ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต คุณลักษณะซาก ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโคขุนที่ได้รับอาหารหยาบจากอ้อยหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์

Growth performance, carcass characteristics, production costs and returns of fattening beef cattle received sugarcane silage fermented with microorganisms

กิจจา มุขทั่ง[1], ธนโชติ ทองย้อย[1], ทศพร อินเจริญ[1], วันดี ทาตะกูล[1], ธนัชสัณห์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์[1], อนุพงศ์ วงค์ตามี[1], เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ[3], สุบรรณ ฝอยกลาง[4], สุภาวดี แหยมคง[2] และณรกมล เลาห์รอดพันธ์[2*]

Kitja Mukthang[1], Tanachot Tongyoy[1], Tossaporn Incharoen[1], Wandee Tartrakoon[1], Thanatchasanha Poonpaiboonpipattana[1], Anupong Wongtamee[1], Saowaluck Yammuen-art[3], Suban Foiklang[4], Suphawadee Yaemkong[2] and Norakamol Laorodphan[2*]

[1]คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
[2]คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
[3]คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[4]คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
[1]Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University
[2]Faculty of Food and Agricultural technology, Pibulsongkram Rajabhat University
[3]Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
[4]Faculty of Animal Science and Technology, Maejo University

บทคัดย่อ: การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโต คุณลักษณะซาก และต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโคขุน ที่ได้รับอาหารหยาบจากอ้อยหมักด้วยเชื้อจุลินทรีย์ โดยใช้โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ อายุประมาณ 4 ปี น้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 587.51±110.06 กิโลกรัม จำนวน 20 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) แบ่งการทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ตัว ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารหยาบเป็นเปลือกสับปะรดหมัก (Control) กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารหยาบเป็นอ้อยหมักที่ไม่มีการเสริมด้วยจุลินทรีย์ (SS) กลุ่มที่ 3, 4 และ5 ได้รับอาหารหยาบเป็นอ้อยหมักด้วยจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* (LP*), Lactobacillus fermentum* (LF) และ *Saccharomyces cerevisiae* (SSS) ที่ระดับ $1X10^7$ cfu/g ตามลำดับ โคทุกกลุ่มการทดลองได้รับอาหารข้นโปรตีน 19.86 เปอร์เซ็นต์ ในปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว ร่วมกับอาหารหยาบแบบไม่จำกัดปริมาณ ใช้ระยะเวลาการทดลอง 425 วัน พบว่าน้ำหนักสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ของแต่ละกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มที่ 4 มีแนวโน้มมากกว่ากลุ่มที่ 5 ($P = 0.17$) ด้านน้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น ร้อยละซากอุ่น ความหนาไขมันหุ้มซาก และไขมันแทรกของกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) นอกจากนี้พบว่าค่าอาหาร ค่าสายพันธุ์ ราคาซาก และกำไร ของแต่ละกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า อ้อยหมักหรืออ้อยหมักด้วยจุลินทรีย์มีศักยภาพสำหรับเป็นอาหารหยาบทางเลือกเพื่อการเลี้ยงโคขุนโดยไม่ส่งผลเสียต่อการประสิทธิภาพเจริญเติบโตและคุณภาพซาก

คำสำคัญ: อ้อยหมัก; แลคโตบาซิลลัส; ยีสต์; คุณลักษณะซาก; โคขุน

ABSTRACT: This study aimed to investigate effect of feedlot growth performance, carcass characteristics and production costs and returns of fattening beef cattle fed sugarcane silage fermented with microorganism. Twenty crossbred Charolais steers at an average age of 4 years and initial body weights of 587.51±110.06 kg were used in this study. The fattening beef cattle were randomly assigned to receive five dietary treatments (4 cattle/ treatment) in Completely Randomized Design (CRD). Five dietary treatments were 1) fed with pineapple silage as roughage source (control) 2) sugarcane silage without lactobacillus (SS) 3) sugarcane silage supplemented with *Lactobacillus plantarum* 1X10^7 cfu/g (LP) 4) sugarcane silage supplemented with *Lactobacillus fermentum* 1X10^7 cfu/g (LF) and 5) sugarcane silage supplemented with *Saccharomyces cerevisiae* 1X10^7 cfu/g (SSS). Five groups were fed concentrate (19.86% CP) at 1% of body weight. While roughage was fed ad libitum. The fattening period was lasted for 425 days. The results showed that final weight, average daily grain (ADG), and feed conversion rate (FCR) had no significant differences among treatments (P > 0.05). fattening beef cattle of the LF group tended to be higher weight gain than the SC groups (P=0.17). Hot carcass weight, chill carcass weight, hot carcass percentage, fat thickness and marbling score were not significantly different (P > 0.05). In terms of the economic return, feed cost, animal cost, carcass price and net income was no significant differences among treatments (P > 0.05). According to the results of this research, it is suggested that sugarcane silage treated with or without microorganism would be used as roughage source for fattening beef cattle without any negative effect on growth performance and carcass characteristics.

