เปรียบเทียบการขุนโคพันธุ์กำแพงแสนกับโคลูกผสมวากิวเพศผู้ตอนที่ได้รับอาหารข้นอย่างเต็มที่ต่อสมรรถภาพการขุน ลักษณะซาก คุณภาพเนื้อ และผลตอบแทนจากการขุนโค

Comparison of Kamphaeng Saen and Crossbred Wagyu Steers Feedlot Fed Concentration Diet *Ad libitum* on Performance, Carcass Characteristics, Meat Quality and Feedlot Return

อัญชลี คงประดิษฐ์[1], คมกฤช เอกฉัตร[2], ปรมาพิชญ์ เจริญศรี[1], พีระยุทธ อินกล่ำ[2], ภูมพงศ์ บุญแสน[1], ภานุวัฒน์ กาลจักร[2] และสุริยะ สะวานนท์[1]*

Anchalee Khongpradit[1], Komkrit Ekachat[2], Paramapich Jaroensri[1], Peerayuth Inklam[2], Phoompong Boonsaen[1], Panuwat Kalachak[2] and Suriya Sawanon[1]*

Received date: 4 ต.ค. 66 Revised date: 19 ม.ค. 67 Accepted date: 23 ม.ค. 67

DOI: https://doi.org/10.55003/kmaj.2025.03.24.010

บทคัดย่อ

สายพันธุ์โคเนื้อและการให้อาหารข้นที่เหมาะสมมีส่วนสำคัญอย่างมากต่อความสำเร็จในการผลิตเนื้อโคขุนคุณภาพ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการขุนโคพันธุ์กำแพงแสนและโคลูกผสมวากิว (F1 และ F2) เพศผู้ตอนที่ได้รับอาหารข้นอย่างเต็มที่ต่อสมรรถภาพการขุน ลักษณะซาก คุณภาพเนื้อ และผลตอบแทนจากการเลี้ยงโคขุน โดยใช้โคพันธุ์กำแพงแสน และโคลูกผสมวากิว (F1 และ F2) กลุ่มละ 8 ตัว (น้ำหนักเฉลี่ย 406.04 กก. และอายุเฉลี่ย 18 เดือน) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โคได้รับอาหารข้นสูตรทางการค้าและหญ้าเนเปียร์หมักอย่างเต็มที่ และเสริมฟางข้าว 1 กก./ตัว/วัน ทำการเลี้ยงโคขุนเป็นเวลา 368 วัน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม โดยใช้น้ำหนักเริ่มต้นเป็นตัวแปรร่วม เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง ด้วยวิธี Tukey's Honesty Significant Difference (HSD) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของต้นทุน รายได้ และผลตอบแทนจากการเลี้ยงโคขุนระหว่างสองสายพันธุ์ ผลการศึกษาพบว่าโคพันธุ์กำแพงแสน และโคลูกผสมวากิว (F2 และ F1) มีสมรรถภาพการขุน ลักษณะซาก และคุณภาพเนื้อไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) แต่โคลูกผสมวากิว F1 มีเปอร์เซ็นต์ซากต่ำกว่าโคลูกผสมวากิว F2 ในขณะที่โคลูกผสมวากิว F1 มีแนวโน้มที่จะมีการสะสมไขมันแทรกในมัดกล้ามเนื้อสันนอกสูงกว่า (P=0.09) โคลูกผสมวากิว F2 หรือโคพันธุ์กำแพงแสน อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้การเลี้ยงโคขุนโดยให้อาหารข้นอย่างเต็มที่ยังไม่มีความเป็นไปได้ในการลงทุน

คำสำคัญ: โคพันธุ์กำแพงแสน โคลูกผสมวากิว สมรรถภาพการขุน คุณภาพเนื้อ ผลตอบแทนจากการขุน

Abstract

Beef cattle breeds and the appropriate feeding of concentrated diet play an important role in the success of quality beef production. The objectives of the present study were to compare feedlot performance, carcass characteristics, meat quality, and feedlot return of Kamphaeng Saen beef vs. crossbred Wagyu (CW-F1 and CW-F2) steers fed concentration *ad libitum*. Kamphaeng Saen and Wagyu crossbred (CW-F1 and CW-F2) steers were divided into two groups with 8 steers each (average initial weight 406.04 kg with 18 months of age). The steers were fed a commercial concentration diet and Napier grass silage *ad libitum,* supplemented with 1 kg of rice straw/day for 368 days throughout the experiment. A completely randomized design was used for this study. The data were analyzed using analysis of covariance (ANCOVA) using initial weight as a covariance. The mean was compared using Tukey's Honesty Significant Difference test (HSD). Production cost, income, and return were compared using the average. The results showed that the feedlot performance, carcass characteristics, and meat quality of Kamphaeng Saen and crossbred Wagyu steers were not significantly different (P>0.05), but crossbred Wagyu F1 showed lower carcass percentage than crossbred Wagyu F2 while an intramuscular fat of crossbred Wagyu F1 tended to be higher (P=0.09) than crossbred Wagyu F2 or Kamphaeng Saen steers. However, in the present study, *ad libitum* feeding for feedlot steers is infeasible.

Keyword: Kamphaeng Saen beef, crossbred Wagyu, feedlot performance, meat quality, feedlot return

[1] ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140

[2] บริษัทเบทาโกร จำกัด (มหาชน) สมุทรปราการ 10130

[1] Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

[2] Betagro Public Company Limited, Samutprakarn 10130

*Corresponding author, e-mail: agrsusa@ku.ac.th

คำนำ

การผลิตเนื้อโคคุณภาพ หรือเนื้อโคพรีเมี่ยม (premium beef) เพื่อให้ได้เนื้อโคที่มีความนุ่ม มีไขมันแทรกในมัดกล้ามเนื้อสูงและมีความปลอดภัยต่อการบริโภค ต้องมีกระบวนการผลิตที่ดีและได้มาตรฐานจนกระทั่งส่งถึงผู้บริโภค ปัจจุบันความต้องการบริโภคเนื้อโคคุณภาพมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มผู้บริโภคที่มีกำลังซื้อสูง หรือนักท่องเที่ยวจากต่างประเทศ การผลิตโคเนื้อเพื่อให้ได้เนื้อโคที่มีไขมันแทรกสูงต้องเริ่มต้นจากการคัดเลือกสายพันธุ์โคที่จะนำเข้าขุนให้เหมาะสมหรือคัดเลือกสายพันธุ์โคที่มีพันธุกรรมในการสะสมไขมันแทรกในมัดกล้ามเนื้อได้ดี เช่น โคพันธุ์วากิว โคพันธุ์แองกัส โคพันธุ์กำแพงแสน โคลูกผสมชาร์โรเล่ส์ หรือโคลูกผสมวากิว (Chaiyahan, 2009; Boonsaen et al., 2017) เมื่อนำเข้ามาเลี้ยงขุนโดยให้โคได้รับอาหาร (อาหารข้นร่วมกับอาหารหยาบ) ในสัดส่วนและปริมาณที่เหมาะสม รวมทั้งระยะการเวลาในการขุนต้องเหมาะสมเพื่อให้โคได้มีการสะสมไขมันแทรกในมัดกล้ามเนื้อได้ดี ในขณะเดียวกันโคต้องใช้อาหารนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพและต้นทุนการผลิตไม่สูงมากจนเกินไป (Boonsaen et al., 2017) อย่างไรก็ตามการเลี้ยงโคขุนเป็นระยะเวลานาน โคในช่วงท้ายของการขุนจะเจริญเติบโตอย่างช้าๆ ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการใช้อาหารด้อยลงและทำให้ต้นทุนการผลิตโคสูงขึ้นตามไปด้วย แต่ถ้าโคมีปริมาณไขมันแทรกเพิ่มมากขึ้นการขุนโคนานขึ้นก็อาจจะมีความคุ้มค่าเนื่องจากปริมาณไขมันแทรกที่สูงขึ้นจะทำให้ราคาขายโคขุนเพิ่มสูงขึ้น (Sawanon, 2019) ดังนั้นการคัดเลือกสายพันธุ์โคที่เหมาะสมในการขุนเพื่อให้มีไขมันแทรกในมัดกล้ามเนื้อและโคสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมในเขตร้อนชื้นจึงมีความสำคัญต่อผลตอบแทนที่ผู้ผลิตจะได้รับจากการเลี้ยงโคขุนเป็นอย่างมาก

