ (ตารางที่ 4) ส่งผลให้ปริมาณของแข็งรวมในน้ำนมต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่คณะกรรมการอาหารนมเพื่อเด็กและเยาวชนได้ประกาศหลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินงานโครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียน ประจำปีการศึกษา 2562 ซึ่งกำหนดมาตรฐานค่าของแข็งในน้ำนมดิบ (TS) ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 12.25

เมื่อพิจารณาภาพรวมขององค์ประกอบทางเคมีในน้ำนมของโคแต่ละกลุ่ม พบว่า โคกลุ่มที่ 2 และ 3 มีประสิทธิภาพสูงกว่าโคกลุ่มที่ 1 เนื่องจากการให้อาหารผสมครบส่วนทำให้สภาวะความเป็นกรด - ด่างในกระเพาะหมักมีความสมดุล จึงทำให้จุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในกระเพาะหมักทั้งกลุ่มที่ช่วยย่อยอาหารหยาบและช่วยย่อยอาหารชั้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แตกต่างจากการให้อาหารแบบแยกส่วนที่จ่ายอาหารชั้นกับอาหารหยาบไม่พร้อมกัน ส่งผลให้ในช่วงระยะเวลาที่เกษตรกรให้อาหารชั้น จุลินทรีย์กลุ่มที่ช่วยย่อยอาหารชั้นเกิดการเพิ่มจำนวนและเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ตรงกันข้ามกับจุลินทรีย์ในกลุ่มที่ช่วยย่อยอาหารหยาบซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการย่อยอาหารหยาบลดลง การให้อาหารแบบแยกส่วนจึงทำให้จุลินทรีย์และโคต้องปรับตัวอยู่ตลอดเวลา ต่างกับการให้อาหารผสมครบส่วนที่จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักมีการเพิ่มจำนวนและเจริญเติบโตได้อย่างปกติ ทำให้สามารถผลิตสารตั้งต้นเพื่อนำไปสู่การสร้างไขมันนมและโปรตีนในน้ำนมให้เพิ่มมากขึ้น ช่วยให้เซลล์ที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์น้ำนมสามารถนำสารตั้งต้นมาใช้สังเคราะห์องค์ประกอบน้ำนมได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงมีผลทำให้องค์ประกอบน้ำนมเพิ่มสูงขึ้น (วิโรจน์, 2559) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ จินดา (2541) ที่กล่าวว่า การให้อาหารผสมครบส่วน (TMR) ที่มีความสมดุลของโภชนาในระดับที่เพียงพอกับความต้องการในการให้ผลผลิตของโคนมแต่ละช่วงการรีดนม ส่งผลให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพทั้งจุลินทรีย์ในรูเมนและตัวโคนม ส่งผลต่อการให้น้ำนมทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพที่ดี นอกจากนี้ไขมันสำปะหลังยังเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพดีที่สามารถเป็นอาหารของโคได้ เนื่องจากมีคุณสมบัติการเป็นโปรตีนไหลผ่าน (By-pass protein) ทั้งนี้เมื่อนำไขมันสำปะหลังมาผ่านกระบวนการหมักจะส่งผลให้มีคุณค่าทางอาหารที่สูงขึ้น เนื่องจากมีปริมาณกรดไขมันจำเป็นเพิ่มขึ้น เพิ่มความสามารถในการย่อยได้ย่อยของสัตว์ และเป็นแหล่งเยื่อใยที่มีความสามารถในการสลายตัวในกระเพาะหมักได้ดี มีส่วนทำให้ปริมาณน้ำนมตลอดจนส่วนประกอบทางเคมีของน้ำนมดีขึ้น และสามารถใช้เป็นวัตถุดิบเสริมคุณภาพอาหารหยาบในฤดูฝนและทดแทนการใช้อาหารหยาบซึ่งมักขาดแคลนในฤดูแล้ง (เมธา, 2545)

การศึกษาปริมาณสารไอโอโซยานเตในน้ำนมก่อนการทดลองของโคกลุ่มที่ 1 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 4.38 4.42 และ 4.45 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ปริมาณสารไอโอโซยานเตในน้ำนมโคแต่ละกลุ่มภายหลังการทดลอง พบว่า โคกลุ่มที่ 1 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 4.48 5.37 และ 6.07 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อศึกษาจำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนมของโคแต่ละกลุ่ม พบว่า จำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนมหลังการทดลองของโคกลุ่มที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 110,000

เซลล์ต่อมิลลิลิตร แต่โคกลุ่มที่ 2 และ 3 มีค่าจำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนมเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 139,400 และ 270,200 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ จึงสามารถกล่าวได้ว่าปริมาณสารไฮโอไซยานตในน้ำนมมีความสัมพันธ์กับจำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนม กล่าวคือการทดลองโคกลุ่มที่ 2 และ 3 ซึ่งมีปริมาณไฮโอไซยานตในน้ำนมเพิ่มขึ้นส่งผลให้จำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนมเฉลี่ยของโคทั้ง 2 กลุ่มลดลง (ตารางที่ 4) สอดคล้องกับรายงานของ อนันต์ และคณะ (2555) ที่ทำการศึกษาผลของการเสริมยodobman ส้าปะหลังหมักในโครีดนม พบว่า ปริมาณสารไฮโอไซยานตในน้ำนมของโคกลุ่มที่ได้รับการเสริมยodobman ส้าปะหลังหมักมีค่าเพิ่มขึ้นและปริมาณโซมาติกเซลล์ในน้ำนมลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ไม่ได้เสริมด้วยยodobman ส้าปะหลัง ทั้งนี้เป็นผลจากการใช้ยodobman ส้าปะหลังหมักในสูตรอาหารโคทดลอง โดยเมื่อโคได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของยodobman ส้าปะหลังหมักเข้าสู่ร่างกายเอนไซม์ของจุลินทรีย์ในรูเมนจะเร่งปฏิกิริยาการสลายสารไฮโอไซยานต ไกลโคไซด์ (Cyanogenic Glycoside) ที่สะสมอยู่ในยodobman ส้าปะหลังเพื่อเปลี่ยนเป็นไฮโอไซด์ (Cyanide) และถูกดูดซึมอย่างรวดเร็วเข้าสู่กระแสเลือด หลังจากนั้นร่างกายจะลดความเป็นพิษของไฮโอไซด์โดยรวมตัวกับสารไฮโอซิสเตอิน (Thiocysteine) หรือ ไฮโอซัลเฟต (Thiosulfate) เพื่อเปลี่ยนรูปของอนุพันธ์ของไฮโอไซด์เป็นไฮโอไซยานต (Thiocyanate) ซึ่งช่วยในการลดภาวะการอักเสบภายในร่างกายของสัตว์โดยไม่เป็นพิษต่อร่างกายเมื่อสัตว์ได้รับในปริมาณที่เหมาะสม (Ravindran, 1991)

ตารางที่ 4 ปริมาณน้ำนม องค์ประกอบทางเคมี จำนวนโซมาติกเซลล์ และปริมาณสารไฮโอไซยานตในน้ำนม

ข้อมูลการศึกษา	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	SEM	P-Value
ปริมาณน้ำนมเฉลี่ย (กิโลกรัม/ตัว/วัน)	14.11 ^b	14.85 ^a	15.01 ^a	0.256	0.042
ปริมาณน้ำนมที่ปรับ FPCM	12.74 ^b	14.13 ^a	14.61 ^a	0.311	0.007
องค์ประกอบทางเคมีในน้ำนม					
- ไขมัน	3.38	3.72	3.80	0.109	0.059
- โปรตีน	3.11 ^b	3.17 ^b	3.37 ^a	0.057	0.026
- แลคโตส	4.65	4.70	4.72	0.081	0.804
- ของแข็งไม่รวมไขมัน	8.26 ^b	8.41 ^{ab}	8.75 ^a	0.104	0.027
- ของแข็งในน้ำนม	11.94 ^b	12.37 ^a	12.52 ^a	0.076	0.001
จำนวนโซมาติกเซลล์ในน้ำนม ($\times 10^3$ เซลล์/มิลลิลิตร)					
- ก่อนทดลอง	467.0	329.8	418.2	79.421	0.495
- หลังทดลอง	577.0 ^a	190.4 ^b	148.0 ^b	72.551	0.007
ปริมาณสารไฮโอไซยานตในน้ำนม (PPM)					
- ก่อนทดลอง	4.38	4.42	4.45	0.811	0.250
- หลังทดลอง	4.48	5.32	6.07	0.720	0.070

- ^{ab} หมายถึง ในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ต้นทุนและผลตอบแทน

การศึกษาต้นทุนค่าอาหารของโคทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า โคกลุ่มที่ 2 (128.97 บาทต่อตัวต่อวัน) และโคกลุ่มที่ 3 (128.28 บาทต่อตัวต่อวัน) มีต้นทุนค่าอาหารรายวันเฉลี่ยมากกว่า ($P<0.05$) โคกลุ่มที่ 1 (123.82 บาทต่อตัวต่อวัน) และเมื่อประเมินเป็นต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตน้ำนม 1 กิโลกรัม พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P=0.06$) เมื่อพิจารณารายได้จากการจำหน่ายน้ำนมดิบของเกษตรกร โดยพิจารณาร่วมกับราคาจำหน่ายน้ำนมตามคุณภาพน้ำนมดิบ พบว่า โคกลุ่มที่ 1 สามารถจำหน่ายน้ำนมดิบได้ในราคาเฉลี่ย 17.00 บาทต่อกิโลกรัม โดยคิดเป็นรายได้จากการจำหน่ายน้ำนมดิบรวมเท่ากับ 239.87 บาทต่อตัวต่อวัน ซึ่งมีค่าน้อยกว่า ($P<0.01$) ผลของการจำหน่ายน้ำนมดิบในโคกลุ่มที่ 2 และ กลุ่มที่ 3 ที่สามารถจำหน่ายน้ำนมได้ในราคาเฉลี่ย 18.50 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นรายได้จากการจำหน่ายน้ำนมดิบเท่ากับ 274.63 และ 277.69 บาทต่อตัวต่อวัน