Keywords: sugarcane silage; *lactobacillus*; *saccharomyces cerevisiae*; carcass characteristics; fattening beef cattle

Corresponding author: norakamol.l@live.psru.ac.th

บทนำ

ปัจจุบันความต้องการบริโภคเนื้อภายในประเทศมีแนวโน้มสูงขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น จึงได้มีการนำสายพันธุ์โคเนื้อที่มีอัตราการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงมาเลี้ยงเพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตที่เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภคและผู้มีความต้องการเนื้อโคขุนคุณภาพหรือเนื้อที่มีไขมันแทรก (จุฑารัตน์ และญาณิน, 2548) จึงทำให้มีความต้องการเนื้อโคขุนที่มีคุณภาพและไขมันแทรก โดยการเลี้ยงโคขุนส่วนใหญ่จะใช้โคลูกผสมที่มีสายเลือดยุโรปไม่น้อยกว่า 50 ซึ่งสายพันธุ์ที่นิยมเลี้ยงขุนในประเทศไทยคือ โคลูกผสมชาร์โรเลส์ เนื่องจากโคสายพันธุ์ชาร์โรเลส์มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและไขมันแทรกสูง (ปิ่น, 2550) การขุนโคต้องให้อาหารที่มีพลังงานสูง (จุฑารัตน์ และคณะ, 2553) จากอาหารข้นเป็นหลักเพื่อให้เกิดการสะสมของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (Sami et al., 2004) และให้อาหารหยาบแบบเต็มที่ ซึ่งในการเลี้ยงโคขุนมักประสบปัญหาเรื่องอาหาร เพราะอาหารเป็นต้นทุนของการผลิตโคขุนถึงร้อยละ 60-70 (ฐิติพงษ์ และคณะ, 2562) แม้ว่าอาหารข้นจะเป็นปัจจัยหลักที่จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของโคและคุณภาพเนื้อ แต่อาหารหยาบก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน เพราะอาหารหยาบคุณภาพมักขาดแคลนและมีราคาแพงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูแล้ง (กรมปศุสัตว์, 2558) เนื่องจากในช่วงฤดูนี้มีพื้นที่มีปริมาณน้ำที่สามารถไปปลูกพืชไม่เพียงพอ ส่งผลทำให้พืชอาหารสัตว์ให้ผลผลิตลดลง จึงเป็นผลทำให้อาหารหยาบขาดแคลน นอกจากเกษตรกรผู้เลี้ยงโคขุนแล้ว เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่นก็มีความต้องการใช้พืชอาหารสัตว์ด้วยเช่นกัน จึง

ส่งผลต่อราคาอาหารหยาบ โดยอาหารหยาบที่นิยมใช้ในการขุนโค คือ ฟางข้าว เปลือกสับปะรดหมัก และหญ้าเนเปียร์หมัก (ฉัตรชัย, 2563) ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดใช้อ้อย (Sugarcane) มาเป็นอาหารหยาบสำหรับโคขุน เนื่องจากอ้อยมีราคาต่อหน่วยต่ำ ให้ผลผลิตสูง อ้อยสามารถเจริญเติบโตได้ในช่วงฤดูแล้ง (ณัฐพงษ์ และคณะ, 2555) อีกทั้งยังเป็นพืชที่ให้ความหวานและมีพลังงานสูง (Kawashima et al., 2002) และมีคุณค่าโภชนะ เช่น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย Hemicellulose และ Cellulose อยู่ที่ระดับ 4.15, 2.02, 19.13, 63.21, 19.70 และ 34.36 เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง ตามลำดับ (ฉัตรชัย และคณะ, 2562) และหากนำอ้อยมาใช้เป็นอาหารหยาบที่มีการเสริมด้วยจุลินทรีย์ จะช่วยทำให้กระบวนการหมักเกิดขึ้น ได้อย่างรวดเร็ว และอาหารสัตว์หมักที่ได้มีคุณภาพการหมักที่ดี โดย *Lactobacillus plantarum* เป็น Facultative heterofermentative bacteria ที่สามารถผลิตกรดแลคติก หรือผลิตได้ทั้ง กรดแลคติกและกรดอินทรีย์อื่น ๆ (Arriola et al., 2011) และยังมี *Lactobacillus fermentum* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ เพราะเป็นแบคทีเรียผลิตกรดแลคติกและยังสามารถผลิตกรดอื่น ๆ เช่น กรดอะซิติกได้ด้วย (Carvalho et al., 2014) ดังนั้นการเติม *L. fermentum* ลงไปในกระบวนการหมักจะทำให้ pH ลดลงได้รวดเร็วกว่าการหมักแบบธรรมชาติ ยับยั้งการสูญเสียวัตถุแห้งและการเจริญเติบโตของยีสต์ทั้งในระหว่างการหมักและภายหลังจากการสัมผัสกับอากาศ (Kristensen et al., 2010) ซึ่งทำให้การเก็บรักษาอาหารหมักภายหลังจากการเปิดใช้ได้ดี และจุลินทรีย์อีกตัวสำหรับการผลิตพืชหมัก คือ ยีสต์ นิยมใช้สายพันธุ์ *Saccharomyces cerevisiae* สามารถปลดปล่อยโปรตีนออกมานอกเซลล์ในรูปของเอ็นไซม์หรือโปรตีนที่เกาะอยู่กับผนังเซลล์ นอกจากนี้ ยีสต์ *S.cerevisiae* สามารถสังเคราะห์ mannoproteins จำนวนมาก เพื่อใช้เป็นโครงสร้างของผนังเซลล์ระหว่างการเจริญเติบโต (สินีนาฏ พลโยราช และเมธา วรรณพัฒน์, 2558) รวมถึงการเพิ่มโปรตีนในอาหารหยาบด้วย *S.cerevisiae* จะทำให้เป็นอาหารหยาบที่มีโปรตีนสูงขึ้น (นมัสนันท์ และคณะ, 2556) จาก Single cell protein ของตัวจุลินทรีย์ และช่วยรักษาสมดุลของจุลชีพในลำไส้และระบบทางเดินอาหาร

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์จากอ้อยหมักด้วยเชื้อแลคโตบาซิลลัสและยีสต์ เป็นแหล่งอาหารหยาบพลังงานสูง ต่อสมรรถภาพการผลิตของโคเนื้อสายพันธุ์ลูกผสมชาร์โรเลส์ตลอดจนคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ

วิธีการศึกษา

ใช้โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ อายุประมาณ 4 ปี น้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 587.51±110.06 กิโลกรัม จำนวน 20 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) แบ่งการทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ตัว ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารหยาบเป็นเปลือกสับปะรดหมัก (Control) กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารหยาบเป็นอ้อยหมักที่ไม่มีการเสริมด้วยจุลินทรีย์ (Sugarcane silage; SS) กลุ่มที่ 3, 4 และ5 ได้รับอาหารหยาบเป็นอ้อยหมักด้วยจุลินทรีย์ *Lactobacillus plantarum* (LP), *Lactobacillus fermentum* (LF) และ *Saccharomyces cerevisiae* (SSS) ที่ระดับ 1×10^7 cfu/g ตามลำดับ โคทุกกลุ่มการทดลองได้รับอาหารข้นสำเร็จรูปทางการค้า โปรตีน 19.4 เปอร์เซ็นต์ ที่ 1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัวร่วมกับอาหารหยาบแบบไม่จำกัดปริมาณ ชั่งน้ำหนักอาหารที่ให้และอาหารที่เหลือในแต่ละวัน ทำการทดลองระยะเวลา 425 วัน การทำอ้อยหมัก ใช้อ้อยสดพันธุ์ขอนแก่น 3 ที่อายุการเก็บเกี่ยวที่ 12 เดือน โดยการนำมาสับด้วยเครื่องสับหญ้าให้ได้ขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร ทำการบรรจุในถุงพลาสติก 2 ชั้น หมักแบบไม่ใช้อากาศ (Anaerobic condition) เป็นระยะเวลา 21 วันขึ้นไป โดยนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีอาหารทดลองโดยวิธีของ AOAC (2000) และวิเคราะห์องค์ประกอบเยื่อใยที่สำคัญได้แก่ เยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber, NDF) และเยื่อใยที่ไม่ละลายในสารฟอกที่เป็นกรด (Acid detergent fiber, ADF) ตามวิธีการของ Van Soest (1991) ทำการจดบันทึกน้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสิ้นสุดการขุน น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ปริมาณการกินได้ เพื่อมาคำนวณอัตราการเจริญเติบโตต่อวันและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

การศึกษาคุณลักษณะซาก โดยก่อนเชือดชำแหละได้ทำการจดบันทึก น้ำหนักโคมีชีวิต อดอาหารโคทดลอง 12-24 ชั่วโมง โดยคำนวณหาน้ำหนักของซากอุ่น (Hot carcass weight) น้ำหนักซากเย็น (Chill carcass weight) เปอร์เซ็นต์ซาก (Carcass percentage) ความหนาของไขมันสันหลัง (Back fat thickness) (ฉัตรชัย, 2563) และไขมันแทรก (Marbling score) พิจารณาจากไขมันอยู่ภายในเนื้อตัดสันนอก (*Longissimus dorsi*) โดยวิธีการให้คะแนนไขมันแทรกตามมาตรฐาน มกอช. 6001 – 2547 ซึ่งมีคะแนนตั้งแต่ 1 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2547) การศึกษาคุณภาพเนื้อ โดยการประเมินค่าสีเนื้อ ใช้ตัวอย่างจากเนื้อสันนอก (*Longgisimus dorsi*) โดยตัวอย่างเนื้อตัดจากซี่โครงที่ 12 ใส่ใน Vacuum package เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0 – 4 องศาเซลเซียส โดยจะวัดค่าสีของเนื้อที่ 14 วัน หลังฆ่า เมื่อครบเวลานำตัวอย่างออกจาก Vacuum package ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 60 นาที จากนั้น นำไปวัดค่าสีของเนื้อด้วยเครื่อง Minolta colorimeter (CR-300 MINOLTA, Japan) โดยวัดค่าสีของเนื้อตัวอย่าง 3 ตำแหน่ง บันทึกค่าเฉลี่ย L*, a*และ b* (ชยพล, 2556) และองค์ประกอบทางเคมี (Chemical composition) สุ่มตัวอย่างอบแห้งที่ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 36 ชั่วโมง บดผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร วิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนะโดยประมาณ (Proximate analysis (AOAC, 2000)) ได้แก่ วิเคราะห์หาวัตถุแห้ง (Dry matter, DM), โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) ,ไขมัน (Fat, ether extract, EE), ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ค่าอาหาร ค่าสายพันธุ์ ราคาซาก และกำไร โดยไม่รวมค่าแรงงาน ค่าน้ำและค่าไฟ ค่าเสื่อมสภาพโรงเรือนและอุปกรณ์ (ฉัตรชัย, 2563) งานวิจัยนี้ได้รับการรับรองภายใต้มาตรฐานการเลี้ยงสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (PSRU-(AG)-2020-007)

นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปด้วยโปรแกรม SPSS (SPSS, 2010) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาและวิจารณ์

Table 1. Chemical composition of the experimental roughages and concentrate feed

Item	CON	SS	LP	LF	SSS	Concentrate
DM	37.88	35.32	32.99	34.9	25.8	97.16
MOISTURE	6.96	6.30	6.16	6.05	8.05	6.40
CP	11.16	3.71	5.60	5.42	9.37	19.86
EE	3.68	0.05	0.39	0.05	1.39	6.80
CF	21.63	39.36	38.93	41.84	35.66	11.92
Ash	9.87	12.81	13.33	12.22	11.73	14.06
ADF	27.10	42.83	46.04	49.26	40.38	21.60
NDF	42.50	66.74	70.49	75.53	64.72	34.36

Con: corn silage, SS: sugarcane silage, LP: sugarcane silage with *Lactobacillus plantarum* $1X10^7$ cfu/g, LF: sugarcane silage with *Lactobacillus fermentum* $1X10^7$ cfu/g and SSS: sugarcane silage with *Saccharomyces cerevisiae* $1X10^7$ cfu/g