โคพันธุ์กำแพงแสน เป็นโคเนื้อที่ถูกปรับปรุงพันธุ์ให้มีรูปร่างขนาดใหญ่ มีมัดกล้ามเนื้อที่สมบูรณ์และเนื้อมีคุณภาพดี มีสมรรถภาพการผลิตที่ดีภายใต้สภาพแวดล้อมในเขตร้อนชื้น (Sangthong, 2006) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสภาพแวดล้อมของโลกในปัจจุบันที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น โคพันธุ์กำแพงแสนจึงเป็นโคอีกสายพันธุ์หนึ่งที่นิยมนำมาเลี้ยงขุนเพื่อผลิตเนื้อโคคุณภาพ รวมทั้งการเลี้ยงโคเนื้อในระบบอินทรีย์หรือเลี้ยงในระบบปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้า (Sawanon, 2013) แต่อย่างไรก็ตามโคพันธุ์กำแพงแสนเมื่อนำมาเลี้ยงขุนปริมาณการสะสมไขมันแทรกมีไม่มากนัก (Boonsaen et al., 2017) ในขณะที่โควากิว โดยเฉพาะอย่างยิ่งโควากิวสีดำ เป็นสายพันธุ์โคเนื้อที่เป็นที่ยอมรับว่ามีการสะสมไขมันแทรกในมัดกล้ามเนื้อได้ดีที่สุดพันธุ์หนึ่งของโลก (Ueda et al., 2007; Nade et al., 2005) โควากิวสีดำเป็นโคที่มีการปรับปรุงและคัดเลือกพันธุ์ขึ้นที่ประเทศญี่ปุ่นมาเป็นเวลานานมากกว่าเจ็ดทศวรรษ โดยในช่วงแรกของการพัฒนาและคัดเลือกโควากิวในประเทศญี่ปุ่นจะเน้นที่การคัดเลือกโคให้มีสมรรถภาพการผลิตและอัตราการเจริญเติบโตที่ดี มีมัดกล้ามเนื้อใหญ่และเหมาะในการนำมาปรุงอาหารแบบตะวันตก เช่น การทำสเต็ก และโควากิวของญี่ปุ่นเหล่านี้ได้มีการนำไปเลี้ยงในต่างประเทศ เช่น แคนนาดา สหรัฐอเมริกา และออสเตรเลีย เมื่อประมาณเกือบห้าสิบปีที่ผ่านมา แต่ในระยะหลังประเทศญี่ปุ่นได้ออกกฎหมายห้ามส่งออกพันธุกรรมโควากิว ทั้งโคมีชีวิต น้ำเชื้อ และตัวอ่อนของโควากิวไปยังต่างประเทศ ดังนั้นโควากิวหรือน้ำเชื้อโควากิวที่มีการมาเลี้ยงหรือผสมกับแม่โคในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นโควากิวที่นำเข้ามาจากประเทศสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย หรือแคนนาดา เป็นหลัก ซึ่งเป็นโควากิวสายพันธุ์ดังเดิมของญี่ปุ่น ในขณะที่โควากิวของญี่ปุ่นในปัจจุบันได้มีการพัฒนาและคัดเลือกสายพันธุ์ที่ให้ไขมันแทรกในมัดกล้ามเนื้อสูงเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบันที่นิยมบริโภคเนื้อที่มีไขมันแทรกสูงและมีความนุ่มหรือเมื่อนำมาบริโภคเหมือนกับละลายในปาก (Kahi and Hirooka, 2005) แต่โควากิวสายพันธุ์ที่มีการพัฒนาและคัดเลือกพันธุ์ขึ้นมาในช่วงหลังนี้เกิดขึ้นหลังจากประเทศญี่ปุ่นได้ออกกฎหมายห้ามส่งออกพันธุกรรมโควากิวแล้ว ดังนั้นโควากิวที่มีไขมันแทรกสูงเหล่านี้ส่วนใหญ่จึงมีการเลี้ยงกันเฉพาะในประเทศญี่ปุ่นเท่านั้น (Namikawa, 2011) ดังนั้นปัจจุบันโควากิวพันธุ์แท้ หรือน้ำเชื้อโควากิวที่มีการใช้ในประเทศไทยจึงไม่ได้หมายความว่าเป็นโควากิวที่มีการสะสมไขมันแทรกในมัดกล้ามเนื้อได้ดีทุกตัว หรือเมื่อนำน้ำเชื้อโควากิวมาผสมกับแม่โคในประเทศไทยก็ไม่ได้หมายความว่าโคลูกผสมวากิวทุกตัวจะให้เนื้อที่มีไขมันแทรกสูง แต่อย่างไรก็ตามก็มีโอกาสเป็นไปได้สูงที่โควากิว หรือโคลูกผสมวากิวที่เลี้ยงขุนในประเทศไทยจะมีปริมาณการสะสมไขมันแทรกในมัดกล้ามเนื้อได้มากกว่าโคเนื้อที่ปรับปรุงพันธุ์ขึ้นในประเทศไทย เช่น โคพันธุ์กำแพงแสน ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพการขุน ลักษณะซาก คุณภาพเนื้อ และผลตอบแทนจากการขุนโคพันธุ์กำแพงแสนและโคเนื้อลูกผสมวากิวเพศผู้ที่ได้รับอาหารข้นและอาหารหยาบอย่างเต็มที่

วิธีการศึกษา

สัตว์ โรงเรือนทดลอง การเลี้ยงและการจัดการ

การทดลองใช้โคเพศผู้ตอนสายพันธุ์กำแพงแสน (KPS) น้ำหนักเฉลี่ย 407.00 กก. และโคลูกผสมที่มีสายเลือดวากิว 50 เปอร์เซ็นต์ (CW-F1) น้ำหนักเฉลี่ย 375.00 กก. จากฟาร์มของฟาร์มโคเนื้อของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ซึ่งมีการบันทึกพันธุ์ประวัติที่ชัดเจน ส่วนโคลูกผสมที่มีสายเลือดวากิว 75 เปอร์เซ็นต์ (CW-F2) น้ำหนักเฉลี่ย 436.13 กก. ได้มาจาก