เมื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนหลังจากหักต้นทุนค่าอาหารของโคแต่ละกลุ่ม (ตารางที่ 5) พบว่า โคกลุ่มที่ 1 มีผลตอบแทนเฉลี่ย 116.05 บาทต่อตัวต่อวัน น้อยกว่าโคกลุ่มที่ 2 (145.66 บาทต่อตัวต่อวัน) และ กลุ่มที่ 3 (149.40 บาทต่อตัวต่อวัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) สรุปได้ว่าการใช้อาหารผสมครบส่วน (TMR) ที่มีไขมันสำปะหลังหมัก (กลุ่มที่ 2) และไขมันสำปะหลังและหัวหมัก (กลุ่มที่ 3) เป็นส่วนผสมให้ผลตอบแทนสูงกว่าการใช้อาหารแบบแยกส่วน เนื่องจาก โคนมสามารถให้ผลผลิตน้ำนม และคุณภาพน้ำนมในด้านองค์ประกอบทางเคมี รวมทั้งจำนวนโซมาติกเซลล์ดีกว่าโคกลุ่มที่ 1 มีผลทำให้ราคาจำหน่ายน้ำนมดิบสูงขึ้น สอดคล้องกับการรายงานของ สุมน และคณะ (2547) ระบุว่า รายได้จากการจำหน่ายน้ำนมดิบปรับที่ไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ หลังหักค่าอาหารแล้วพบว่ากลุ่มที่ใช้อาหารผสมครบส่วนที่มีไขมันสำปะหลังเป็นส่วนประกอบในสูตรมีผลตอบแทน (7.43 บาทต่อกิโลกรัม) สูงกว่า ($P<0.05$) กลุ่มที่ได้รับอาหารแบบแยกส่วน (6.71 บาทต่อกิโลกรัม)

ตารางที่ 5 ต้นทุนและผลตอบแทน

รายการ	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	SEM	P-Value
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว/วัน)	123.82 ^b	128.97 ^a	128.28 ^a	1.214	0.007
ต้นทุนค่าอาหารต่อ น้ำนม 1 กิโลกรัม	8.87	8.69	8.55	0.140	0.063
ราคาจำหน่ายน้ำนมดิบ (บาท/กิโลกรัม)	17.00	18.50	18.50	-	-
รายได้จากการจำหน่ายน้ำนมดิบ (บาท/ตัว/วัน)	239.87 ^b	274.63 ^a	277.69 ^a	4.672	0.0007
ผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว/วัน)	116.05 ^b	145.66 ^a	149.40 ^a	4.259	0.001

^{a-b} หมายถึง ในแถวเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการให้ไขมันสำปะหลังหมักในสูตรอาหารผสมครบส่วนของโครีดนม พบว่า โคที่กินอาหารผสมครบส่วนที่มีไขมันสำปะหลังหมักและไขมันสำปะหลังรวมหัวหมักเป็นส่วนผสมให้ผลผลิตน้ำนมปริมาณสูงกว่าโคที่กินอาหารแบบแยกส่วน และมีคุณภาพน้ำนมดีกว่าในด้านองค์ประกอบทางเคมีในน้ำนม

ทั้งโปรตีน ของแข็งไม่รวมไขมัน และของแข็งในน้ำนม อีกทั้งการที่โคกินอาหารผสมครบส่วนที่มีไขมันสำปะหลังหมัก ยังส่งผลให้จำนวนโชมติกเซลล์ในน้ำนมลดลง ทำให้น้ำนมดิบของเกษตรกรจำหน่ายได้ราคาสูงขึ้นจากคุณภาพน้ำนมที่ดีขึ้น ทำให้เกษตรกรได้รับผลตอบแทนจากการจำหน่ายน้ำนมดิบเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นเกษตรกรจึงควรหันมาใช้วิธีการให้อาหารในรูปแบบอาหารผสมครบส่วนโดยนำไขมันสำปะหลังหมักมาเป็นวัตถุดิบจะทำให้สามารถเพิ่มสมรรถนะการผลิตของโคนมในฟาร์มให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งเป็นการเพิ่มรายได้และผลตอบแทนให้กับเกษตรกรอีกด้วย ซึ่งเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมรายอื่นสามารถนำวิธีการให้อาหารหรือสูตรอาหารนี้ไปปรับใช้เพื่อพัฒนาฟาร์มของตนเองได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ศักรินทร์ฟาร์ม ฟาร์มโคนมของเกษตรกรพื้นที่ ตำบลวังม่วง อำเภอวังม่วง จังหวัดสระบุรี ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ โคทดลอง รวมทั้งขอบคุณ เจ้าหน้าที่สถาบันสุขภาพสัตว์ ที่สนับสนุนการ วิเคราะห์ปริมาณโอโรไซยาเนตในน้ำนม ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยการผสมเทียมและเทคโนโลยีชีวภาพ จังหวัดสระบุรี ที่สนับสนุนการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในน้ำนม ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กลุ่มวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์นครราชสีมาที่ช่วยเหลือวิเคราะห์คุณภาพอาหารในการทดลอง ทำให้การทดลองครั้งนี้สำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา. 2541. อาหาร "TMR" กับการเลี้ยงโคนม-โคเนื้อ เอกสารเผยแพร่โครงการเผยแพร่ความรู้และบริการด้านอาหารสัตว์. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์.
- เมธา วรรณพัฒน์. 2545. แนวทางการผลิตและศักยภาพการใช้ประโยชน์ของไขมันสำปะหลัง/มันเฮย์เป็นส่วนผสมอาหารสัตว์, น. 69-81. ในเอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องการพัฒนาการผลิตมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มศักยภาพการแปรรูปอาหารสัตว์และเอทานอล. ศูนย์วิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2559. TMR ยุคใหม่โคนมไทย. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. สถานการณ์การผลิตและการตลาดมันสำปะหลัง. แหล่งที่มา : <http://www.ppsf.doae.go.th/wordpress/wp-content/uploads/2018/08/สถานการณ์มันสถานการณ์.pdf>, 20 ต.ค. 2561.
- สุกัญญา จัดตุพรพงษ์ และวราพันธ์ จินตณวิชัย. 2552. การใช้ประโยชน์เหลือจากมันสำปะหลัง. มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังประเทศไทยฯ. กรุงเทพฯ.

สุมน โพธิ์จันทร์ อานูภาพ เสี่ยงสาย และประเสริฐ โพธิ์จันทร์. 2547. การใช้ยอดและใบมันสำปะหลังแห้งในอาหารผสมเสร็จสำหรับโครีดนม, น. 300- 311. ใน รายงานผลงานวิจัย กองอาหาร ประจำปี 2547 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุริยวรรณ พันธันรา พรศรี ชัยรัตนยุทธ์ ประวีร์ วิชชุตา และอุทัย คั่นโธ. 2551. ผลการใช้ใบมันสำปะหลังแห้งเป็นอาหารโคนมต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และโคไลฟอร์มในน้ำนมดิบ. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 : สาขาสัตว สาขาสัตวแพทยศาสตร์, หน้า 70-78.

อนันต์ เพชรล้ำ สุรัชย์ บุญลือ วีระชัย ทองดี คณาวิทย์ ปะทะโน พนมพร วงศ์เชียงเพ็ง มาโนช กองเย็น อนุรักษ ภูมิไผ่ และลัดดา ภูมิศักดิ์. 2555. ผลของการเสริมยอดมันสำปะหลังหมักต่อปริมาณและคุณภาพน้ำนมของโครีดนมในฟาร์มเกษตรกรรายย่อย. วารสารแก่นเกษตร 40 ฉบับพิเศษ 2:114-117.

อภิรักษ์ จินพละ. 2560. การใช้ใบมันสำปะหลังแห้งและหมัก เพื่อควบคุมโรคเต้านมอักเสบในโคนม. แหล่งที่มา : <http://pvlo-lbr.dld.go.th/webnew/index.php/en/service-menu/blog/181-2017-09-02-06-23-46>, 18 ต.ค. 2561.

AOAC. 1998. Official Method of Analysis, 16th ed. Animal Feeds: Association of Official Analytical Chemists, VA, USA.

FAO. 2010. Greenhouse Gas Emissions form the Dairy Sector, A Life Cycle Assessment.

National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition, 2001. Washington, DC: The National Academies Press.

Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition. 2001. NATIONAL ACADEMY PRESS. Washington, D.C., USA.

R. S. Adams. 1994. Penn State professor emeritus of dairy science, for use in forage and feed-testing schemes.

Ravindran, V. 1991. Preparation of cassava leaf products and their use as animal feed. pp, 112-122 In: Roots, Tubers, Plantains and Bananas in Animal Feeding. FAO Animal Production and Health Paper No.45.

Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. (2nd ed.) New York, McGraw-Hill.

Van Soest, P., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.