DM: dry matter; CP: crude protein; EE: ether extract; CF: crude fiber; NDF: neutral detergent fiber; ADF: acid detergent fiber

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

การศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโต (Table 2) พบว่าน้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ของแต่ละกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน (P > 0.05) ซึ่งอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของโคทดลอง อยู่ในช่วง 0.35-0.53 กิโลกรัมต่อวัน ใกล้เคียงกับ ฉัตรชัยและคณะ (2562) ณรกมลและโชค (2559) ที่รายงานว่าโคลูกผสมชาร์โรเลส์มีอัตราการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 0.39-0.64 กิโลกรัม/วัน แต่ต่ำกว่า ฐิติพงษ์และคณะ (2562) ที่รายงานว่าโคเนื้อลูกผสม (50 เปอร์เซ็นต์ บราห์มัน x 50 เปอร์เซ็นต์ ชาร์โรเลส์) อายุประมาณ 18 เดือน มีอัตราการเจริญเติบโตอยู่ในช่วง 0.91-1.14 กิโลกรัม/วัน เนื่องด้วยโคขุนในงานทดลองนี้ มีอายุประมาณ 4 ปี ซึ่งเป็นโคทดลองเป็นโคที่เลี้ยงเพื่อผลิตไขมันแทรกจึงจำเป็นต้องทำการตอนเพื่อระงับการสร้างฮอร์โมนเพศจากอัณฑะเพื่อยับยั้งการสร้างเนื้อแดงและกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน จึงทำให้โคมีการเจริญเติบโตต่ำ (สุริยะ และคณะ, 2554)

ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ของแต่ละกลุ่มไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (P > 0.05) ที่ระดับ 24.52 21.95 24.75 18.23 และ 25.24 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับ ณรกมลและโชค (2559) ที่ได้รายงานว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 16.35-24.42 แต่ยังสูงกว่า ฐิติพงษ์และคณะ (2562) ที่ได้รายงานว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 5.45-6.44 อาจเนื่องมาจากในการทดลองนี้ใช้โคที่มีน้ำหนักมากและมีระยะเวลาขุนที่นานกว่าทำให้โคมีการกินได้รวมที่สูง ซึ่ง วรรณาและคณะ (2559) รายงานว่าโคมีอายุที่มากกว่าทำให้น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่ำ จึงส่งผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่สูงขึ้น

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของกลุ่ม LF มีแนวโน้มมากกว่ากลุ่มที่ SSS (P=0.17) ที่ระดับ 156.67 และ 101.50 กิโลกรัม ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากในการทดลองนี้มีปริมาณการกินได้รวมของโคทดลองกลุ่ม LF มากกว่ากลุ่ม SSS (2,719.53 เปรียบเทียบกับ 1,920.98 กิโลกรัม ตามลำดับ) โดยที่ในอ้อยมีปริมาณเยื่อใยที่สูง การที่มีปริมาณเยื่อใยที่สูงในอาหารสัตว์อาจจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณการกินและการย่อยได้ของสัตว์ซึ่งจะลดปริมาณการกินได้ของสัตว์ลงและยังส่งผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (Humphrey, 1991) ทั้งนี้ยังมีการรายงานของ ปริชาติและคณะ (2562) ทำการศึกษาผลของ *L. fermentum* ต่อคุณภาพการหมักและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมครบส่วนหมักที่ระยะการหมักต่างกัน พบว่าการเติม LF ในอาหารผสมครบส่วนหมักมีผลทำให้ปริมาณเยื่อใยที่เป็นผนังเซลล์ (NDF) ลดลงได้ จึงอาจส่งผลทำให้โคมีย่อยได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มสูงขึ้นไปด้วย ดังนั้นการลดลงของเยื่อใยอาจจะเป็นเพราะการเกิดปฏิกิริยา acid hydrolysis กับส่วนประกอบของเยื่อใยจึงเป็นผลทำให้ปริมาณ NDF ลดลงในกลุ่มที่เติม LF (McDonald et al., 1991) และนอกจากนี้การนำเชื้อ *L. plantarum* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่อยู่ในกลุ่ม Heterolactic bacteria มีคุณสมบัติสามารถช่วยผลิตกรดแลคติกและกรดอะซิติกมาใช้ประโยชน์ในการหมัก (Arriola et al., 2011) โดยสิริพรและคณะ (2562) ศึกษาผลของ *L. plantarum BCC 65951* ต่อคุณภาพการหมักและองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมักพบว่าการเสริมต้นเชื้อ *L. plantarum BCC 65951* ยังมีผลทำให้ปริมาณโปรตีน สูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมต้นเชื้อ อีกทั้งยังพบว่าปริมาณเยื่อใยผนังเซลล์และเฮมิเซลลูโลส มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมต้นเชื้อ

Table 2. Effects of dietary roughages source on growth performance of fattening beef cattle

Item	CON	SS	LP	LF	SSS	SEM	P-value
Initial weight (Kg)	545.75	603.75	592.44	630.84	564.75	24.61	0.87
Final weight (Kg)	652.50	712.50	704.50	787.50	666.25	23.47	0.43
Weight gain (Kg)	106.75^{ab}	108.75^{ab}	112.06^{ab}	156.67^{a}	101.50^{b}	7.96	0.17
ADG (Kg/D)	0.44	0.41	0.35	0.50	0.53	0.04	0.75
FCR	24.52	21.95	24.75	18.23	25.24	2.88	0.95
Dry matter intake (kg/D)	2,188.72	2,431.72	2,717.21	2,719.53	1,920.98	1,76.69	0.59

Con: corn silage, SS: sugarcane silage, LP: sugarcane silage with *Lactobacillus plantarum* 1X10^{7} cfu/g, LF: sugarcane silage with *Lactobacillus fermentum* 1X10^{7} cfu/g and SSS: sugarcane silage with *Saccharomyces cerevisiae* 1X10^{7} cfu/g, ADG: Average Daily Gain, FCR: Feed Conversion Ratio