ฟาร์มเกษตรกรที่มีการจดบันทึกประวัติการผสมพันธุ์ที่ชัดเจน นำโคทั้งสามสายพันธุ์ ๆ ละ 8 ตัว มาเลี้ยงขุนในสภาพแวดล้อมเดียวกัน ภายใต้โรงเรือนเปิดหลังคากระเบื้องยกสูง พื้นคอนกรีต มีพัดลมระบายอากาศ และระบบพ่นฝอยไอน้ำ โคถูกเลี้ยงในคอกขังเดี่ยวขนาดพื้นที่ 2.5 × 4.5 ตร.ม. มีรางอาหารอยู่ด้านหน้าและอ่างน้ำสะอาดอยู่ด้านหลังคอกที่โคสามารถกินอาหารและน้ำได้ตลอดเวลา ทำความสะอาดโรงเรือนทุกวันโดยการใช้น้ำฉีดล้างมูลลงไปในบ่อพักน้ำเสียและบำบัดน้ำเสียด้วยแบบเปิด น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วนำกลับไปใช้ในการปลูกหญ้าเนเปียร์ โคทุกตัวก่อนเริ่มการทดลองทำการถ่ายพยาธิภายในระบบทางเดินอาหารโดยการกรอกปากด้วยอัลเบนดาโซล (Albendazole) และฉีดด้วยไอโวเม็ก-เอฟ (Ivomec-F) พร้อมกับการฉีดวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อยชนิด 3 ซีโรไทป์ (โอ เอ และเอเชียวัน) จากนั้นทำการฉีดวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อยทุก 4 เดือน ทำการเลี้ยงโคขุนเป็นระยะเวลา 12 เดือนที่หน่วยวิจัยสัตว์เคี้ยวเอื้อง ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ภายใต้การกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ACKU63–AGK–017)

อาหารและการให้อาหาร

โคทั้งสามสายพันธุ์ได้รับอาหารข้นสูตรทางการค้าสำหรับโคขุน และหญ้าเนเปียร์หมัก อย่างเต็มที่ โดยให้อาหารข้นและหญ้าเนเปียร์หมักแยกส่วนกัน ในแต่ละวันจะต้องมีอาหารข้นเหลือในรางไม่น้อยกว่า 1.00 กก./วัน และหญ้าเนเปียร์หมักเหลือในรางอาหารไม่น้อยกว่า 3.00 กก./ตัว และเสริมด้วยฟางข้าววันละ 1.00 กก./ตัว คุณค่าทางโภชนะของอาหารอาหารข้น หญ้าเนเปียร์หมัก และฟางข้าว แสดงใน Table 1

Table 1 Chemical composition of commercial concentrate and roughages diet (% dry matter)

Item	Commercial concentrate	Napier grass silage	Rice straw
Dry matter (%)	89.82	19.46	89.58
Organic matter	90.28	91.07	88.00
Crude protein	14.12	6.58	3.29
Crude Fat	5.20	1.94	1.62
Ash	9.18	8.93	12.00
Calcium	0.91	0.38	0.26
Phosphorus	0.75	0.31	0.05
Neutral detergent fiber **(**NDF)	25.65	68.35	72.59
Acid detergent fiber (ADF)	15.68	46.04	48.19
Acid detergent lignin (ADL)	2.58	4.85	3.28

ทำการชั่งอาหารข้นและหญ้าเนเปียร์หมักให้วันละสองมื้อ คือ มื้อเช้าเวลา 7:00-8:00 น. และมื้อเย็นเวลา 16:00-17:00 น. และชั่งฟางข้าวให้ 1.00 กก./ตัว ในมื้อเช้า ก่อนให้อาหารมื้อเช้าในวันถัดไปต้องทำการชั่งอาหาร (อาหารข้น หญ้าเนเปียร์หมัก และฟางข้าว) ที่เหลือจากการกินของโคทุกตัวในทุกวัน เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณการกินได้ในรูปของวัตถุแห้งในแต่ละวัน

การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์

1. สมรรถภาพการขุน ทำการชั่งน้ำหนักโคก่อนเริ่มการทดลอง และทำการชั่งน้ำหนักโคทุก ๆ 1 เดือน ด้วยเครื่องชั่งแบบดิจิตอล นำมาคำนวณอัตราการเจริญเติบโต (average daily gain; ADG) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (feed conversion ratio; FCR)

2. สุ่มเก็บตัวอย่างอาหารข้น หญ้าเนเปียร์หมัก และฟางข้าว เพื่อนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนะ ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter) โปรตีนรวม (crude protein) ไขมันรวม (ether extract) เถ้า (ash) แคลเซียม (calcium) ฟอสฟอรัส (phosphorus) อินทรียวัตถุ (organic matter) (AOAC, 2019; method ISO/IEC 17025) เยื่อใยในรูปผนังเซลล์ (neutral detergent fiber; NDF) เยื่อใยที่ไม่ละลายในกรด (acid detergent fiber; ADF) และลิกนิน (Acid detergent lignin; ADL) (AOAC, 2016; method ISO/IEC 17025)

3. หลังจากสิ้นสุดการขุน (12 เดือน) โคถูกส่งเข้าโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานและทำการฆ่าโคตามวิธีการฆ่าโคตามหลักสากล ณ บริษัทประกอบบีฟ จำกัด ทำการตัดแต่งซากโคแบบสากลที่สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด ทำการเก็บข้อมูลลักษณะซาก ได้แก่ น้ำหนักก่อนเข้าฆ่าหลังจากอดอาหารอย่างน้อย 18 ชั่วโมง น้ำหนักซากอุ่น (hot carcass weight) น้ำหนักซากเย็น (cold carcass weight) หลังจากบ่มซากที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 7 วัน ทำการตัดแบ่งซากโคซีกซ้ายบริเวณกระดูกซี่โครงคู่ที่ 12 และ 13 เพื่อวัดความหนาไขมันเส้นหลัง วัดขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันด้วยเครื่องวัดแผนที่ KOIUMI KP-90N ตามวิธีของ Ferreira et al. (2012) วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา (drip loss) (Honikel, 1987) และวัดค่าสีของเนื้อด้วยเครื่อง Hunter Lab's Miniscan EZ

4. การวัดระดับไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (marbling score) ทำการประเมินการสะสมไขมันแทรกในมัดกล้ามเนื้อสันนอก (Longissimus thoracis) ระหว่างกระดูกซี่โครงซี่ที่ 12 และ 13 ภายหลังการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 7 วัน กำหนดคะแนนระดับไขมันแทรกตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกษ. 6001-2547) (National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards, 2004) โดยเจ้าหน้าที่ของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด ที่มีความเชี่ยวชาญ จำนวน 3 คนเป็นผู้ประเมิน