ผลของเยื่อใยที่กระตุ้นการเคี้ยวเอื้องของอาหารที่มีสัดส่วนกากมันสำปะหลังและฟางข้าว ที่แตกต่างกันต่อผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม ค่าชีวเคมีในเลือด และสัมประสิทธิ์ การย่อยได้ของโภชนะในโครีดนม

อรวิมล แก้วเกลี้ยง^{1/} ศุภกิจ สุนาโท^{1/} ปฎิมา บุตรชา^{1/} วรรณา อ่างทอง^{1/}
อนุสรณ์ ธิโนวงศ์^{2/} ยวงยศ จินดาทะจักร^{2/}

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของเยื่อใยที่กระตุ้นการเคี้ยวเอื้อง หรือ peNDF ของอาหารโคนมที่มีกากมันสำปะหลังและฟางข้าวเป็นส่วนประกอบในสัดส่วนที่แตกต่างกันต่อผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม ค่าชีวเคมีในเลือด และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะในโครีดนม ใช้โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียน ระดับสายเลือดเฉลี่ย 87.3 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 8 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นทดลองเฉลี่ย ($\pm$ SD) 455 ± 61 กิโลกรัม ช่วงวันให้น้ำนม (days in milk) 133 ± 49 วัน มีช่วงการให้น้ำนม (lactation) 1-4 วางแผนการทดลอง crossover design สิ่งทดลอง คือ ระดับของเยื่อใย peNDF ในอาหารโคนมที่แตกต่างกัน 2 ระดับ แต่มีโภชนะใกล้เคียงกัน คือ (1) อาหารที่มีเยื่อใย peNDF 15.5 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยกากมันสำปะหลัง 27.7 เปอร์เซ็นต์ และ ฟางข้าว 25.2 เปอร์เซ็นต์ และ (2) อาหารที่มีเยื่อใย peNDF 20.2 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยกากมันสำปะหลัง 14.0 เปอร์เซ็นต์ และ ฟางข้าว 38.2 เปอร์เซ็นต์ การทดลองมี 2 ระยะ (period) แต่ละระยะมีช่วงเวลาปรับตัวนาน 14 วัน เก็บข้อมูลนาน 7 วัน ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง จ.ขอนแก่น และศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สกลนคร จ.สกลนคร ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - มิถุนายน 2561

ผลการทดลอง พบว่า อาหารทดลองสูตรที่มีเยื่อใย peNDF 20.2 เปอร์เซ็นต์ มีอิทธิพลทำให้ปริมาณไขมันในน้ำนม โปรตีนในน้ำนม ของแข็งไม่รวมไขมัน และของแข็งในน้ำนม มีค่าเท่ากับ 4.07 3.47 8.93 และ 13.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรที่มีเยื่อใย peNDF 15.5 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) มีค่าเท่ากับ 3.70 3.11 8.50 และ 12.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่มีผลต่อผลผลิตน้ำนม น้ำตาลแลคโตส เซลล์โซมาติก ค่าชีวเคมีในเลือด และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ (ยกเว้นสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของไขมัน) ดังนั้น การเพิ่มปริมาณการใช้กากมันสำปะหลังในสูตรอาหารโคนมควรคำนึงถึงเยื่อใย peNDF ด้วย เพราะกากมันสำปะหลังมีเยื่อใย peNDF ต่ำมาก เท่ากับ 3.24 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มเยื่อใย peNDF ในอาหารโคนมช่วยทำให้น้ำนมดิบมีคุณภาพน้ำนมดีขึ้น

คำสำคัญ : กากมันสำปะหลัง เยื่อใยที่กระตุ้นการเคี้ยวเอื้อง องค์ประกอบน้ำนม โคนม
สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ

เลขทะเบียนวิชาการ: 62(2)-0214-136

^{1/} ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง อำเภอมือง จังหวัดขอนแก่น

^{2/} ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สกลนคร อำเภอมือง จังหวัดสกลนคร

Effects of physically effective NDF in different rations of cassava pulp and rice straw on milk yield, milk compositions, blood chemical, and nutrients digestible coefficient in dairy cows

Ornvimol Kaeokliang^{1/} Supakit Sunato^{1/} Patima Butcha^{1/} Wanna Angthong^{1/}
Anusorn Thinowong^{2/} Yaungyote Jindatajak^{2/}

Abstracts

The objective of this study was to evaluate the effects of physically effective neutral detergent fiber (peNDF) in diet based on cassava pulp and rice straw on milk yield and milk compositions, blood biochemistry, and nutrient digestible coefficient in dairy cows. Eight lactating Holstein-Friesian crossbred cows, the blood from Holstein-Friesian was averaging 87.3% and remaining from native. The initial body weights ($\pm$ SD) 455 $\pm$ 61 kg, and 133 $\pm$ 49 days in milk were randomly divided into two groups in a crossover design with two dietary treatments over two 21-day periods. In each experimental period, the first 14 days were used for feed adaptation and the last 7 days were used for measurements. Diets differed in peNDF content i.e. (1) 15.5% peNDF diet containing 27.7% cassava pulp and 25.2% rice straw and (2) 20.2% peNDF diet containing 14.0% cassava pulp and 38.2% rice straw. In each experimental period, the first 14 days were used for feed adaptation and the last 7 days were used for measurements. The experiment was conducted from February to June 2018, at Ruminants Feeding Standard Research and Development Center, Khon Kaen and Sakon Nakhon Animal Breeding Research and Development Center, Sakon Nakhon.

The results showed that the 20.2% peNDF diet increased ($p < 0.05$) milk protein, milk fat, solid not fat, and total solid that were 4.07, 3.47, 8.93, and 13.2%, respectively, which higher than those of 15.5% peNDF diet that were 3.70, 3.11, 8.50, and 12.30%, respectively. In contrast, it did not affect milk yield, lactose content, ruminal fermentation, blood

chemical, and nutrients digestibility coefficient (except for ether extract digestibility). In conclusion, increased cassava pulp in dairy ration should consider on peNDF content because the peNDF content of cassava pulp was very low that was 3.24%. Increasing peNDF content in dairy rations improved milk quality.

Keywords: cassava pulp, physically effective NDF, milk composition, dairy cows, nutrients digestible coefficient

Registered No.: 62(2)-0214-136

¹Ruminants Feeding Standard and Development Center, Muang, Khon Kaen.

²Sakon Nakhon Animal Breeding Research and Development Center, Muang, Sakon Nakhon.

บทนำ

กากมันสำปะหลัง (cassava pulp) เป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง พบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพราะอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังมีการเติบโตสูงในภูมิภาคนี้ (Norrapoke *et al.*, 2017) กากมันสำปะหลังเป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม ยากต่อการทำลาย (Napasirith *et al.*, 2015) ในปัจจุบันกากมันสำปะหลังถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ในสูตรอาหารโคนมเพื่อลดต้นทุนการผลิต เพราะมีราคาถูก แต่มีความชื้นสูงและโปรตีนต่ำ จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรในปี 2561 ประเทศไทยมีปริมาณผลผลิตมันสำปะหลัง 29.37 ล้านตัน ซึ่งเป็นผลผลิตจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 56.1 เปอร์เซ็นต์ หรือ 16.46 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) อรวิมล และคณะ (2562) ได้สำรวจฟาร์มโคนมของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมสหกรณ์โคนมขอนแก่น จำกัด ในปี 2559 จำนวน 80 ฟาร์ม พบว่า ทุกฟาร์มใช้ฟางเป็นอาหารหลัก มีการใช้กากมันสำปะหลังในสูตรอาหารโคนม ร้อยละ 65.0 ของจำนวนฟาร์มทั้งหมด จากรายงานของ Keaokliang *et al.* (2018) พบว่า กากมันสำปะหลังมีความชื้น 80.6 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 2.17 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรตส่วนที่ไม่ใช่เยื่อใย (NFC) 59.3 เปอร์เซ็นต์ ผนังเซลล์ (NDF) 36.0 เปอร์เซ็นต์ ลิกโนเซลลูโลส (ADF) 23.5 เปอร์เซ็นต์ และมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) 4.3 จะเห็นได้ว่ากากมันสำปะหลังมี NDF สูง แต่จะพบว่าเยื่อใยมีขนาดสั้นมาก ไม่กระตุ้นการเคี้ยวเอื้อง ซึ่ง Beauchemin and Yang (2005) รายงานว่าอาหารที่เยื่อใยที่ยาวจะเพิ่มการเคี้ยวและการหลั่งน้ำลาย นอกจากนี้ กากมันสำปะหลังมี NFC สูง ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายได้ง่าย (readily degradable carbohydrate) การใช้กากมันสำปะหลังปริมาณมาก เมื่อรวมกับอาหารข้น จะมี NFC ปริมาณมาก โคนมอาจเสี่ยงต่อการเกิดภาวะกระเพาะเป็นกรด (acidosis) การใช้กากมันสำปะหลังปริมาณมากจะมีผลให้การกินได้ของอาหารหยาบลดลง ส่งผลกระทบต่อปริมาณไขมันในน้ำนมได้

เยื่อใยที่กระตุ้นการเคี้ยวเอื้อง (physically effective NDF) หรือ peNDF เป็นเยื่อใยส่วน NDF ที่มีผลต่อการเคี้ยวเอื้อง ปรับสมดุลความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมัก (Mertens, 1997) เป็นค่า NDF

ที่คำนวณรวมกับสัดส่วนความยาวชิ้นอาหาร (วิโรจน์, 2560) คำนวณจากน้ำหนักอาหารแห้งที่เหลือบนตะแกรงที่มีขนาดแตกต่างกันจากแนวคิดของมหาวิทยาลัยเพนสเทต (Penn State Particle Separator, PSPS) ได้แก่ 19 8 และ 1.18 มิลลิเมตร และถาดรอง จะได้ค่า $peNDF_{1.18}$ (Kononoff and Heinrichs, 2003) ค่า $peNDF$ จะผันแปรตามรูปแบบของการบดสับชิ้นอาหาร หญ้าแห้งชิ้นยาวจะมีค่า $peNDF$ สูงกว่าชิ้นเล็ก (วิโรจน์, 2560) สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินคุณลักษณะของอาหารสัตว์ในทางกายภาพได้ (Suzuki *et al.*, 2014) สัดส่วนของเยื่อใย $peNDF$ ขึ้นอยู่กับการย่อยสลายได้ของแหล่งของคาร์โบไฮเดรตด้วย (Zebeli *et al.*, 2012) อย่างไรก็ตาม การให้อาหารโคนมจะต้องคำนึงถึงสัดส่วนของอาหารหยาบและอาหารข้น (R:C ratio) เพื่อรักษาสภาพสมดุลของกระเพาะหมัก สัดส่วนต้องเหมาะสมโดยโคที่ให้น้ำนมมากหรือโคคลอดใหม่ โคน้ำมน้อยหรือปลายการให้น้ำนม และโคทั่วไป ควรมีค่า R:C ratio เท่ากับ 40:60 50:50 และ 60:40 ตามลำดับ (วิโรจน์, 2557)