SEM= Standard error of the mean

a, b mean within row different superscripts are tended to be different (P=0.17)

คุณลักษณะซาก

การศึกษาคุณลักษณะซาก (Table 3) พบว่าน้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น ร้อยละซากอุ่น ความหนาไขมันหุ้มซากและไขมันแทรกของกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน (P > 0.05)

โดยน้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็นและเปอร์เซ็นต์ซาก ของแต่ละกลุ่มการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน (P > 0.05) สูงกว่า ธนาพรและคณะ (2560) ที่รายงานว่าโคลูกผสมพื้นเมืองและบราห์มัน 50 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักซากอุ่นและน้ำหนักซากเย็น โดยน้ำหนักซากอุ่นมีค่าเฉลี่ย 298.65 กก. น้ำหนักซากเย็น มีค่าเฉลี่ย 289.06 กก. เนื่องจากในการทดลองนี้ใช้โคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ซึ่งเป็นโคเมืองหนาว เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตที่สูง เนื้อคุณภาพดีและมีไขมันแทรกมากกว่าโคลูกผสมพื้นเมือง สอดคล้องกับ Waritthitham et al. (2010a, 2010b) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพซากและเนื้อโคลูกผสมพื้นเมืองไทย x บราห์มัน กับ โคลูกผสมพื้นเมืองไทย x ชาร์โรเลส์ โดยพบว่าโคลูกผสมพื้นเมืองไทย x ชาร์โรเลส์ ให้คุณภาพซากที่ดีกว่าทั้งในด้านเปอร์เซ็นต์ซากและน้ำหนักซากที่มากกว่า
ในส่วนของเปอร์เซ็นต์ซากของแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน ซึ่งใกล้เคียงกับ Laorodphan et al. (2012) ฉัตรชัยและคณะ (2563) พบว่าเปอร์เซ็นต์ซากของโคลูกผสมชาร์โรเลส์เฉลี่ยอยู่ที่ 55.06-56.65

ความหนาของไขมันสันหลังของกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน (P > 0.05) ที่ระดับเฉลี่ย 1.95 เซนติเมตร ซึ่งสูงกว่า ณรกมลและโชค (2559) ที่รายงานว่าความหนาของไขมันสันหลังของโคที่ระดับเฉลี่ย 0.97 เซนติเมตร เนื่องด้วยการทดลองนี้ใช้ระยะทดลองที่นานกว่าจึงทำให้ความหนาของไขมันสันหลังหนากว่า สอดคล้องกับการรายงานของ Duckett et al. (1993) ที่รายงานว่ายิ่งใช้ระยะเวลาเลี้ยงนานจะส่งผลให้ความหนาของไขมันสันหลังหนาขึ้น

ส่วนไขมันแทรกของกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน (P > 0.05) ที่ระดับเฉลี่ย 2.03 ต่ำกว่าการรายของ วิสูตรและคณะ (2556) ที่ศึกษาอิทธิพลของอายุแปรสภาพต่อลักษณะซากและคุณภาพเนื้อของโคขุนกำแพงแสน พบว่ามีระดับไขมันแทรกเฉลี่ยอยู่ที่ 2.28 ซึ่งในการทดลองของ วิสูตรและคณะ (2556) ใช้โคขุนสภาพอายุไม่เกิน 3 ปี และระยะเวลาการขุนสั้นเพียง 120 วัน แต่ไม่สอดคล้องกับการรายงานของ Dikeman et al. (1986) ที่รายงานว่าอิทธิพลของอายุมีผลต่อลักษณะซาก ไขมันแทรกและความหนาไขมันหุ้มซากจะเพิ่มขึ้นตามอายุ ทั้งนี้ในการทดลองใช้อ้อยซึ่งอ้อยเป็นพืชที่ให้ความหวานและ

มีพลังงานสูง (Kawashima et al., 2002) โดยเฉพาะน้ำตาล สอดคล้องกับการศึกษาของ Smith et al., (1994) อาหารพลังงานสูงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสะสมของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ นอกจากอาหารพลังงานจากอาหารข้นแล้ว ชนิดของอาหารหยาบก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้การเจริญเติบโตของโคดีขึ้น

Table 3. Effects of dietary roughages source on carcass characteristics of fattening beef cattle

Item	CON	SS	LP	LF	SSS	SEM	P-value
Hot carcass weight (kg)	374.25	397.50	403.50	468.25	378.00	23.47	0.32
Chill carcass weight (kg)	357.75	387.50	392.00	455.50	365.25	15.35	0.29
Carcass (%)	57.07	55.53	57.53	59.38	56.74	0.68	0.54
Tail (kg)	48.38	47.51	48.75	55.58	51.28	2.05	0.77
Rib fat (Kg)	9.73	11.93	11.90	11.63	11.93	1.03	0.96
Back fat thickness (cm)	1.88	2.00	1.88	2.00	2.00	0.06	0.93
Marbling score	2.00	2.25	2.13	2.13	1.63	0.12	0.59

Con: corn silage, SS: sugarcane silage, LP: sugarcane silage with *Lactobacillus plantarum* $1X10^7$ cfu/g, LF: sugarcane silage with *Lactobacillus fermentum* $1X10^7$ cfu/g and SSS: sugarcane silage with *Saccharomyces cerevisiae* $1X10^7$ cfu/g
SEM= Standard error of the mean

คุณภาพเนื้อ

การศึกษาคุณภาพเนื้อ (Table 4) พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง เปอร์เซ็นต์โปรตีน เปอร์เซ็นต์ไขมันและสีของเนื้อของกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ค่าโปรตีนและไขมันในเนื้อของกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ รักเกียรติและคณะ (2551) ที่พบว่าชนิดของอาหารหยาบไม่มีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์โปรตีนในเนื้อ