5. การเก็บข้อมูลต้นทุนการผลิตและรายรับจากการเลี้ยงโคขุน ทำการบันทึกข้อมูลด้านต้นทุนการผลิตที่เกิดขึ้นจริงเมื่อปี พ.ศ. 2564 ได้แก่ ค่าโคก่อนเข้าขุนเฉลี่ย 100 บาท/กก. ค่าอาหารข้นสูตรทางการค้าเฉลี่ย 11.00 บาท/กก. ค่าหญ้าเนเปียร์หมักเฉลี่ย 1.50 บาท/กก. ค่าฟางข้าวเฉลี่ย 2.00 บาท/กก. ต้นทุนผันแปรอื่น (other variable costs) ได้แก่ ค่ายาถ่ายพยาธิเฉลี่ย 100 บาท (วัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อยได้รับจากกรมปศุสัตว์โดยไม่มีค่าใช้จ่าย) ค่าแรงงานเฉลี่ยวันละ 5 บาท/ตัว ค่าไฟฟ้าและค่าน้ำประปาเฉลี่ยวันละ 1 บาท/ตัว ค่าวัสดุอุปกรณ์เฉลี่ยวันละ 1 บาท/ตัว ค่าเสื่อมโรงเรือนเฉลี่ย 5 บาท/ตัว และค่าเสียโอกาสในเงินลงทุน (ร้อยละ 6) รายรับคำนวณจากราคาขายซากโคให้กับสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด โดยราคาซื้อขายซากโคเพิ่มขึ้นตามปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอกที่มากขึ้น ซึ่งเป็นไปตามประกาศราคารับซื้อซากโคขุนจากสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลภายใต้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (analysis of covariance) ของข้อมูลโดยใช้น้ำหนักเริ่มต้นเป็นตัวแปรร่วม (covariance) ข้อมูลค่าเฉลี่ยนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง ตามวิธี Tukey's Honesty Significant Difference (HSD) ทางด้านสมรรถภาพการผลิต ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินได้ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ลักษณะซากและคุณภาพเนื้อโค ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติโปรแกรม R (R Core Team, 2022) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ $P < 0.05$ และระดับแนวโน้มที่ $0.05 > P < 0.10$ ในส่วนต้นทุนการผลิต รายได้จากจำหน่ายโคขุน และกำไรหรือขาดทุนแสดงในรูปค่าเฉลี่ย

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สมรรถภาพการขุนในช่วง 3 เดือนแรก

สมรรถภาพการขุนโคพันธุ์กำแพงแสน โคลูกผสมวากิว (F1 และ F2) เพศผู้ตอน ที่ได้รับอาหารข้นและหญ้าเนเปียร์หมักอย่างเต็มที่ เป็นเวลา 92 วัน (Table 2) พบว่าโคลูกผสมวากิว F1 มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงกว่าโคลูกผสมวากิว F2 และโคพันธุ์กำแพงแสนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่โคลูกผสมวากิว (F1 และ F2) มีปริมาณการกินได้ของอาหารทั้งหมด (โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณการกินได้ของหญ้าเนเปียร์หมัก) สูงกว่าโคพันธุ์กำแพงแสนอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ในขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามพบว่าโคลูกผสมวากิว F1 มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม (82.79 บาท/กก.) ต่ำกว่าโคลูกผสมวากิว F2 (100.69 บาท/กก.) และโคพันธุ์กำแพงแสน (107.64 บาท/กก.) ในระยะสามเดือนแรกของการขุนเป็นระยะที่โคมีการตอบสนองต่อการได้รับอาหารข้นดีที่สุด ทำให้โคมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโคลูกผสมวากิว F1 เจริญเติบโตดีที่สุด

Table 2 Effect of Kamphaeng Saen (KPS) and crossbred Wagyu (CW) steers fed concentration diet *ad libitum* on feedlot performance for the first period (92 days)

Item	KPS	CW-F1	CW-F2	SEM	P-value
Initial weight (kg)	407.00	375.00	436.13	34.07	0.03
Weight gain (kg)	77.42[b]	113.25[a]	90.0a[b]	18.23	0.02
ADG (kg/day)	0.84[b]	1.23[a]	0.98a[b]	0.19	0.02
FCR	10.38	8.25	9.91	2.03	0.33
Total dry matter intake (kg)	8.44[b]	9.56[a]	9.13[a]	0.59	<0.01
Concentrate intake (kgDM/day)	6.66	7.27	7.02	0.57	0.05
Napier grass silage (kgDM/day)	0.91[b]	1.42[a]	1.41[a]	0.16	<0.01
Rice straw (kgDM/day)	0.88	0.89	0.88	0.09	0.62
Feed cost per gain (Baht)	107.64	82.79	100.69		

[a,b] Significant difference at P<0.05, SEM = standard error of the mean.

KPS = Kamphaeng Saen beef cattle, CW-F1= crossbred Wagyu F1, CW-F2= crossbred Wagyu F2.

สมรรถภาพการขุนในช่วงระหว่าง 4-6 เดือน

สมรรถภาพการขุนโคพันธุ์กำแพงแสน และโคลูกผสมวากิว (F1 และ F2) ที่ให้อาหารข้นและหญ้าเนเปียร์หมักอย่างเต็มที่ในช่วงเดือนที่ 4-6 ของการขุน (86 วัน) แสดงใน Table 3 พบว่าโคพันธุ์กำแพงแสนและลูกผสมวากิว (F1 และ F2) มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดในรูปวัตถุแห้ง และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) และพบว่าโคพันธุ์กำแพงแสนมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมอยู่ที่ 107.63 บาท/กก. ต่ำกว่าโคลูกผสมวากิว F2 และ F1 (113.52 และ 119.93 บาท/กก. ตามลำดับ) การขุนในระหว่าง 4-6 เดือน โคยังมีการตอบสนองต่อการได้รับอาหารข้นได้ดี แต่น้อยกว่าในระยะสามเดือนแรกของการขุน และการตอบสนองต่ออาหารที่ให้ของโคทั้งสามสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างทั้งอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

Table 3 Effect of Kamphaeng Saen (KPS) and crossbred Wagyu (CW) steers fed concentration diet *ad libitum* on feedlot performance for the second period (86 days)

Item	KPS	CW-F1	CW-F2	SEM	P-value
Initial weight (kg)	487.71[b]	488.25[b]	526.12[a]	18.23	0.02
Weight gain (kg)	68.00	66.50	69.42	21.97	0.98
ADG (kg/day)	0.78	0.76	0.80	0.25	0.98
FCR	10.23	11.74	12.45	4.66	0.73
Total dry matter intake (kg)	7.85	8.53	8.48	0.98	0.49
Concentrate intake (kgDM/day)	6.24	6.66	6.66	0.86	0.67
Napier grass silage (kgDM/day)	0.74	1.01	0.97	0.16	0.05
Rice straw (kgDM/day)	0.87	0.86	0.85	0.04	0.73
Feed cost per gain (Baht)	107.63	119.93	113.52		

[a,b] Significant difference at P<0.05, SEM = standard error of the mean.

KPS = Kamphaeng Saen beef cattle, CW-F1= crossbred Wagyu F1, CW-F2= crossbred Wagyu F2.

สมรรถภาพการขุนในช่วงท้ายของการขุน (ตั้งแต่เดือนที่ 7 เป็นต้นไปจนกระทั่งโคเข้าโรงฆ่าสัตว์)

สมรรถภาพการขุนโคพันธุ์กำแพงแสน และโคลูกผสมวากิว (F1 และ F2) ในช่วงท้ายของการขุน (190 วัน) แสดงใน Table 4 พบว่าโคพันธุ์กำแพงแสนและลูกผสมวากิว (F1 และ F2) มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดในรูปวัตถุแห้ง และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) แต่พบว่าโคลูกผสมวากิว F2 มีการกินได้ของหญ้าเนเปียร์หมักในรูปวัตถุแห้งสูงที่สุด รองลงมาคือ โคลูกผสมวากิว F1 และโคพันธุ์กำแพงแสนกินหญ้าเนเปียร์หมักในรูปวัตถุแห้งได้ต่ำที่สุด ในขณะที่โคพันธุ์กำแพงแสนมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมสูงที่สุดที่ 205.30 บาท/กก. รองลงมาคือ โคลูกผสมวากิว F2 และ F1 (202.94 และ 182.49 บาท/กก. ตามลำดับ) ในช่วงท้ายของการขุนจะเห็นได้ว่าโคมีการตอบสนองต่อการได้รับอาหารข้นได้ลดลง ทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตลดลงเมื่อเทียบกับช่วงแรกของการขุน ในขณะที่ปริมาณการกินอาหารข้นและอาหารหยาบเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวสูงขึ้น และผลที่เกิดขึ้นนี้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับโคทั้งสามสายพันธุ์