จากสถานการณ์การใช้กากมันสำปะหลังในสูตรอาหารมากขึ้นและใช้อาหารหยาบลดลง คณะผู้วิจัยมีแนวคิดว่าการใช้กากมันสำปะหลังเพื่อมุ่งหวังลดต้นทุนอาหารสัตว์ นอกจากควรคำนึงถึงสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารข้นแล้ว เยื่อใย $peNDF$ เป็นประเด็นที่ควรให้ความสำคัญด้วย เพราะกากมันสำปะหลังมี NDF สูง ทำให้เยื่อใย NDF ในสูตรอาหารสูงขึ้น แต่ $peNDF$ จะมีผลต่อปริมาณไขมันในน้ำนม เป็นผลดีต่อระบบการผลิตโคนม ซึ่งการศึกษาค้นคว้าของ $peNDF$ ในโคนมเขตร้อนมีข้อมูลอยู่จำกัดส่วนใหญ่ศึกษาในโคนมที่ให้ผลผลิตน้ำนมสูงในประเทศเขตนานาชาติ ดังนั้น การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของเยื่อใย $peNDF$ ที่แตกต่างกันจากการให้อาหารที่มีกากมันสำปะหลังและฟางข้าวเป็นส่วนประกอบ ต่อผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนม ค่าชีวเคมีในเลือด และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโคริตนัมที่ให้ผลผลิตน้ำนมต่ำ โดยสิ่งทดลองอยู่บนพื้นฐานการให้อาหารโคนมของเกษตรกร

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองโดยเตรียมอาหารทดลองและวิเคราะห์ทางเคมีตัวอย่างอาหารสัตว์และตัวอย่างมูลที่ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ต.ท่าพระ อ.เมือง จ.ขอนแก่น เลี้ยงสัตว์ทดลองที่ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สกลนคร ต.พังขว้าง อ.เมือง จ.สกลนคร ซึ่งดำเนินการระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - มิถุนายน 2561

การวางแผนการทดลองและสัตว์ทดลอง

ใช้โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียน ระดับสายเลือดเฉลี่ย 83.7 เปอร์เซนต์ จำนวน 8 ตัว น้ำหนักเริ่มต้นทดลองเฉลี่ย ($\pm$ SD) 455 ± 61 กิโลกรัม ช่วงวันให้น้ำนม (days in milk) 133 ± 49 วัน ช่วงการให้น้ำนม (lactation) 1-4 ถูกสุ่มเข้าในแผนการทดลอง crossover design มี 2 ระยะเวลาทดลอง (period) แต่ละระยะ ปรับสัตว์นาน 14 วัน เก็บข้อมูล 7 วัน โคนมถูกขังในคอกเดี่ยวแบบอิสระ ขนาด 2×3 เมตร มีน้ำสะอาด และแร่ธาตุก้อนแขวนได้กินได้ตลอดเวลา รีดนม 2 เวลาในช่วงเช้า และบ่าย เวลา 06:30 และ 15:00 นาฬิกา ตามลำดับ

อาหารทดลองและการเตรียมอาหารทดลอง

สิ่งทดลอง หรือ ทรีทเมนต์ คือ อาหารโคนมที่มีระดับเยื่อใย peNDF แตกต่างกัน 2 ระดับ โดยมีกากมันสำปะหลังสด และฟางแห้ง เป็นส่วนประกอบ มีโภชนะใกล้เคียงกัน 2 สูตร คือ

สูตรที่ 1 คือ อาหารที่มีเยื่อใย peNDF 15.5 เปอร์เซ็นต์ (กากมันสำปะหลัง 27.7 เปอร์เซ็นต์ และ ฟางข้าว 25.2 เปอร์เซ็นต์)

สูตรที่ 2 คือ อาหารที่มีเยื่อใย peNDF 20.2 เปอร์เซ็นต์ (กากมันสำปะหลัง 14.0 เปอร์เซ็นต์ และ ฟางข้าว 38.2 เปอร์เซ็นต์)

อาหารชั้น กากมันสำปะหลังสด และฟางข้าว ถูกผสมตามสัดส่วนที่กำหนดแต่ละสูตร โดยผสมให้เข้ากันด้วยมือทุกครั้งก่อนให้อาหาร โคนมได้รับอาหารวันละ 2 ครั้งหลังจากรีดนมเสร็จ เวลา 08:00 และ 16:30 นาฬิกา บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และปริมาณอาหารที่เหลือในแต่ละวัน โดยชั่งอาหารที่เหลือออกทุกครั้งเพื่อให้อาหารใหม่ในช่วงเช้าของวันถัดไป เพื่อวัดปริมาณการกินได้อย่างอิสระ (voluntary feed intake) เก็บข้อมูลติดต่อกันตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง

รายการ	อาหารสูตรที่ 1	อาหารสูตรที่ 2
ฟางข้าว, %	25.2	38.2
กากมันสำปะหลัง, %	27.7	14.0
อาหารชั้น, %		
กากถั่วเหลือง	13.5	17.0
ข้าวโพดบด	0	21.8
กากปาล์มเนื้อในรวมกะลา	18.0	0
มันเส้น	5.29	0
รำละเอียด	4.99	0
รำหยาบ	3.15	6.83
ยูเรีย	0.47	0.48

ไดแคลเซียมฟอสเฟต	0.47	0.48
แคลเซียมคาร์บอเนต	0.47	0.48
พรีมิกซ์สำหรับโคเนื้อ-โคนม ^{1/}	0.66	0.67
องค์ประกอบทางเคมี, % วัตถุแห้ง		
วัตถุแห้ง (%)	68.8	76.6
โปรตีนหยาบ	13.0	12.8
เถ้า	8.16	9.30
ไขมัน	3.43	1.92
ผนังเซลล์	48.1	42.9
ผนังเซลล์จากพืชอาหารสัตว์	18.3	27.7
ลิกโนเซลลูโลส	34.3	29.5
คาร์โบไฮเดรตส่วนที่ไม่เป็นโครงสร้าง	27.4	33.1
โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด	62.0	63.0
พลังงานทั้งหมด (เมกะจูล/กก.วัตถุแห้ง)	18.7	18.4
peNDF _{1.18}	15.5	20.2

^{1/} ปริมาณวิตามินและแร่ธาตุต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้งของวัตถุดิบ: เหล็ก=18 ก., โคบอลต์=0.15 มก., แมงกานีส=18 ก., คอปเปอร์=1.25 ก., สังกะสี=20 ก., ไอโอดีน=0.05 ก., ซีลีเนียม=0.05 ก., วิตามินเอ=3,000,000 IU, วิตามินดี=1,000,000 IU, วิตามินอี=3,000 IU, อีทอคซิกวิน=25 ก., ซิลิคอนไดออกไซด์=5 ก. (ผสมให้ได้ทั้งหมด 1 กก.);

อาหารสูตรที่ 1 คือ อาหารที่มี 15.5% peNDF ประกอบด้วยกากมันสำปะหลัง 27.7% และฟางข้าว 25.2%; อาหารสูตรที่ 2 คือ อาหารที่มี 20.2% peNDF ประกอบด้วยกากมันสำปะหลัง 14.0% และ ฟางข้าว 38.2%; คาร์โบไฮเดรตส่วนที่ไม่เป็นโครงสร้าง คำนวณจากสมการของ NRC (2001) = 100 - (% ผนังเซลล์ + % โปรตีนหยาบ + % ไขมัน + % เถ้า);

โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด คำนวณจากสมการ ดังนี้;

สำหรับพืชอาหารสัตว์ = $4.898 + (89.796 \times \text{พลังงานสุทธิเพื่อการให้น้ำนม ซึ่งมีค่าเท่ากับ } 1.0876 - (0.0127 \times \% \text{ลิกโนเซลลูโลส})$
หน่วยเท่ากับ เมกะแคล/ปอนด์ (Ishler *et al.*, 1996);

สำหรับอาหารชั้นผสม = $81.41 - (0.60 \times \text{เยื่อใยหยาบ ซึ่งมีค่าเท่ากับ } (\% \text{ลิกโนเซลลูโลส} \times 0.83) - 1.3)$ (Ishler *et al.*, 1996);

สำหรับอาหารเสริมโปรตีน = $40.3227 + 0.5398(\% \text{โปรตีนหยาบ}) + 0.4448 (\% \text{คาร์โบไฮเดรตส่วนที่ไม่เป็นโครงสร้าง}) + 1.4218$
(% ไขมัน) - $0.7007 (\% \text{เยื่อใยหยาบ})$ (Kearl, 1982) เมื่อ เยื่อใยหยาบ เท่ากับ $(\% \text{ลิกโนเซลลูโลส} \times 0.83) - 1.3$ (Ishler *et al.*, 1996)

สำหรับอาหารเสริมพลังงาน = $40.26257 + 0.19698(\% \text{โปรตีนหยาบ}) + 0.4228(\% \text{คาร์โบไฮเดรตส่วนที่ไม่เป็นโครงสร้าง}) +$
 $1.1903(\% \text{ไขมัน}) - 0.1379(\% \text{เยื่อใยหยาบ})$ (Kearl, 1982) เมื่อ เยื่อใยหยาบ เท่ากับ $(\% \text{ลิกโนเซลลูโลส} \times 0.83) - 1.3$ (Ishler *et al.*, 1996)

การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ทางเคมี

เก็บตัวอย่างอาหารชั้นและอาหารหยาบ ทั้งอาหารที่ให้และอาหารเหลือในแต่ละวันของโคนม แต่ละตัว รวมตัวอย่างอาหารที่ให้ และอาหารเหลือของโคแต่ละตัว ของแต่ละวันให้เป็นตัวอย่างเดียว ในวันสุดท้ายของการทดลอง จะได้ตัวอย่างอาหารที่ให้และตัวอย่างอาหารเหลือทั้ง 7 วันของโคแต่ละตัว รวม 2 รายการ วิเคราะห์หาวัตถุแห้ง (dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (crude protein, CP) ไขมัน (ether extract, EE) เถ้า (ash) ผนังเซลล์ (Neutral Detergent Fiber, NDF) ลิกโนเซลลูโลส (Acid

Detergent Fiber, ADF) และเถ้าที่ไม่ละลายในกรด (Acid Insoluble Ash, AIA) ตามวิธีของ AOAC (2016)

บันทึกปริมาณน้ำนมของโคนมแต่ละตัวที่รีดได้ในแต่ละวัน เก็บตัวอย่างน้ำนมของโคแต่ละตัว ในช่วงรีดนมเช้าและเย็น ทุกวันของช่วงเก็บข้อมูล เป็นเวลา 7 วัน เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำนม ได้แก่ ของแข็งทั้งหมด (Total solid) ของแข็งไม่รวมไขมัน (Solid not fat) โปรตีน (Protein) ไขมัน (Fat) น้ำตาลแลคโตส (Lactose) ด้วย Foss Milko-Scan 200 หาจำนวนเซลล์โซมาติก (Somatic Cell Count) ด้วย Fossomatic FC200 คำนวณปริมาณผลผลิตน้ำนมต่อวัน (milk yield) และคำนวณปริมาณน้ำนม ปรับมาตรฐานที่ 4 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน-3.3 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนในน้ำนม (Fat-protein corrected milk, FPCM) หรือ 4 เปอร์เซ็นต์ FPCM ตามสมการ FAO (2010) ดังนี้

$$\text{FPCM (kg)} = \text{น้ำนมดิบ (กก.)} \times [0.337 + (0.116 \times \% \text{ไขมันในน้ำนม}) + (0.06 \times \% \text{โปรตีนในน้ำนม})]$$

เก็บตัวอย่างเลือดโคแต่ละตัว ในวันสุดท้ายของการทดลองแต่ละระยะการทดลอง (วันที่ 21) ที่ 0 ชั่วโมงก่อนให้อาหารเช้า และหลังให้อาหารเช้า 4 ชั่วโมง โดยเจาะที่เส้นเลือดบริเวณโคนหาง เก็บเลือด ปริมาตร 10 มิลลิลิตรต่อตัว นำไปปั่นเหวี่ยง (centrifuge) ด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที เก็บตัวอย่างส่วนที่ใสด้านบน (serum) ลงในหลอดทดลอง หรือ micro tube แล้วนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์หาปริมาณยูเรียไนโตรเจนในเลือด (blood urea nitrogen, BUN) ตามวิธีของ Henry *et al.* (1974) หาปริมาณกลูโคสในเลือด (blood glucose, BG) ตามวิธีของ Tiffany *et al.* (1972)

เก็บตัวอย่างมูลเพื่อศึกษาการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ โดยวิธีประเมินสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของ โภชนะโดยใช้เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (AIA) เป็นตัวชี้บ่งภายใน (internal indicator) โดยเก็บตัวอย่างมูลโค แต่ละตัววันละ 2 ครั้ง ในช่วงเช้าหลังกินอาหาร และช่วงบ่าย เป็นเวลา 7 วัน ของแต่ละระยะการทดลอง นำมูลที่เก็บได้ไปแช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อหยุดกิจกรรมของจุลินทรีย์ เมื่อจะวิเคราะห์ผล จึงนำมูลทั้ง 7 วันของโคแต่ละตัวมาผสมรวมกันให้เป็น 1 ตัวอย่างต่อตัว แบ่งส่วนหนึ่งไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 16-18 ชั่วโมง เพื่อหาวัตถุแห้ง และส่วนที่เหลือนำมาอบที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส นาน 48-72 ชั่วโมง นำมาบดผ่านตะแกรงขนาด 1 มิลลิเมตร วิเคราะห์ทางเคมีและ AIA หา สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ ตามวิธีของ Van Keulen and Young (1977) ดังสมการ

$$\text{สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง} = 100 - \frac{100 \times (\% \text{AIA ในอาหาร})}{(\% \text{AIA ในมูล})}$$

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

การวิเคราะห์หาเยื่อใย peNDF

นำตัวอย่างกากมันสำปะหลัง ฟางข้าว และวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ประกอบในสูตรอาหารชั้น ได้แก่ กากถั่วเหลือง ข้าวโพดบด กากปาล์มเนื้อในรวมกะลา มันเส้น รำหยาบ และรำละเอียด ไปร่อนผ่าน ตะแกรงที่มีขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาด ได้แก่ 19 8 และ 1.18 มม. และถาดรอง ตามหลักการการใช้ ตะแกรงร่อนของมหาวิทยาลัยเพนสเทต (PSPS) ชั่งน้ำหนักของวัตถุดิบก่อนร่อนและชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ ที่เหลืออยู่บนตะแกรงแต่ละชั้นทั้ง 3 ชั้น นำมารวมกันและคำนวณน้ำหนักบนฐานน้ำหนักแห้ง จะได้ค่า pef (physically effective fiber) แล้วนำไปคำนวณหา $peNDF_{1.18}$ โดยคูณกับ %NDF ของวัตถุดิบนั้น ($peNDF_{1.18} = pef \times \%NDF$; Kononoff and Heinrichs, 2003) หรือคำนวณจากน้ำหนักแห้งที่เหลือบน ตะแกรง 1.18 มิลลิเมตร คูณด้วย %NDF ของอาหารนั้น คูณด้วย 100 และหารด้วยน้ำหนักทั้งหมด (วีโรจน์, 2560)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ตามแผน การทดลอง crossover design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT (Duncan Multiple's Range Test) โดยใช้โปรแกรม SAS (SAS, 2004)

ผลการทดลองและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์

องค์ประกอบทางเคมีของฟางข้าว กากมันสำปะหลัง และอาหารทดลอง แสดงในตารางที่ 2 โดยอาหารทดลองทั้ง 2 สูตร มีโภชนะใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นไปตามความต้องการโภชนะสำหรับแม่โครีดนม ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 450 กิโลกรัม ให้ผลผลิตน้ำนม 13 กิโลกรัมต่อวัน (NRC, 2001)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง

	DM	CP	EE	Ash	NDF	ADF	NFC	peNDF _{1.18}	GE
	(%)	----- % of DM -----				-----			(เมกะจูล/กก.วัตถุดิบแห้ง)
ฟางข้าว	92.5	2.97	0.95	13.0	72.4	47.9	10.7	45.1	16.4
กากมันสำปะหลัง	17.8	2.24	0.28	2.15	42.7	34.7	52.6	3.24	17.1
อาหารชั้นสูตรที่ 1	86.2	24.8	6.61	9.10	38.1	26.7	21.4	6.91	18.7
อาหารชั้นสูตรที่ 2	81.3	23.7	3.18	8.44	19.4	13.4	45.3	5.22	18.4

- DM=วัตถุดิบแห้ง (dry matter); CP = โปรตีนหยาบ (crude protein); EE = ไขมัน (ether extract); Ash = เถ้า; NDF = ผนังเซลล์ (neutral detergent fiber); ADF = ลิกโนเซลลูโลส (acid detergent fiber); ADL = ลิกนิน (lignin); NFC = คาร์โบไฮเดรตส่วน ที่ไม่เป็นโครงสร้าง (non fibrous carbohydrate) คำนวณจากสมการของ McDonald *et al.* (1995) = 100 - (% NDF + % CP + % EE + % crude ash); $peNDF_{1.18}$ = physically effective NDF ตามวิธีการของ Kononoff and Heinrichs (2003); GE = พลังงานทั้งหมด (gross energy)

ปริมาณการกินได้

โคทดลองทั้งสองกลุ่มมีน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันทางสถิติ เฉลี่ย 445.7 กิโลกรัม มีปริมาณวัตถุดิบที่กินได้ (DM intake) และโปรตีนหยาบที่กินได้ (CP intake) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เฉลี่ยเท่ากับ 12.05 และ 1.61 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ปริมาณ CP ที่กินได้ของโคทั้งสองกลุ่มเพียงพอต่อการให้ผลผลิตน้ำนม 13 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งมีความต้องการ CP เท่ากับ 1,289 และ 1,257 กรัมต่อวัน ตามลำดับ (NRC, 2001) อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้โคนมให้ผลผลิตน้ำนมต่ำเฉลี่ย 8 กิโลกรัมต่อวัน โภชนะที่โคนมได้รับจึงมากเกินไปสำหรับการให้ผลผลิต นอกจากนี้ ปริมาณผนังเซลล์ (NDF) ลิกโนเซลลูโลส (ADF) ที่กินได้ต่อวันของโคทดลองที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 มีค่าน้อยกว่า ($p < 0.01$) ค่าการกินได้ของโคนมที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 (ตารางที่ 3) ซึ่งเป็นไปตามองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลอง โดยค่า NDF และ ADF ของอาหารทดลองสูตรที่ 2 มีค่าน้อยกว่าสูตรที่ 1 (ตารางที่ 1) ส่วนเยื่อใย $peNDF_{1.18}$ ที่กินได้ของโคที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 มีค่ามากกว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 ซึ่งเป็นไปตามองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองเช่นเดียวกัน