ค่าสีของเนื้อ L*,a* และ b* ของกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) เนื่องมาจากเปอร์เซ็นต์ไขมันในเนื้อโคที่มีระดับคะแนนไขมันแทรกสูง จะส่งผลทำให้ค่า L* และค่า b* สูงขึ้นเนื่องจาก ค่า L* เป็นค่าที่ได้จากการสะท้อนของแสงที่ตกลงบนพื้นผิวเนื้อ ซึ่งชิ้นเนื้อที่มีปริมาณไขมันแทรกสูงแสงที่ตกลงมาย่อมสะท้อน ไปได้มากกว่าและทำนองเดียวกันค่า b* มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับสีของไขมันในเนื้อ (ญาณินและคณะ, 2547) ซึ่งสอดคล้องกับ Fiems et al. (2000) ที่ได้ศึกษาอิทธิพลของปริมาณไขมันแทรกในเนื้อโคมีผลต่อสีเนื้อและความนุ่มพบว่าเมื่อปริมาณไขมันแทรกในเนื้อมากขึ้นจะเพิ่มสีเนื้อในรูปค่า L* (lightness) ($P < 0.01$) ทั้งนี้จากการรายงานของ Keane and Allen (1998) ที่รายงานสีเนื้อของโคที่เลี้ยงด้วยระบบการเลี้ยงโคแบบขังคอกพร้อมกับมีการให้อาหารที่มีพลังงานสูงค่าสีแดงของเนื้อ (a*) จะสูงขึ้นเนื่องจากพบว่าปริมาณของ heme pigment สูงขึ้น

Table 4. Effects of dietary roughages source on meat quality of fattening beef cattle

Items	CON	SS	LP	LF	SSS	SEM	P-value
Chemical composition							
DM (%)	33.26	35.16	32.34	34.26	36.20	0.77	0.59
CP (%)	6.04	5.84	5.56	5.82	5.46	0.10	0.44
EE (%)	23.75	23.28	24.24	23.94	24.44	0.50	0.97
Meat color							
L*	34.40	35.87	35.27	36.40	34.73	0.68	0.89
a*	14.41	13.75	14.67	14.73	13.52	0.47	0.89
b*	11.36	10.86	10.34	11.41	10.91	0.22	0.54

Con: corn silage, SS: sugarcane silage, LP: sugarcane silage with *Lactobacillus plantarum* $1X10^7$ cfu/g, LF: sugarcane silage with *Lactobacillus fermentum* $1X10^7$ cfu/g and SSS: sugarcane silage with *Saccharomyces cerevisiae* $1X10^7$ cfu/g, DM: dry matter; CP: crude protein; EE: ether extract

SEM= Standard error of the mean

ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (Table 5) พบว่าค่าอาหารค่าสายพันธุ์ ราคาซาก และกำไร ของแต่ละกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน (P > 0.05)

ซึ่งค่าอาหารของแต่ละกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน (P > 0.05) ต่ำกว่าการรายงานของฉัตรชัย และคณะ (2562) ทำการเลี้ยงขุนด้วยอาหารข้น 1.75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เฉลี่ยอยู่ที่ 27,548.80 บาท ต่างจากการทดลองนี้ที่ให้อาหารข้น 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เฉลี่ยอยู่ที่ 22,563.86 อาจเนื่องมากจากปริมาณอาหารข้นต่างกันจึงทำให้ค่าอาหารของการทดลองนี้ต่ำกว่า

ค่าสายพันธุ์และค่าซากของของแต่ละกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน (P > 0.05) โดยทางบริษัท นอร์ทเทิร์นฟาร์ม (1996) จำกัด รับซื้อโคมาเลี้ยง กิโลกรัมละ 95 บาท ส่วนของค่าซาก ได้กำหนดราคาของโคที่ผ่านการตรวจไขมันแทรกไว้ดังนี้ ระดับ 1, 2 และ 3 ประมาณ 230, 240 และ 250 บาทต่อกิโลกรัมของน้ำหนักมีชีวิต ซึ่งสูงกว่าการรายงานของณรกมล และโชค (2559) ที่พบว่าราคาซากเฉลี่ยอยู่ที่ 86,049 บาท เนื่องมาจากการกำหนดราคาของโคที่ผ่านการตรวจไขมันแทรกไว้ดังนี้ 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 และ 4.5 คือ 115, 120, 125, 130, 135 และ 140 บาทบาทต่อกิโลของน้ำหนักมีชีวิต ซึ่งราคาตามเกรดไขมันแทรกต่ำกว่าในปัจจุบัน ทำให้มีราคาขายซากที่ต่ำกว่า

กำไรของกลุ่ม LF มีกำไรมากกว่ากลุ่ม SSS แต่ไม่แตกต่างกัน (P > 0.05) อาจเนื่องมากจากต้นทุนของอาหารหยาบของกลุ่ม LF ต่ำกว่ากลุ่ม SSS (1.72 บาท เปรียบเทียบกับ 1.87 บาท) ส่งผลให้กลุ่ม LF เมื่อหลักลบค่าอาหารทำให้มีกำไรมากกว่า

Table 5. Comparison on economic net return of fattening beef cattle

Item	CON	SS	LP	LF	SSS	SEM	P-value
Feed cost (Baht)	24,427.82	21,426.14	24,387.25	24,040.88	18,537.22	1,601.55	0.77
Animal cost (Baht)	51,846.25	57,356.25	56,281.80	59,929.33	53,651.25	4,795.45	0.87
Carcass price (Baht)	92,542.50	10,1985.00	101,370.00	117,372.50	88,995.00	2,338.04	0.41
Net income (Baht)	18,373.43	23,202.61	20,700.95	33,402.29	18,726.54	3,448.26	0.68