Table 4 Effect of Kamphaeng Saen (KPS) and crossbred Wagyu (CW) steers fed concentration diet *ad libitum* on feedlot performance for the final period (190 days)

Item	KPS	CW-F1	CW-F2	SEM	P-value
Initial weight (kg)	551.67	554.66	596.20	69.81	0.51
Weight gain (kg)	98.33	129.33	102.25	39.54	0.59
ADG (kg/day)	0.52	0.64	0.54	0.19	0.73
FCR	15.21	16.54	20.65	4.93	0.42
Total dry matter intake (kg)	9.67	10.55	10.00	0.92	0.53
Concentrate intake (kgDM/day)	8.18	8.90	8.22	0.87	0.53
Napier grass silage (kgDM/day)	0.62^{b}	0.78^{ab}	0.93^{a}	0.09	<0.01
Rice straw (kgDM/day)	0.87	0.87	0.85	0.02	0.56
Feed cost per gain (Baht)	205.30	182.49	202.94		

^{a,b} Significant difference at P<0.05, SEM = standard error of the mean.

KPS = Kamphaeng Saen beef cattle, CW-F1= crossbred Wagyu F1, CW-F2= crossbred Wagyu F2.

สมรรถภาพการขุนตลอดช่วงการทดลอง (12 เดือน)

สมรรถภาพการขุนโคพันธุ์กำแพงแสน และโคลูกผสมวากิว (F1 และ F2) ตลอดช่วงการทดลอง (368 วัน) แสดงใน Table 5 พบว่าโคพันธุ์กำแพงแสนและลูกผสมวากิว (F1 และ F2) มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณอาหารที่กินได้ทั้งหมดในรูปวัตถุแห้ง และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าตลอดระยะเวลาการขุนโคลูกผสมวากิว F1 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันอยู่ที่ 0.84 กก./วัน ในขณะที่โคลูกผสมวากิว F2 และโคพันธุ์กำแพงแสนมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันอยู่ที่ 0.71 และ 0.66 กก./วัน ตามลำดับ และในขณะเดียวกันโคลูกผสมวากิว F1 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวต่ำ อยู่ที่ 11.70 ในขณะที่โคลูกผสมวากิว F1 และโคพันธุ์กำแพงแสนมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว อยู่ที่ 13.28 และ 13.55 ตามลำดับ จึงส่งผลให้โคลูกผสมวากิว F1 มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมต่ำที่สุด (142.95 บาท/กก.) ในขณะที่โคลูกผสมวากิว F2 และโคพันธุ์กำแพงแสนมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม อยู่ที่ 156.48 และ 158.06 บาท/กก. ตามลำดับ

Table 5 Effect of Kamphaeng Saen (KPS) and crossbred Wagyu (CW) steers fed concentration diet *ad libitum* on feedlot performance for 368 days

Item	KPS	CW-F1	CW-F2	SEM	P-value
Initial weight (kg)	407.00	375.00	436.13	34.07	0.03
Final weight (kg)	650.75	684.08	697.80	69.81	0.51
Weight gain (kg)	243.68	309.67	261.07	28.58	0.20
ADG (kg/day)	0.66	0.84	0.71	0.20	0.20
FCR	13.55	11.70	13.28	3.18	0.53
Total dry matter intake (kg)	8.94	9.83	9.43	0.68	0.10
Concentrate intake (kgDM/day)	7.35	7.97	7.56	0.77	0.85
Napier grass silage (kgDM/day)	0.72	0.99	1.06	0.12	0.06
Rice straw (kgDM/day)	0.87	0.87	0.86	0.05	0.36
Feed cost per gain (Baht)	158.06	142.95	156.48		

SEM = standard error of the mean.

KPS = Kamphaeng Saen beef cattle, CW-F1= crossbred Wagyu F1, CW-F2= crossbred Wagyu F2.

จากการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าโคลูกผสมวากิว F1 เป็นโคที่ผสมข้ามระหว่างโคสายพันธุ์เมืองร้อน (โคพันธุ์กำแพงแสน) กับโคเมืองหนาว (โควากิว สายเลือดอเมริกา) ทำให้ลูกโควากิว F1 มีลักษณะของลูกผสมดีเด่น (Heterosis gene) อยู่สูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงแรกของการขุนที่ได้รับอาหารข้นและหญ้าเนเปียร์หมักอย่างเต็มที่ (Table 2) และตลอดช่วงการขุน (Table 5) ก็พบว่าโคลูกผสมวากิว F1 มีการตอบสนองต่อการขุนได้ดีส่งผลให้สมรรถภาพการผลิตที่ดี (อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน) และต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมต่ำกว่าโคพันธุ์กำแพงแสน หรือโควากิวเลือดสูง (CW-F2) (Utrera and Van Vleck, 2004; Radunz et al., 2009.) ถ้าเป็นโคลูกผสมวากิว F2 ซึ่งมีสายเลือดของโควากิวสูงถึง 75 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะของลูกผสมดีเด่นจะเริ่มลดลง และลักษณะของโคเมืองหนาวจะเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ความอดทนต่อสภาพอากาศร้อนในช่วงหน้าร้อน ความชื้นสูงและแมลงต่างๆ ในช่วงฤดูฝนลดน้อยลง แต่อย่างไรก็ตามถ้าจะเลี้ยงโคลูกผสมวากิว F2 ก็สามารถทำได้โดยการช่วยควบคุมสภาพอากาศภายในโรงเรือนหรือคอกขุนให้เย็นสบาย เช่นในการทดลองนี้รอบๆ โรงเรือนจะมีการปลูกต้นไม้ใหญ่ให้ร่มเงา และภายในโรงเรือนมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศและระบบพ่นฝอยไอน้ำ โดยจะเปิดระบบในช่วงฤดูร้อน (เปิดเวลา 12.00-16.00 น.) เพื่อให้อากาศภายในโรงเรือนเย็นลงและโคสามารถกินอาหารได้มากขึ้น

การให้อาหารข้นอย่างเต็มที่ตั้งแต่เริ่มต้นกระบวนการขุนพบว่าในระยะ 3 เดือนแรกของการขุนโคกินอาหารข้นในปริมาณมากและโคมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงมาก แต่หลังจากนั้นโคเริ่มกินอาหารข้นได้ลดลงและมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันลดลง สาเหตุน่าจะมาจากเกิดภาวะความเป็นกรดสูงในกระเพาะรูเมน (acidosis) จึงส่งผลให้โคเริ่มปรับสภาพการกินอาหารข้นลดลง (Sawanon, 2018) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าถ้าให้อาหารข้นกินเต็มที่เป็นเวลานานโคจะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวสูงขึ้น ซึ่งบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการใช้อาหารของโคมีค่าต่ำและทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมมีค่าสูงขึ้น (Table 2, 3 and 4)