ผลผลิตน้ำนม องค์ประกอบน้ำนม และประสิทธิภาพการใช้อาหาร

ปริมาณผลผลิตน้ำนมและน้ำนมปรับไขมัน 4% FPCM ของโคนมทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีปริมาณผลผลิตน้ำนมต่ำมาก เฉลี่ยเท่ากับ 8.02 กิโลกรัมต่อวัน ส่วนองค์ประกอบน้ำนมได้รับอิทธิพลจากอาหารทดลอง โดยน้ำนมของโคนมที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 มีไขมันนม โปรตีนนม ของแข็งไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมด มากกว่า ($p < 0.05$) โคนมที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 ส่วนน้ำตาลแลคโตสและเซลล์โซมาติก ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง (ตารางที่ 3)

ปริมาณไขมันในน้ำนมของโคนมที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 มีค่าสูงกว่าโคนมที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 ($p < 0.05$) เป็นไปตามหลักทฤษฎีเพราะมีสัดส่วนอาหารหยาบและเยื่อใย $peNDF_{1.18}$ สูงกว่า ทำให้กรดอะซิติก (acetic acid) ซึ่งเกิดจากการย่อยเยื่อใยในกระเพาะรูเมนและนำไปสร้างเป็นไขมันนม (NRC, 1988) มีปริมาณมากกว่า (ตารางที่ 3) สอดคล้องกับรายงานของ Behgar *et al.* (2011) ซึ่งรายงานว่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมเพิ่มขึ้นตามสัดส่วน NDF จากอาหารหยาบที่เพิ่มขึ้น ซึ่งผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าเยื่อใย $peNDF$ มีความเชื่อมโยงกับไขมันในน้ำนมมากกว่า NDF ทั้งหมดในอาหาร เพราะอาหารทดลองสูตรที่ 1 มี NDF สูงกว่าสูตรที่ 2 แต่อาหารสูตรที่ 2 มี NDF จากพืชอาหารสัตว์ และเยื่อใย $peNDF_{1.18}$ มากกว่า (ตารางที่ 1) ทำให้มีปริมาณไขมันในน้ำนมสูงกว่า

อย่างไรก็ตาม เยื่อใย $peNDF$ ในอาหารในการทดลองนี้ ไม่มีอิทธิพลต่อผลผลิตน้ำนม ทั้งนี้อาจมีผลจากปริมาณวัตถุดิบที่กินได้ทั้งหมด เพราะโคนมในการทดลองนี้ให้ผลผลิตน้ำนมต่ำ มีปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบต่ำ (11.9 และ 12.2 กิโลกรัมต่อวัน) เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาผลของเยื่อใย $peNDF$ ซึ่งส่วนใหญ่จะศึกษาในโคนมเขตหนาวที่ให้ผลผลิตน้ำนมสูงและมีปริมาณการกินได้ของวัตถุดิบสูง เช่น Behgar *et al.* (2011) ศึกษาผลของเยื่อใย $peNDF$ ในโคนม ซึ่งให้ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย 35.24 กิโลกรัมต่อวัน มีปริมาณวัตถุดิบที่กินได้ 22.2 กิโลกรัมต่อวัน ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ที่ปริมาณวัตถุดิบที่กินได้ทั้งหมดจะมีอิทธิพลต่อผลผลิตน้ำนม

ตารางที่ 3 น้ำหนักตัว ปริมาณการกินได้ ปริมาณน้ำนม และองค์ประกอบน้ำนม ของโคทดลอง

	อาหารสูตรที่ 1	อาหารสูตรที่ 2	SEM	p value
น้ำหนักโคนมเฉลี่ยตลอดการทดลอง, กก.	452.8	438.6	11.3	0.3942
ปริมาณการกินได้ต่อวัน				
วัตถุดิบแห้ง, กก./วัน	11.9	12.2	0.21	0.2655
วัตถุดิบแห้ง, % นน.ตัว	2.67	2.83	0.09	0.2470
โปรตีนหยาบ, กก./วัน	1.58	1.64	0.03	0.2150
ผนังเซลล์, กก./วัน	5.63	5.05	0.08	0.0007
ลิกโนเซลลูโลส, กก./วัน	4.03	3.48	0.05	<0.0001
เยื่อใย peNDF _{1.18} , กก./วัน	1.66	2.14	0.03	<0.0001
ผลผลิตน้ำนม, กก./วัน	8.10	7.94	0.80	0.8876
ผลผลิตน้ำนมปรับไขมัน 4%, กก./วัน ^{1/}	7.75	8.05	0.76	0.7856
องค์ประกอบน้ำนม (%)				
ไขมันในน้ำนม	3.70	4.07	0.08	0.0084
โปรตีนในน้ำนม	3.11	3.47	0.06	0.0022
ของแข็งไม่รวมไขมัน	8.50	8.93	0.07	0.0033
ของแข็งทั้งหมด	12.3	13.2	0.14	0.0015
แลคโตส	4.34	4.38	0.07	0.6691
เซลล์โซมาติก (X1,000 เซลล์/ลบ.ซม.)	125.9	97.8	116.6	0.8506
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (ผลผลิตน้ำนม/ปริมาณวัตถุดิบที่กินได้)	0.74	0.65	0.05	0.1726

^{1/} ปริมาณน้ำนมปรับไขมัน 4% (กก.) = น้ำนมดิบ (กก.) × (0.337 + 0.116 × ไขมันในน้ำนม (%) + 0.06 × โปรตีนในน้ำนม (%)) (FAO, 2010)

- SEM = standard error of the mean; อาหารสูตรที่ 1 คือ อาหารที่มี 15.5% peNDF ประกอบด้วยกากมันสำปะหลัง 27.7% และฟางข้าว 25.2%; อาหารสูตรที่ 2 คือ อาหารที่มี 20.2% peNDF ประกอบด้วยกากมันสำปะหลัง 14.0% และ ฟางข้าว 38.2%

ผลการทดลองในครั้งนี้ อาหารทดลองทั้งสองสูตรมี $peNDF_{1.18}$ เท่ากับ 15.5 และ 20.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) แต่มีของแข็งในน้ำนมมากกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 12.3 และ 13.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ซึ่งไม่สอดคล้องกับคำแนะนำของวิโรจน์ (2560) ซึ่งแนะนำว่าอาหารผสมครบส่วนสำหรับโคนมควรมีเยื่อใย $peNDF_{1.18}$ มากกว่า 22 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้มีของแข็งในน้ำนมมากกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า ปริมาณเยื่อใย $peNDF_{1.18}$ ต่ำกว่า 22 เปอร์เซ็นต์ ก็มีผลทำให้ของแข็งในน้ำนมสูงกว่า 12 เปอร์เซ็นต์ได้ อย่างไรก็ตาม ปริมาณของแข็งในน้ำนมมีผลจากปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น ระยะเวลาการให้น้ำนม ซึ่งจะมีค่าสูงในช่วงต้นการให้น้ำนมและลดลงในช่วงปลายการให้น้ำนม (วิโรจน์, 2557) เป็นต้น องค์ประกอบน้ำนมของโคนมทั้งสองกลุ่มในการทดลองนี้มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานสินค้าประเภตน้ำนมโคดิบของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2553) ซึ่งมีปริมาณไขมันในน้ำนม โปรตีนในน้ำนม และของแข็งในน้ำนม มีค่าไม่น้อยกว่า 3.35 เปอร์เซ็นต์ 3.0 เปอร์เซ็นต์ และ 12.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ น้ำนมมีคุณภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานนมโรงเรียน ประจำปีการศึกษา 2562 ซึ่งกำหนดให้ของแข็งในน้ำนม หรือเนื้อมนม มีค่าไม่น้อยกว่า 12.25 เปอร์เซ็นต์ และเซลล์โซมาติก ไม่น้อยกว่า 500,000 เซลล์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามประกาศคณะกรรมการอาหารนมเพื่อเด็กและเยาวชน (กรมปศุสัตว์, 2562)

โปรตีนในน้ำนมของโคนมที่ได้รับอาหารในสูตรที่ 2 มีความเป็นไปได้ว่ามีความสัมพันธ์กับปริมาณแป้งหรือ NFC ในอาหาร ซึ่งเป็นผลมาจากข้าวโพดบดในสูตรอาหาร ในขณะที่อาหารสูตรที่ 1 ไม่มีข้าวโพดบดเป็นวัตถุดิบในสูตร จึงมีปริมาณ NFC ต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้อง Rius *et al.* (2010) ซึ่งรายงานว่าปริมาณการกินได้ของ NFC ที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งแป้งจากข้าวโพด จะมีผลทำให้ผลผลิตน้ำนม โปรตีนในน้ำนม และประสิทธิภาพไนโตรเจนในโครีดนมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Carmo *et al.* (2015) รายงานว่าปริมาณโปรตีนในน้ำนมจะเพิ่มขึ้นตามระดับการเพิ่มขึ้นของปริมาณแป้ง ซึ่งจะเป็นการเพิ่มพลังงานในต่อมน้ำนม (Hanigan *et al.*, 1998) โดยแป้งจะให้ความเข้มข้นของ insulin และ insulin-like growth factor-I (IGF-I) เพิ่มขึ้น กระตุ้นการสร้างโปรตีนในน้ำนม (Rius *et al.*, 2010) เมื่อปริมาณโปรตีนในน้ำนมเพิ่มขึ้นของแข็งไม่รวมไขมันจึงเพิ่มขึ้นด้วย ($p < 0.05$)

สัดส่วนของไขมัน-โปรตีนในน้ำนม (fat-protein ratio) คือ ปริมาณไขมันในน้ำนมหารด้วยโปรตีนในน้ำนม (milk fat/milk protein) ใช้เป็นตัวชี้วัดปัญหาด้านสุขภาพที่รุนแรงของโคนม เช่น ภาวะคีโตซิสแบบไม่แสดงอาการ (subclinical ketosis; Jenkins *et al.*, 2015) และ ภาวะกรดในกระเพาะแบบไม่เฉียบพลัน (sub-acute ruminal acidosis) หรือ SARA (VLČEK *et al.*, 2016) โดยทั่วไปปริมาณไขมันในน้ำนมจะสูงกว่าโปรตีนในน้ำนม สัดส่วนของไขมัน-โปรตีนในน้ำนมที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 1.1-1.5 (Paura *et al.*, 2012) ในขณะที่ VLČEK *et al.* (2016) รายงานว่า หากสัดส่วนนี้มีค่าต่ำกว่า 1.1 โคนมจะมีความเสี่ยงต่อภาวะกรดในกระเพาะ แต่ถ้าค่าสูงกว่า 1.5 โคนมเสี่ยงต่อการเกิดคีโตซิส ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ สัดส่วนไขมัน-โปรตีนในน้ำนม เท่ากับ 1.19 และ 1.17 ตามลำดับ อยู่ในช่วงเหมาะสม ไม่ก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพ

ประสิทธิภาพการใช้อาหาร เป็นสัดส่วนของผลผลิตน้ำนมต่อวัตถุดิบที่กินได้ พบว่า ไม่แตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง ค่าเฉลี่ยทั้งสองกลุ่มเท่ากับ 0.7 (ตารางที่ 3) ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ และมีค่าต่ำกว่ารายงานของ Wanapat *et al.* (2009) ซึ่งรายงานประสิทธิภาพการใช้อาหารของโครีดนมในเขตร้อนที่กินฟางเป็นอาหารหลักโดยใช้ฟางแบบไม่ปรับปรุง เปรียบเทียบการกับฟางที่ได้รับการปรับปรุงโดยใช้ยูเรีย 5 เปอร์เซ็นต์ และยูเรีย 2.2% + 2.2% Ca(OH)₂ โดยมีสัดส่วนการใช้อาหารหยาบที่กินได้ เท่ากับ 44.4 48.8 และ 53.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า โครีดนมมีผลผลิตน้ำนมไม่แตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง เฉลี่ยเท่ากับ 11.3 กิโลกรัมต่อวัน แต่มีปริมาณวัตถุดิบที่กินได้แตกต่างกัน ประสิทธิภาพการใช้อาหารเฉลี่ยเท่ากับ 1.09 0.90 และ 1.03 ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะการทดลองในครั้งนี้มีผลผลิตน้ำนมต่ำ เฉลี่ยเพียง 8.02 กิโลกรัมต่อวัน

ค่าชีวเคมีในเลือด

ค่าชีวเคมีในเลือด ได้แก่ ยูเรียไนโตรเจนในเลือด (Blood urea nitrogen, BUN) และน้ำตาลในเลือด (Blood glucose, BG) แสดงในตารางที่ 4 พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลอง

ตารางที่ 4 ค่าชีวเคมีในเลือดของโคทดลอง

	อาหารสูตรที่ 1	อาหารสูตรที่ 2	SEM	p value
ยูเรียไนโตรเจนในเลือด (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)				
0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร	14.9	15.1	1.21	0.9236
4 ชม.หลังให้อาหาร	19.0	17.7	1.30	0.4942
น้ำตาลในเลือด (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)				
0 ชั่วโมงก่อนให้อาหาร	52.2	43.7	3.81	0.1502
4 ชม.หลังให้อาหาร	60.5	56.8	2.52	0.3209

- SEM = standard error of the mean; อาหารสูตรที่ 1 คือ อาหารที่มี 15.5% peNDF ประกอบด้วยกากมันสำปะหลัง 27.7% และฟางข้าว 25.2%; อาหารสูตรที่ 2 คือ อาหารที่มี 20.2% peNDF ประกอบด้วยกากมันสำปะหลัง 14.0% และ ฟางข้าว 38.2%

ค่า BUN เป็นผลผลิตสุดท้ายของ nitrogen metabolism เป็นตัวสะท้อนความสมดุลระหว่างปริมาณโปรตีนและพลังงานในอาหารที่สัตว์ได้รับ ซึ่งค่า BUN สูงจะบ่งบอกถึงการใช้ประโยชน์ไนโตรเจน

ที่ไม่มีประสิทธิภาพ (Nousiainen *et al.*, 2004) มีสหสัมพันธ์ (correlation) สูงกับแอมโมเนียในกระเพาะรูเมน (Hammond, 1983) ค่า BUN ของสัตว์เคี้ยวเอื้องปกติอยู่ระหว่าง 15-30 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Wanapat and Pimpa, 1999) ซึ่งการทดลองนี้ค่าเฉลี่ย BUN อยู่ในช่วงปกติ เนื่องจากโคนมทั้งสองกลุ่มได้รับอาหารที่มีโปรตีนและพลังงานใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 1)

ค่า BG ขึ้นอยู่กับสภาวะของสัตว์และชนิดอาหารที่กิน การกินอาหารชั้นจะเกิดการสร้างกลูโคสมากกว่าอาหารหยาบ เนื่องจากคาร์โบไฮเดรตในอาหารชั้นจะถูกเปลี่ยนเป็นกรดโพรพิโอนิกโดยการหมักของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมน ซึ่งจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดแล้วเปลี่ยนเป็นกลูโคสที่ตับ (บุญล้อม, 2541) ค่า BG ปกติมีค่าระหว่าง 42-72 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (Kahn and Line, 2010) ในการทดลองนี้ค่า BG อยู่ในช่วงปกติ แสดงให้เห็นว่า ปริมาณกากมันสำปะหลัง อาหารชั้น และฟางข้าวที่ใช้ในการทดลองแม้จะมีปริมาณแตกต่างกันแต่แปรผกผันในสัดส่วนที่ทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ไม่เป็นโครงสร้างของอาหารทั้งสองสูตรมีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับ 27.4 และ 33.1 เปอร์เซ็นต์ ของวัตถุดิบ ตามลำดับ (ตารางที่ 1) เป็นผลให้ปริมาณกลูโคสไม่แตกต่างกัน

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ

ตารางที่ 5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ ได้แก่ วัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ โปรตีนหยาบ ไขมัน ผงเซลล์ ลิกโนเซลลูโลส และโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (TDN) พบว่า ความสามารถในการย่อยได้ของโภชนะต่างๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นการย่อยได้ของไขมันซึ่งโคที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 มีค่าการย่อยได้สูงกว่าโคที่ได้รับอาหารสูตรที่ 2 ($p < 0.01$) สอดคล้องกับ McDonald *et al.* (2010) ซึ่งรายงานว่าการย่อยได้ของอาหารจะมีความสัมพันธ์อย่างมากกับองค์ประกอบทางเคมีของอาหารนั้น ซึ่งสนับสนุนผลการทดลองนี้ เพราะค่าองค์ประกอบทางเคมีของอาหารทดลองทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นค่าไขมัน (ตารางที่ 3) อย่างไรก็ตาม สัดส่วนของเยื่อใย $peNDF_{1.18}$ ไม่มีผลต่อการย่อยได้ของ NDF ในการทดลองนี้

ตารางที่ 5 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะ และโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด

	อาหารสูตรที่ 1	อาหารสูตรที่ 2	SEM	<i>p</i> value
วัตถุดิบ (%)	62.5	62.0	2.33	0.8858
อินทรีย์วัตถุ (%)	65.6	65.5	2.33	0.9575
โปรตีนหยาบ (%)	67.1	66.9	2.22	0.9588
ไขมัน (%)	90.6	76.5	2.16	0.0018
ผงเซลล์ (%)	48.1	51.7	3.38	0.4519
ลิกโนเซลลูโลส (%)	46.0	42.9	4.37	0.6075

โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (%) ^{1/}	64.3	61.4	2.17	0.3436
--	------	------	------	--------

^{1/} โภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด=(%อินทรีย์วัตถุที่ย่อยได้ x อินทรีย์วัตถุในอาหาร) + (1.25 x ไขมันที่ย่อยได้ x ไขมันในอาหาร) (McDonald et al., 1995);

- SEM = standard error of the mean; อาหารสูตรที่ 1 คือ อาหารที่มี 15.5% peNDF ประกอบด้วยกากมันสำปะหลัง 27.7% และฟางข้าว 25.2%; อาหารสูตรที่ 2 คือ อาหารที่มี 20.2% peNDF ประกอบด้วยกากมันสำปะหลัง 14.0%และ ฟางข้าว 38.2%

การศึกษานี้ อาหารทดลองทั้งสองกลุ่มไม่มีอิทธิพลต่อปริมาณผลผลิตน้ำนม ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพโคนม อย่างไรก็ตาม การใช้กากมันสำปะหลังในสูตรอาหารโคนมควรคำนึงถึงเยื่อใย peNDF ซึ่งจะช่วยให้โคนมดิบมีคุณภาพดีขึ้น โดยเฉพาะไขมันในน้ำนม โปรตีนในน้ำนม ของแข็งไม่รวมไขมัน และของแข็งทั้งหมด