Con: corn silage, SS: sugarcane silage, LP: sugarcane silage with *Lactobacillus plantarum* $1X10^7$ cfu/g, LF: sugarcane silage with *Lactobacillus fermentum* $1X10^7$ cfu/g and SSS: sugarcane silage with *Saccharomyces cerevisiae* $1X10^7$ cfu/g
SEM= Standard error of the mean

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาพบว่าอ้อยหมักหรืออ้อยหมักด้วยจุลินทรีย์มีศักยภาพสำหรับเป็นอาหารหยาบทางเลือกเพื่อการเลี้ยงโคขุน โดยไม่ส่งผลเสียต่อการประสิทธิภาพเจริญเติบโตและคุณภาพซากของโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัท น้ำตาลพิษณุโลก จำกัด ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2558. การเลี้ยงโคขุน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2548. คุณภาพเนื้อภายใต้ระบบการผลิตและการตลาดของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: บริษัท สุพีเรียพริ้นติ้งเฮ้าส์.

ฉัตรชัย เชื้อผู้ดี, วันดี ทาตระกูล, ประวิทย์ ห่านใต้, ทศพร อินเจริญ และ ณรกมล เลาห์รอดพันธ์. 2562. ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของโคลูกผสมชาร์โรเลส์ที่ได้รับอาหารหยาบจากเปลือก ซังข้าวโพดและอ้อยหมัก. แก่นเกษตร. 47(1): 147-152.

ฉัตรชัย เชื้อผู้ดี. 2563. การใช้อ้อยหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบทางเลือกสำหรับการผลิตโคขุน (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ชยพล มีพร้อม. 2556. ผลของการเสริมน้ำมันที่มีองค์ประกอบของกรดไขมันโอลิอิค (Oleic acid) อยู่สูงต่อผลผลิตโคเนื้อคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของโคเนื้อลูกผสมบราห์มัน. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ธนาพร บุญมี, นิราภร ชัยวง, ณัฐพันธ์ กันธิยะ, และสัญชัย จตุรสิทธา. 2560. การเปรียบเทียบสมรรถภาพการขุน คุณภาพซากและเนื้อของโคขุนลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองกับ ชาร์โรเลส์ แบล็คแองกัส และบราห์มัน. วารสารเกษตร. 33(3): 451-462.

ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ, จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, กันยา ตันติวิสุทธิกุล, และมาลัย จงเจริญ. 2547. การผลิตเนื้อโคคุณภาพสูงจากโคลูกผสมเลือดชาร์โรเล่ส์ คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ. (น.298-306). ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42 สาขาสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปิ่น จันจุฬา. (2550). การใช้เยื่อในลำต้นสาคูในอาหารโคเนื้อที่ได้รับอาหารหยาบคุณภาพต่ำ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

ปริชาติ ช่างสัก, เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ, และศิวัช สังข์ศรีทวงษ์. 2562. ผลของ *Lactobacillus fermentum* ต่อคุณภาพและองค์ประกอบทางเคมีของอาหารผสมครบส่วนหมักที่ระยะการหมักต่างกัน. แก่นเกษตร. 47(2): 289-294.

ฐิติพงษ์ นกแก้ว, นันทนา ช่วยชูวงศ์, และราชศักดิ์ ช่วยชูวงศ์. 2562. สมรรถภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของโคขุนที่ได้รับอาหารผสมสำเร็จหมักที่เสริมด้วยเชื้อแลคโตบาร์ซิลลัส และยีสต์. แก่นเกษตร. 47(2): 195-200.

ณรกมล เลาห์รอดพันธ์, และโชค โสรัจกุล. 2559. ผลของระยะเวลาการเลี้ยงขุนต่อการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของโคขุนลูกผสมชาร์โลเลส์. แก่นเกษตร. 44: 619-626.

ณัฐพงษ์ หม้อทอง, วิโรจน์ ภัทรจินดา, พรชัย ล้อวิลัย, และศิวัช สังข์ศรีทวงษ์. 2556. การใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ปรับปรุงคุณภาพชานอ้อยเพื่อเป็นอาหารในโคนมรุ่น. แก่นเกษตร. 41(1): 92-95.

มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี, พรพรรณ แสนภูมิ, วรางคณา กิจพิพิธ, และกฤติยา เลิศชุณหะเกียรติ. 2556. การศึกษาการผลิตโปรตีนเซลล์เดียวจากเปลือกสับปะรดโดยใช้ยีสต์ และบาซิลัสซับติลิสเพื่อพัฒนาเป็นอาหารสัตว์. แก่นเกษตร. 41: 80-86.

รักเกียรติ หน่อแก้ว, ธำรงศักดิ์ พลบำรุง, จีรวัส เข็มสวัสดิ์, เทอดชัย เวียรศิลป์, มิชาเอล วิคเค, และสัญชัย จตุรสิทธา. 2551. คุณภาพเนื้อและองค์ประกอบกรดไขมันในกล้ามเนื้อสันนอกของโคพื้นเมืองไทยที่เลี้ยงปล่อยพืชอาหารหยาบต่างกัน. น. 3-10. ใน: งานประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 สาขาสัตว์ และสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิสูตร ไมตรีจิตต์, ทวีพร เรืองพริ้ม, สุธิษา มาเจริญ, สมพร ปุ่นโก๋, วรเทพ ชมพูนิตย์, และริเชษฐ์ พึ่งชัย. 2556. อิทธิพลของอายุต่อลักษณะซาก และคุณภาพเนื้อของโคขุนกำแพงแสน. น. 3189-3189. ใน: การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 10 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

สิริพร อ่ำสุข, เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ, และศิวัช สังข์ศรีทวงษ์. 2562. ผลของการเติม *Lactobacillus plantarum BCC 65951* ต่อคุณค่าทางโภชนะของเปลือกข้าวโพดฝักอ่อนหมัก. แก่นเกษตร. 47(2): 759-764.