ลักษณะซากและคุณภาพเนื้อโคพันธุ์กำแพงแสนและโคลูกผสมวากิว

ลักษณะซากและคุณภาพเนื้อโคพันธุ์กำแพงแสน และโคลูกผสมวากิว (F1 และ F2) (Table 6) พบว่าโคลูกผสมวากิว F1 มีเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นและซากเย็นต่ำกว่าโคลูกผสมวากิว F2 ($P<0.01$) แต่อย่างไรก็ตามโคลูกผสมวากิว F1 มีแนวโน้มที่จะมีคะแนนการสะสมไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอกสูงกว่าโคลูกผสมวากิว F2 และโคพันธุ์กำแพงแสน ($P=0.09$) ในขณะที่ลักษณะซากและคุณภาพเนื้อของโคพันธุ์กำแพงแสน และลูกผสมวากิว (F1 และ F2) ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P>0.05$) ยกเว้นค่าการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษา พบว่าเนื้อโคพันธุ์กำแพงแสนมีการสูญเสียน้ำมากกว่าโคลูกผสมวากิว (F1 และ F2) เนื่องจากอาจจะมีผลมาจากลักษณะทางพันธุกรรมของโคลูกผสมชาร์โรเล่ส์จะมีการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษาสูงกว่าโคลูกผสมวากิว (Cafferky et al., 2019; Poolthajit et al., 2022) ในขณะที่โคพันธุ์กำแพงแสนมีต้นกำเนิดของการพัฒนาพันธุ์มาจากโคสายพันธุ์ชาร์โรเล่ส์ 50 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้เนื้อโคพันธุ์กำแพงแสนมีการสูญเสียน้ำในระหว่างการเก็บรักษามากกว่าโคลูกผสมวากิว และจากการศึกษานี้จะเห็นได้ว่าโคลูกผสมวากิว F1 ซึ่งเกิดจากการใช้น้ำเชื้อของพ่อโคพันธุ์วากิว สายเลือดอเมริกา ที่ได้จากการย้ายฝากตัวอ่อนที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เป็นโคที่มีโครงสร้างใหญ่สามารถเลี้ยงได้ในสภาพอากาศร้อน แต่ต้องเลี้ยง

ในโรงเรือนไม่สามารถปล่อยแทะเล็มในแปลงหญ้าในช่วงอากาศร้อนเหมือนโคพันธุ์กำแพงแสน และได้มีการทดสอบลูก (progeny test) โดยนำมาผสมกับแม่โคพันธุ์กำแพงแสน และลูกโคเพศผู้ (CW-F1) ที่ได้นำมาเลี้ยงขุนและเข้าเชือดที่อายุไม่เกิน 30 เดือน สามารถเพิ่มคะแนนไขมันแทรกในมัดกล้ามเนื้อสันนอกได้ประมาณ 1-2 ระดับเมื่อเปรียบเทียบกับโคพันธุ์กำแพงแสน เนื่องจากโคพันธุ์วากิวเป็นโคที่มียีนในการสังเคราะห์ไขมันสะสมไว้ในร่างกายได้ดี (Motoyama et al., 2016) และสามารถถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของการสะสมไขมันแทรกไปยังโคลูกผสมได้ดี (Liu et al., 2021) แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้โคลูกผสมวากิว F2 (สายเลือดโควากิว 75%) กลับพบว่ามีปริมาณการสะสมไขมันแทรกในมัดกล้ามเนื้อสันนอกน้อยกว่าโคลูกผสมวากิว F2 เนื่องจากโคลูกผสมวากิว F2 เป็นโคที่ซื้อมากจากฟาร์มเกษตรกร ซึ่งมีการใช้น้ำเชื้อโควากิวที่มาจากพ่อที่หลากหลายตั้งแต่ในการผสมเป็นวากิว F1 และ F2 เนื่องจากน้ำเชื้อโควากิวที่มีการนำเข้ามาในประเทศไทยมีความหลากหลายของพันธุกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการสะสมไขมันแทรก ประกอบกับการผสมพันธุ์เพื่อผลิตโคลูกผสมวากิว F2 เกษตรกรไม่ได้มีการคัดเลือกสายแม่ (โคลูกผสมวากิว F1) รวมทั้งสายพ่อ (น้ำเชื้อโควากิว) ที่มีพันธุกรรมสะสมไขมันแทรกดีมาใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ จึงส่งผลทำให้ได้โคลูกผสมวากิว F2 มีปริมาณการสะสมไขมันแทรกไม่แตกต่างจากโคกำแพงแสนหรือน้อยกว่าโคลูกผสมวากิว F1 ที่ใช้น้ำเชื้อพ่อวากิวที่มีการทดสอบลักษณะของการถ่ายทอดทางพันธุกรรม (การสะสมไขมันแทรก) มาระดับหนึ่งแล้ว ดังนั้นในการผสมพันธุ์เพื่อผลิตโคลูกผสมวากิวที่มีความสามารถในการสะสมไขมันแทรกได้ดี เกษตรกรต้องให้ความสำคัญในการคัดเลือกทั้งสายที่จะนำมาเป็นแม่พันธุ์และน้ำเชื้อวากิวที่จะนำมาผสมจะต้องมียีนหรือประวัติการสะสมไขมันแทรกได้ดี ซึ่งจะส่งผลให้ได้โคลูกผสมวากิวที่มีความสามารถในการสะสมไขมันแทรกได้ดี และเมื่อนำมาเลี้ยงขุนโดยการให้อาหารข้นและอาหารหยาบในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้ยีนสะสมไขมันแทรกแสดงออกมาได้อย่างเต็มที่ จะทำให้ได้เนื้อโคที่มีไขมันแทรกในมัดกล้ามเนื้อสูงและตรงกับความต้องการของผู้บริโภค

Table 6 Effect of Kamphaeng Saen (KPS) and crossbred Wagyu (CW) steers fed concentration diet *ad libitum* on carcass characteristics and meat quality

Item	KPS	CW-F1	CW-F2	SEM	P- value
Live weight (kg)	601.17	623.75	612.67	59.24	0.84
Carcass characteristic					
Hot carcass (kg)	346.46	349.45	366.81	38.63	0.59
Hot carcass (%)	57.58^{ab}	55.99^{b}	59.80^{a}	1.42	<0.01
Cold carcass (kg)	336.00	337.23	357.00	38.23	0.59
Cold carcass (%)	55.84^{ab}	54.03^{b}	58.19^{a}	1.50	<0.01
Meat pH, at 7 days postmortem	5.54	5.58	5.56	0.05	0.48
Backfat thickness (cm)	1.40	0.90	1.62	0.50	0.17
LM area (cm^2)	93.96	93.90	101.34	16.18	0.72
Marbling score	2.00	3.00	2.00	0.66	0.09
Meat quality					
Drip loss (%)	3.60^{a}	1.56^{b}	1.47^{b}	1.36	0.04
L* Color	43.62	45.32	40.67	3.20	0.13
a* Color	20.18	19.32	19.81	2.31	0.88
b* Color	18.64	18.68	17.00	2.75	0.63

^{a,b} Significant difference at P<0.05, SEM = standard error of the mean.

KPS = Kamphaeng Saen beef cattle, CW-F1= crossbred Wagyu F1, CW-F2= crossbred Wagyu F2.