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาลงของเยื่อใยที่กระตุ้นการเคี้ยวเอื้องของอาหารที่มีสัดส่วนกากมันสำปะหลังและฟางข้าวที่แตกต่างกัน ต่อผลผลิตและองค์ประกอบน้ำนม ค่าชีวเคมีในเลือด และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโครีตนม สรุปได้ว่า อาหารทดลองที่มีปริมาณเยื่อใย peNDF ที่แตกต่างกันระหว่าง 15.5 เปอร์เซ็นต์ และ 20.2 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตน้ำนม น้ำตาลแลคโตส และเซลล์โซมาติก ค่าชีวเคมีในเลือด และสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนะต่างๆ อย่างไรก็ตาม การเพิ่มสัดส่วนเยื่อใย peNDF ในสูตรอาหารมีผลให้ปริมาณไขมันในน้ำนม โปรตีนในน้ำนม ของแข็งไม่รวมไขมัน และของแข็งในน้ำนมเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ กากมันสำปะหลังมีเยื่อใย peNDF ต่ำมาก เท่ากับ 3.24 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มปริมาณกากมันสำปะหลังในสูตรอาหารโคนมควรคำนึงถึงเยื่อใย peNDF ด้วย เพราะการเพิ่มสัดส่วนเยื่อใย peNDF ในอาหารโคนมมีผลทำให้น้ำนมดิบมีคุณภาพน้ำนมดีขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ในทางปฏิบัติ หากเพิ่มปริมาณกากมันสำปะหลังในสูตรอาหารมากกว่าการทดลองครั้งนี้ อาจจะต้องพิจารณาถึงความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะ acidosis โรคข้ออักเสบ (Laminitis) หรือส่งผลต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่โคในระยะยาว เนื่องจากทั้งกากมันสำปะหลังและอาหารข้นล้วนเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายง่ายในกระเพาะรูเมน รวมถึงอาหารข้นที่ใช้จะต้องมีโปรตีนรวมสูงขึ้นเพื่อทดแทนโปรตีนที่ต่ำจากการใช้กากมันสำปะหลัง รวมทั้งโภชนะที่เกินความต้องการของร่างกายสัตว์ต่อการให้ผลผลิตจะถูกขับออกนอกร่างกาย สร้างมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมด้วย อย่างไรก็ตาม ปริมาณของกากมันสำปะหลังที่ใช้ในสูตรอาหารโคนมและมีผลทำให้เกิด acidosis ยังไม่มีรายงานชัดเจน ซึ่งอาจจะต้องมีการศึกษาต่อไปเพื่อจะได้ข้อมูลที่สามารถแนะนำเกษตรกรได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สกลนคร จ.สกลนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้สัตว์ทดลอง ขอขอบคุณองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จ.ขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำนม ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่งานวิเคราะห์อาหารสัตว์ ศูนย์วิจัยและพัฒนามาตรฐานอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง ในการวิเคราะห์ผลทางเคมี ขอขอบคุณคุณชุนศึก กุญชร คุณกฤษฎกรณ์ ผาใต้ และเจ้าหน้าที่คอกโคนม ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สกลนคร ที่ให้ความช่วยเหลือในการเลี้ยงสัตว์ทดลอง ขอขอบคุณคุณไชโย นามโนรินทร์ และคุณบุษรา ยลถวิล ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง ขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สกลนครที่ให้ความอนุเคราะห์ที่พักระหว่างการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณ ดร.วิทยา สุมาลย์ และคณะกรรมการวิชาการสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ที่ให้คำแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขผลงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2562. ประกาศคณะกรรมการอาหารนมเพื่อเด็กและเยาวชน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินงานโครงการอาหารเสริม (นม) โรงเรียน ประจำปีการศึกษา 2562. แหล่งที่มา: <http://www.dld.go.th/th/images/stories/law/krut/2562/biotech/milklaw2562.pdf>, 11 ธันวาคม 2562.
- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. ชีวเคมีทางสัตวศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. ธนบรรณการพิมพ์, เชียงใหม่.
- วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2557. อาหารและฟาร์มโคนมสมัยใหม่. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2560. TMR เพิ่มคุณภาพน้ำนม. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2553. มกอช. มาตรฐานสินค้าเกษตร: น้ำนมดิบโค. แหล่งที่มา: http://www.acfs.go.th/standard/download/raw_cow_milk.pdf, 8 มิถุนายน 2561.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. มั่นสำปะหลังโรงงาน: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2561. แหล่งที่มา: <http://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/cassava61.pdf>, 3 พฤษภาคม 2562.
- อรวิมล แก้วเกลี้ยง ศุภกิจ สุนาโท อภินันท์ จินดานิรตุล จีระศักดิ์ ชอบแต่ง ราไพร นามสีลี และ ปฎิมา บุตรชา. 2562. การสำรวจและประเมินประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของฟาร์มโคนมเกษตรกร จังหวัดขอนแก่น. องค์ความรู้กรมปศุสัตว์แหล่งที่มา: <http://req.dld.go.th:28080/research/index.jsp>.

- AOAC. 2016. Official methods of analysis. 20th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.
- Beauchemin, K. A., and W. Z. Yang. 2005. Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage*. J. Dairy Sci. 88: 2117-2129.
- Behgar, M., R. Valizadeh, M. Mirzaee, A. A. Naserian, and S. Ghasemi. 2011. The Impact of alfalfa hay particle size on the utilization of soy hull by early lactating dairy cows. Livest. Sci. 142: 147-154.
- Carmo, C. A., F. Batistel, J. de Souza, J. C. Martinez, P. Correa, A. M. Pedroso, and F. A. P. Santos. 2015. Starch levels on performance, milk composition and energy balance of lactating dairy cows. Trop Anim Health Prod. 47: 179-184.
- FAO. 2010. Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector, A life Cycle Assessment. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition. 2001. National Academy Press. Washington, D.C., USA.
- Hammond, A. C. 1983. Effect of dietary protein level, ruminal protein solubility and time after feeding on plasma urea nitrogen and the relationship of plasma urea nitrogen to other ruminal and plasma parameters. J. Anim. Sci. 57(Suppl.1): 435.
- Hanigan, M. D., J. P. Cant, D. C. Weakley, and J. L. Beckett. 1998. An Evaluation of postabsorptive protein and amino acid metabolism in the lactating dairy cow. J. Dairy Sci. 81: 3385-3401.
- Henry, R. J., C. C. Donald, and W. W. James. 1974. Clinical Chemistry: Principle and Technique. 2nd ed., Harper and Row Inc., Vergenia. USA.
- Ishler, V., J. Heinrichs, and G. A. Varga, 1996. From feed to milk: understanding rumen function. Extension circular 422. Pennsylvania state university, University park, PA, USA.
- Jenkins, N. T., G. Peña, C. Risco, C. C. Barbosa, A. Vieira-Neto, and K. N. Galvão. 2015. Utility of inline milk fat and protein ratio to diagnose subclinical ketosis and to assign propylene glycol treatment in lactating dairy cows. Can. Vet. J. 56: 850-854.
- Kahn, C. M., and S. Line. 2010. The Merck veterinary manual. Merck & Co., Whitehouse Station, N.J.

- Keaokliang, O., T. Kawashima, W. Angthong, T. Suzuki, and R. Narmseelee. 2018. Chemical composition and nutritive values of cassava pulp for cattle. *Anim. Sci. J.* 89: 1120-1128.
- Kearl, L. C. 1982. Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries. International Feed Stuffs Institute. Utah State University, Logan, Utah, USA.
- Kononoff, P. J., and A. J. Heinrichs. 2003. The effect of reducing alfalfa haylage particle size on cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 86: 1445–1457.
- McDonald, P., Edwards, R. A., J. F. D. Greenhalgh, and C. A. Morgan. 1995. *Animal Nutrition* 5th ed. Longman Scientific & Technical, New York.
- McDonald, P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh, C. A. Morgan, L. A. Sinclair, and R. G. Wilkinson. 2010. *Animal nutrition* 7th ed, UK.
- Mertens, D. R. 1997. Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 80: 1463-1481.
- Napasirth, V., P. Napasirth, T. Sulinthone, K. Phommachanh, and Y. Cai. 2015. Microbial population, chemical composition and silage fermentation of cassava residues. *Anim. Sci. J.* 86: 842-848.
- Norrapoke, T., M. Wanapat, A. Cherdthong, S. Kang, K. Phesatcha, and T. Pongjongmit. 2017. Improvement of nutritive value of cassava pulp and in vitro fermentation and microbial population by urea and molasses supplementation. *J. Appl. Anim. Res.* 1-6.
- Nousiainen, J., K. J. Shingfield, and P. Huntanen. 2004. Evaluation of milk urea nitrogen as diagnostic of protein feeding. *J. Dairy Sci.* 87: 386.
- NRC. 1988. *Designing Foods: Animal Product Options in the Marketplace*. Washington, DC: National Academy Press, USA.
- NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th Revised Edition. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Paura, L., D. Jonkus, and D. Ruska. 2012. Evaluation of the milk fat to protein ratio and fertility traits in Latvian brown and Holstein dairy cows. *Acta agriculturae Slovenica*. 3: 155-159.

- Rius, A. G., J. A. D. R. N. Appuhamy, J. Cyriac, D. Kirovski, O. Becvar, J. Escobar, M. L. McGilliard, B. J. Bequette, R. M. Akers, and M. D. Hanigan. 2010. Regulation of protein synthesis in mammary glands of lactating dairy cows by starch and amino acids. *J. Dairy Sci.* 93: 3114-3127.
- SAS. 2004. SAS/STAT 9. 0 User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Suzuki, T., Y. Kamiya, M. Tanaka, I. Hattori, T. Sakaigaichi, T. Terauchi, I. Nonaka, and F. Terada. 2014. Effect of fiber content of roughage on energy cost of eating and rumination in Holstein cows. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 196: 42-49.
- Tiffany, T. O., J. M. Jansen, C. A. Burtis, J. B. Overton, and C. D. Scott. 1972. Enzymatic kinetic rate and end point analyses of substrate by the use of a GeMSAEC fast analyser. *J. Clin. Chem.* 18: 829-840.
- 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: 282-287.
- Vlcek, Michal, Július Žitny, and Radovan Kasarda. 2016. Changes of fat-to-protein ratio from start to the midlactation and the impact on milk yield. *J. cent. Eur. agric.* 17(4): 1194-1203.
- Wanapat, M., and O. Pimpa. 1999. Effect of ruminal $\text{NH}_3\text{-N}$ levels on ruminal fermentation, purine derivatives, digestibility and rice straw intake in swamp buffaloes. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 12: 904.
- Wanapat, M., S. Polyorach, K. Boonnop, C. Mapato, and A. Cherdthong. 2009. Effects of treating rice straw with urea or urea and calcium hydroxide upon intake, digestibility, rumen fermentation and milk yield of dairy cows. *Livest. Sci.* 125: 238-243.
- Zebeli, Q., J. R. Aschenbach, M. Tafaj, J. Boguhn, B. N. Ametaj, and W. Drochner. 2012. Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 95: 1041-1056.