สินีนาฏ พลโยราช, และเมธา วรรณพัฒน์. 2558. ศักยภาพในการใช้ยีสต์เป็นแหล่งโปรไบโอติก. แก่นเกษตร. 43: 191-206.

สุริยะ สะวานนท์, และพีรชิต ไชยหาญ. 2554. ผลของรูปร่างลักษณะภายนอก ระดับไขมันในสูตรอาหารและระยะเวลาในการขุนต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของโคเนื้อลูกผสมเพศผู้ตอน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 42(1): 87-97.

สุริยะ สะวานนท์, คงปฐม กาญจนเสริม, ริเชษฐ์, พึ่งชัย, พีระพงษ์ เหมือนตา, และปัฐวนันท์ พันธุมาตร. 2554. ผลของการเสริมกระถินหมักและระยะเวลาในการตอนต่อสมรรถภาพการผลิตคุณลักษณะซาก และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการขุนโคเนื้อลูกผสมเพศผู้. วิทยาสารกำแพงแสน. 9: 29-40.

สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2553. คู่มือการเลี้ยงโคเนื้อทาจิมะภูพาน. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

วรรณา อ่างทอง, ทวีศักดิ์ ชื่นปรีชา, อภินันท์ จินดานิรดุล, และโสภณ ชินเวโรจน์. 2559. สมรรถนะการเจริญเติบโต และลักษณะซากโคนมเพศผู้ที่เลี้ยงเสริมโดยใช้กากมันสำปะหลังหมักเติมยีสต์และไม่เติมยีสต์. ใน รายงานผลงานวิจัยสำนักพัฒนาอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2559. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

A.O.A.C. (2000). Office Methods of Analysis. Association of official analytical chemists. Washington, DC.: n.p.

Arriola, K.G., S.C. Kim and A.T. Adesogan. 2011. Effect of applying inoculants with heterolactic or homolactic and heterolactic bacteria on the fermentation and quality of corn silage. J. Dairy. Sci. 94(3): 1511-1516.

Carvalhoa, B. F., C. L. S. Ávila, J. C. Pinto, J. Neri, and R. F. Schwana. 2014. Microbiological and chemical profile of sugar cane silage fermentation inoculated with wild strains of lactic acid bacteria. Anim. Feed Sci. 195: 1-13.

Duckett, S. K., Wagner, D. G., Yates, L. D., Dolezal, H. G., & May, S. G. 1993. Effects of time on feed on beef nutrient composition. J. Anim. Sci. 71: 2079-2088.

Dikeman M.E., G.B. Reddy, V.H. Arthaud, H.J. Tuma, R.M. Koch, R.W. Mandigo, and J.B. Axe. 1986. Longissimus muscle quality, palatability and connective tissue histological characteristics of bulls and steers fed different energy levels and slaughtered at four ages. J. Anim. Sci. 63: 92-101

Fiems, L.O., S. De Campeneere, S. De Smet, G. Van de Voorde, J.M. Vanacker, and Ch. V. Boucque. 2000. Relationship between fat depots in carcasses of beef bulls and effect on meat colour and tenderness. Meat Sci. 56: 41-47.

McDonald, P., A. R. Henderson, and S. J. E. Heron. 1991. The biochemistry of silage. 2nd ed. Chalcombe Publications, Marlow, Bucks, UK.

Humphrey, L.R. 1991. Tropical Pasture Utilization. Cambridge University Press, Cambridge.

Kawashima, T., W. Sumamal, P. Pholsen, R. Chaithiang, M. Kurihara, & M. Shibata. 2002. Feeding value of sugarcane stalk for cattle. In Animal Production and Grassland Division, Japan International Research Center for Agriculral Sciences 1-2, Owashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8686. Japan: Japan International Research Center for Agriculral Sciences.

Kristensen, N. B., K. H. Sloth, O. Hojberg, N. H. spliid, C. Jensen, and R. Thogersen. (2010). Effects of microbial inoculants on corn silage fermentation, microbial contents, aerobic stability, and milk production under field conditions. J. Dairy. Sci. 93: 3764-3774.

Keane, M. G. and P. Allen. 1998. Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meatquality of beef cattle. Livest. Prod Sci. 56: 203-214.

Laorodphan, N. 2012. Using of dried cassava pulp from ethanol process for beef cattle production (Doctoral dissertation). Chiang Mai: Chiang Mai University.

Sami, A.S., C. Augustini and F.J. Schwarz. 2004. Effects of feeding intensity and time on feed on performance, carcass characteristics and meat quality of Simmental bulls. Meat Sci. 67: 195-201.

Smith, C.L., Giordano, H., DeLotto, R. 1994. Mutational analysis of the Drosophila snake protease: an essential role for domains within the proenzyme polypeptide chain. Genetics. 136(4): 1355-1365.

SPSS. 2010. Statistical Package for Social Sciences. SPSS Inc., Chicago, IL., USA.

Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: a biometric approach. 2nd edition. McGraw-hill. New York.

Waritthitham A., C. Lambertz, H.J. Langholz, M. Wicke and M. Gauly. 2010a. Assessment of beef production from Brahman × Thai native and Charolais × Thai native crossbred bulls slaughtered at different weights. I: Growth performance and carcass quality. Meat Sci. 85: 191-195.

Waritthitham A., C. Lambertz, H.J. Langholz, M. Wicke and M. Gauly. 2010b. Assessment of beef production from Brahman × Thai native and Charolais × Thai native crossbred bulls slaughtered at different weights. II: Meat quality. Meat Sci. 85: 196-200.

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