ผลตอบแทนจากการเลี้ยงโคพันธุ์กำแพงแสนและโคลูกผสมวากิวขุน

จากการคำนวณต้นทุนที่แท้จริง รายได้ และผลตอบแทนจากการเลี้ยงโคพันธุ์กำแพงแสน และลูกผสมวากิว (F1 และ F2) ที่ได้รับอาหารข้นและหญ้าเนเปียร์อย่างเต็มที่เป็นเวลา 12 เดือน (Table 7) พบว่าต้นทุนหลักส่วนใหญ่ในการขุนโคเนื้อ คือ ต้นทุนค่าอาหารในระหว่างการขุน (ร้อยละ 50-53) และต้นทุนค่าพันธุ์โคที่นำเข้ามาขุน (ร้อยละ 37-39) ต้นทุนทั้งสองส่วนนี้รวมแล้วคิดเป็นร้อยละ 90 ของต้นทุนทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งราคาอาหารโคในช่วงที่ทำการทดลองราคาอาหารข้นสูตรทางการค้าสำหรับโคเนื้อเฉลี่ย 11 บาท/กก. การเลี้ยงโคขุนเพื่อให้มีไขมันแทรกต้องใช้เวลาในการขุนนาน โดยเฉพาะในช่วงสุดท้ายของการขุน โคมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำตัวที่สูงมากทำให้มีต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมเพิ่มสูงขึ้น (Table 4) ประกอบกับการให้อาหารข้นอย่างเต็มที่ตลอดช่วงของการขุนโคจะมีประสิทธิภาพในการใช้อาหารต่ำหรือโคมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวสูงกว่าการให้อาหารข้นแบบจำกัด (French and Moloney, 2001) ในขณะที่ราคาขายโคขุนขึ้นกับน้ำหนักซากเย็นและปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสันนอก จากการทดลองนี้รายได้จากการเลี้ยงโคพันธุ์กำแพงแสนต่ำที่สุดเฉลี่ย 72,240 บาท/ตัว ในขณะที่โคลูกผสมวากิว F1 และ F2 มีรายได้เฉลี่ย 75,877 และ 76,755 บาท/ตัว เนื่องจากโคลูกผสมวากิว F2 มีน้ำหนักซากเย็นมากแม้จะมีปริมาณไขมันแทรกใกล้เคียงกับโคกำแพงแสน ในขณะที่โคลูกผสมวากิว F1 มีน้ำหนักซากเย็นใกล้เคียงกับโคกำแพงแสนแต่มีปริมาณไขมันแทรกมากกว่าโคกลุ่มอื่น อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลตอบแทนจากการเลี้ยงโคขุนที่ให้อาหารข้นเต็มที่ตลอดระยะเวลาในการขุน (12 เดือน) พบว่าการเลี้ยงโคพันธุ์กำแพงแสนมีผลตอบแทนต่ำที่สุด รองลงมาคือ โคลูกผสมวากิว F2 และ F1 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามการเลี้ยงโคขุนภายใต้เงื่อนไขนี้ในโคพันธุ์กำแพงแสน หรือโคลูกผสมวากิว (F2 และ F1) ยังไม่มีความเป็นไปได้ในการลงทุน

Table 7 Production cost and economic return of Kamphaeng Saen (KPS) and crossbred Wagyu (CW) feedlot steers fed concentration diet *ad libitum*

Item	KPS	CW-F1	CW-F2
Steer price (Baht/head)	40,700	37,500	43,613
Feed cost (Baht/head)	58,166	52,604	57,584
Other variable costs (Baht/head)	8,879	8,353	9,019
Fixed costs (Baht/head)	1,840	1,840	1,840
Total cost (Baht/head)	109,585	100,297	112,056
Total revenue (Baht/head)	72,240	75,877	76,755
Profit (Baht/head)	-37,345	-24,420	-35,301

KPS = Kamphaeng Saen beef cattle, CW-F1= crossbred Wagyu F1, CW-F2= crossbred Wagyu F2.

การเลี้ยงโคขุนเพื่อผลิตเนื้อโคที่มีคุณภาพ (เนื้อมีไขมันแทรก) เพื่อให้มีความเป็นไปได้ในการลงทุน ควรมีการควบคุมปัจจัยต่างๆ ดังนี้ (1) ใช้โคที่มีพันธุกรรมในการสะสมไขมันแทรกได้ดี โดยการคัดเลือกน้ำเชื้อโควากิวที่มีประวัติการถ่ายทอดพันธุกรรมในการสะสมไขมันแทรกไปยังรุ่นลูกได้ดีมาใช้ในการผสมพันธุ์เพื่อผลิตโคลูกผสมวากิว F1 รวมทั้งการคัดเลือกสายแม่ที่มีสมรรถภาพการผลิตที่ดีหรือให้เนื้อที่มีคุณภาพ เช่น โคพันธุกำแพงแสน (2) การให้อาหารข้นในระยะขุนไม่ควรให้กินอาหารข้นอย่างเต็มที่ตลอดช่วงของการขุน ควรให้อาหารข้นในปริมาณที่จะกำจัดในระยะแรกของการขุน และค่อยๆ เพิ่มปริมาณอาหารข้นมากขึ้น ร่วมกับการให้อาหารหยาบคุณภาพดี (หญ้าเนเปียร์หมัก) อย่างเต็มที่ เช่น ระยะการขุน 0-3, 4-6 และ 7-9 เดือน ควรให้อาหารข้นปริมาณ 6, 7 และ 8 กก./วัน ตามลำดับ และหลังจากเดือนที่สิบจนกระทั่งโคเข้าเชือดค่อยให้กินอาหารข้นแบบเต็มที่ (3) อาหารข้นและอาหารหยาบต้องมีต้นทุนหรือราคาต่ำลงไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 เมื่อเทียบกับการทดลองนี้ สามารถทำได้โดยการผสมอาหารข้นใช้เองโดยเลือกวัตถุดิบในท้องถิ่นที่มีราคาถูกควบคู่กับการปลูกพืชอาหารหยาบใช้เองภายในฟาร์ม หรือการใช้ผลพลอยได้จากภาคการเกษตรหรือโรงงานแปรรูปผลิตผลการเกษตรที่มีราคาไม่เกิน 1 บาท/กก.น้ำหนักสด หรือ 4 บาท/กก.น้ำหนักแห้ง เช่น ต้นหรือเปลือกข้าวโพดฟักอ่อน เป็นต้น

สรุปผลการศึกษา

โคพันธุ์กำแพงแสน และโคลูกผสมวากิว (F2 และ F1) เมื่อนำมาเลี้ยงขุนโดยให้อาหารข้นอย่างเต็มที่เพื่อผลิตเนื้อโคคุณภาพ (มีไขมันแทรกสูง) พบว่าโคมีสมรรถภาพการขุน ลักษณะซากและคุณภาพเนื้อไม่มีความแตกต่างกัน แต่โคลูกผสมวากิว F1 มีเปอร์เซ็นต์ซากต่ำกว่าโคลูกผสมวากิว F2 ในขณะที่โคลูกผสมวากิว F1 มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณการสะสมไขมันแทรกในมัดกล้ามเนื้อสันนอกได้ดีกว่าโคลูกผสมวากิว F2 หรือโคพันธุ์กำแพงแสน แต่การเลี้ยงโคขุนภายใต้เงื่อนไขนี้ (การให้อาหารข้นอย่างเต็มที่) ยังไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุน ดังนั้นการเลี้ยงโคขุนเพื่อผลิตเนื้อโคคุณภาพผู้ผลิตต้องทำการคัดเลือกสายพันธุ์โคก่อนที่จะนำเข้าขุน เช่น โคลูกผสมวากิวที่พ่อและแม่มีประวัติการให้ลูกที่มีการสะสมไขมันแทรกได้ดี และการให้อาหารข้นในระหว่างการขุนควรให้ในปริมาณที่จำกัดในช่วงแรกแล้วค่อยๆ เพิ่มขึ้นและให้อาหารข้นอย่างเต็มที่ในช่วงท้ายของการขุนร่วมกับการให้อาหารหยาบคุณภาพดีกินอย่างเต็มที่

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท เบทาโกร จำกัด (มหาชน) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย และสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด ที่รับซื้อโคทดลองที่ผ่านการขุนแล้ว

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ผู้เขียนขอประกาศว่าบทความนี้ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน

การมีส่วนร่วมในการเขียนบทความของผู้เขียน

ความคิดริเริ่ม (idea) และสมมุติฐา: สุริยะ สะวานนท์, อัญชลี คงประดิษฐ์, คมกฤช เอกฉัตร, ภานุวัฒน์ กาลจักร. การปฏิบัติการวิจัย การมีส่วนร่วมในการออกแบบการทดลอง การทดสอบ เครื่องมือวัด วิธีการเก็บข้อมูล และ criteria: อัญชลี คงประดิษฐ์, ปรมาพิชญ์ เจริญศรี, ภูมพงศ์ บุญแสน, พีระยุทธ อินกล่ำ. การจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การแปลผล: ปรมาพิชญ์ เจริญศรี, ภานุวัฒน์ กาลจักร, พีระยุทธ อินกล่ำ. การวิพากษ์วิจารณ์ผล การแสดง การเปรียบเทียบกับข้อสรุปหรือองค์ความรู้หรือทฤษฎีเดิม: สุริยะ สะวานนท์, อัญชลี คงประดิษฐ์, คมกฤช เอกฉัตร, ภานุวัฒน์ กาลจักร, ภูมพงศ์ บุญแสน, พีระยุทธ อินกล่ำ. การมีส่วนร่วมในการเขียน manuscript ผลงานสร้างสรรค์ นวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์: สุริยะ สะวานนท์, อัญชลี คงประดิษฐ์.

เอกสารอ้างอิง

AOAC International. (2016). **Official Methods of Analysis of Association of Official Analysis Chemists**. 20th Ed. Rockville.

AOAC International. (2019). **Official Methods of Analysis Association of Official Analysis Chemists**. 21st Ed. Rockville.

Boonsaen, P., Winn Soe, N., Maitreejet, W., Majarune, S., Reungprim T., & Sawanon, S. (2017). Effects of protein levels and energy sources in total mixed ration on feedlot performance and carcass quality of Kamphaeng Saen steers. **Agriculture and Natural Resources**, 51(1), 57-61.

Cafferky, J., Hamill, R. M., Allen, P., O'Doherty, J. V., Cromie, A., & Sweeney, T. (2019). Effect of breed and gender on meat quality of *M. longissimus thoracis et lumborum* muscle from crossbred beef bulls and steers. **Foods**, 8(173), 1-10.

Chaiyahan, P., Sawanon, S., Boonsaen, P., Panyaboon, T., Hrianthong, N., Innuruk, P., Chompunich, W., & Poonko, S. (2009). Influences of body conformation and fat feeding value on feedlot performances and carcass qualities of crossbreed beef cattle. In **proceeding of the 5th Naresuan Environmental Conference**, pp. 374-385. Naresuan University. (in Thai).

Ferreira, O. G. L., Rossi, F. D., Coelho, R. A. T., Fucilini, V. F., & Bene-detti, M. (2012). Measurement of rib-eye area by the method of digital images. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 41(3), 811–814.

French, P., & Moloney, A. P. (2001). A note on diet digestibility, feed conversion efficiency and growth in steers offered ad-libitum or restricted allowances of concentrates. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, 40(2), 271-275.

Honikel, K. O. (1987). How to measure the water–holding capacity of meat? Recommendation of standardized methods. In Tarrant, P. V., Eikelenboom, G., & Monin, G. (Ed.). **Evaluation Control of Meat Quality in Pigs**, pp. 129–142. Martinus Nijhoff.

Kahi, A. K., & Hirooka, H. (2005). Genetic and economic evaluation of Japanese Black (Wagyu) cattle breeding schemes. **Journal of Animal Science**, 83, 2021–2032.

Liu, X. D., Moffitt-Hemmer, N. R., Deavila, J. M., Li, A. N., Tian, Q. T., Bravo-Iniguez, A., Chen, Y. T., Zhao, L., Zhu, M. J., Neibergs, J. S., Busboom, J. R., Nelson, M. L., Tibary, A., & Du, M. (2021). Wagyu–Angus cross improves meat tenderness compared to

Angus cattle but unaffected by mild protein restriction during late gestation. **Animal**, 15(2), 100144. http://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100144.

Nade, T., Okumura, T., Misumi, S., & Fujita, K. (2005). Effects of feeding different levels of concentrate on growth and carcass characteristics in younger Japanese Black cattle. **Animal Science Journal**, 76(1), 43-49.

Namikawa, K. (2011). **Breeding History of Japanese Beef Cattle and Preservation of Genetic Resources as Economic Farm**. Retrieved from: https://www.ansci.wsu.edu/.../BreedingHistoryofJapaneseBeefCattle.doc.

National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards (ACOS). (2004). **National Food and Agricultural Commodity Standards**: **Cattle Meat. AIS 6001-2004.** Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai).

Motoyama, M., Sasaki, K., & Watanabe, A. (2016). Wagyu and the factors contributing to its beef quality: A Japanese industry overview. **Meat Science**, 120(1), 10–18.

Poolthajit, S., Srakaew, W., Haitook, T., Jarassaeng, C., & Wachirapakorn, C. (2022). Growth performance, blood metabolites, carcass characteristics and meat quality in finishing wagyu crossbred beef cattle receiving betaine–biotin–chromium (BBC) supplementation. **Veterinary Sciences**, 9(314), 1-15.

Radunz, A. E., Loerch, S. C., Lowe, G. D., Fluharty, F. L., & Zerby, H. N. (2009). Effect of Wagyu-versus Angus-sired calves on feedlot performance, carcass characteristics, and tenderness. **Animal Science Journal**, 87(9), 2971-2976.

R Core Team. (2022). **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from: http://www.R-project.org/.

Sangthong, S. (2006). **Kamphaeng Saen Beef Cattle**. Kamphaeng Saen Cattle Raising Club. (in Thai).

Sawanon, S. (2013). **Organic Beef Cattle Production**. Kasetsart University Press. (in Thai).

Sawanon, S. (2018). **Rumen Microbiology and Utilization.** Staff Division Kasetsart University. (in Thai).

Sawanon, S. (2019). Unit 12 Business management for beef cattle production. In **The Course Material on Business Management for Animal Production: Unit 8-15**, pp. 12-1–12-41. Office of the University Press, Sukhothai Thammathirat Open University. (in Thai).

Ueda, Y., Watanabe, A., Higuchi, M., Shingu, H., Kushibiki, S., & Shinoda, M. (2007). Effect of intramuscular fat on the beef traits of Japanese Black steers (Wagyu). **Meat Science**, 78(1), 189-194.

Utrera, A. R., & Van Vleck, L. D. (2004). Heritability estimates for carcass traits of cattle: a review. **Genetics and Molecular Research**, 3(3), 380-394.