

ผลของระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่กินได้ต่อคุณภาพเนื้อของโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองไทย

Effects of metabolizable energy intake on meat quality of Thai native cattle

นัทธมน ตั้งจิตวัฒนาชัย¹ และ กฤตพล สมมัตย์^{1*}
Natthamon Tangjitwattanachai¹ and Kritapon Sommart^{1*}

บทคัดย่อ: งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของระดับพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ที่กินได้ต่อคุณภาพเนื้อของโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองไทย โดยใช้โคขุนเพศผู้พันธุ์พื้นเมืองไทยที่มีอายุเฉลี่ย 13 เดือนและมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 92.5 ± 15.4 กิโลกรัม จำนวน 18 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มซ้อน และทำการสุ่มสัตว์ให้ได้รับปัจจัยอาหารทดลอง คือ ระดับของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในอาหาร 3 ระดับ ได้แก่ 1) 1.3 เท่าของระดับเพื่อการดำรงชีพ 2) 1.7 เท่าของระดับเพื่อการดำรงชีพ และ 3) ให้กินแบบเต็มที่ มีระยะเวลาให้อาหารทดลองนาน 136 วัน สิ้นสุดระยะทดลอง ทำการชำแหละและสุ่มเก็บตัวอย่างเนื้อสันใน สันนอก สะโพก ขา เสือร้องไห้ และเนื้อแดง มาวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีและทดสอบการชิม ผลการทดลองพบว่า พบว่า ชนิดของกล้ามเนื้อและระดับของพลังงานที่กินได้ที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ค่าองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อมีความแตกต่างกัน โดยกลุ่มที่ได้รับพลังงานแบบให้กินเต็มที่ที่มีค่าโปรตีนในกล้ามเนื้อต่ำที่สุด (20.64 %) แต่มีปริมาณไขมันสะสมในกล้ามเนื้อสูงที่สุด (6.96%) และไม่พบอิทธิพลของชนิดกล้ามเนื้ออันเนื่องมาจากปัจจัยของระดับของพลังงานที่กินได้ต่อองค์ประกอบทางเคมี ด้านการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ระดับของพลังงานที่กินได้ไม่มีอิทธิพลต่อค่าความชุ่มฉ่ำ รสชาติและการยอมรับโดยรวมแต่ส่งผลต่อค่าความนุ่มของเนื้อ โดยกล้ามเนื้อส่วนที่ผู้บริโภคให้การยอมรับและชื่นชอบมากที่สุด คือ กล้ามเนื้อสันใน รองลงมา คือ กล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อสะโพก ตามลำดับ

คำสำคัญ: คุณภาพเนื้อ โคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองไทย พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

Abstract: This study was aimed to evaluate the effects of metabolizable energy intake on meat quality of Thai native cattle. Eighteen Thai native beef cattle, average initial body weight 92.5 ± 15.4 kg, were fed 3 dietary treatments in a nested design. Dietary treatments were levels of metabolizable energy intake as follow; T1 = 1.3 M, T2 = 1.7 M and T3 = *ad libitum* (M = Maintenance requirement: $450 \text{ KJ/kgBW}^{0.75}/\text{d}$). Animals were housed in the individual pens and allowed to adaptation period of 2 weeks and 136 days of data collection period. The results showed that the muscle types and levels of metabolizable energy intake were influence ($P < 0.05$) on protein and fat composition of meat. Tenderness was increased ($P < 0.05$) with increasing metabolizable energy intake, but the metabolizable energy intake had no ($P > 0.05$) affected on juiciness, flavor and overall acceptability.

Keywords: Quality, Meat, Metabolizable energy, Thai native cattle

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002

* Corresponding author: kritapon@kku.ac.th

บทนำ

โคพื้นเมืองเป็นสัตว์เลี้ยงที่อยู่คู่กับวิถีชีวิตคนชนบทมาเป็นระยะเวลานาน เนื้อโคพื้นเมืองส่วนใหญ่ถูกป้อนเข้าสู่ตลาดท้องถิ่น ซึ่งมีการจำหน่ายเนื้อตามเขียงเนื้อหรือตลาดสดทั่วไป (จุฑาธรัตน์ และคณะ, 2552) เนื่องจากโคพื้นเมืองที่อยู่ในมือเกษตรกรรายย่อยมักเป็นโคแก่ที่อายุมากหรือโคที่ถูกคัดทิ้ง และมีการเลี้ยงแบบปล่อยให้แทะเล็มตามธรรมชาติ ขาดการดูแลเอาใจใส่อย่างจริงจังทั้งในด้านการปรับปรุงพันธุ์ การให้อาหาร การรักษาโรค (สุทธิพิศ และคณะ, 2550) ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้ว โคพื้นเมืองมีศักยภาพในการให้ผลผลิต และสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพอากาศร้อนชื้นอย่างประเทศไทยได้เป็นอย่างดีเหมาะสำหรับการพัฒนาไปสู่การผลิตในเชิงพาณิชย์ได้ หากมีระบบการเลี้ยง การฆ่าและและการตัดแต่งที่ถูกต้องตามหลักมาตรฐานปัจจุบันคนไทยได้มีการตื่นตัวและหันมาบริโภคเนื้อคุณภาพดีมากขึ้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำการพัฒนาระบบการเลี้ยงขุนเพื่อผลิตเนื้อคุณภาพดีเข้าสู่อุตสาหกรรมเนื้อโค ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญและสามารถส่งผลถึงคุณภาพเนื้อโคได้ คือ การจัดการด้านอาหาร การเลี้ยงขุนด้วยอาหารพลังงานสูงจะส่งผลให้องค์ประกอบของซากเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในส่วนไขมันและโปรตีน (Monson et al., 2005; Schoonmaker et al., 2003) และมีผลต่อรสชาติตลอดจนความนุ่มของเนื้อโค (Miller, 2002) แต่อย่างไรก็ตาม การศึกษาวิจัยด้านคุณภาพเนื้อโคโดยมุ่งเน้นที่องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อ และการทดสอบค่าการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้ประสาทสัมผัสยังมีอยู่อย่างจำกัด (พร้อมลักษณ์ และสุภัทรา, 2552) ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของพลังงานที่กินได้ที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อและค่าการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อโคพื้นเมืองไทย ซึ่งใช้เป็นแนวทางเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองไทยนำไปสู่การขยายโอกาสทางการตลาดและเข้าสู่ตลาดระดับกลางและตลาดระดับสูงต่อไป

วิธีการศึกษา

ทำการเลี้ยงโคเนื้อเพศผู้พันธุ์พื้นเมืองไทยจำนวน 18 ตัว ที่มีอายุเฉลี่ย 13 เดือนและมีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 92.5 ± 15.4 กิโลกรัม วางแผนการทดลองแบบสุ่มซ้อน โดยสุ่มให้สัตว์ให้ได้รับปัจจัยอาหารทดลองจำนวน 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) อาหารที่มีระดับของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 1.3 เท่าของระดับเพื่อการดำรงชีพ, 2) 1.7 เท่าของระดับเพื่อการดำรงชีพ และ 3) ให้กินแบบเต็มที่โดยมีระดับเพื่อการดำรงชีพเท่ากับ 450 กิโลจูลต่อน้ำหนักแมทาบอลิกต่อวัน (Chaokaur et al., 2007) ทำการทดลองและเก็บบันทึกข้อมูลนาน 136 วัน เมื่อสิ้นสุดระยะทดลอง ทำการฆ่าชำแหละ และทำการตัดแต่งซากแบบไทยตามวิธีการของชัยณรงค์ (2529) หลังจากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อสันใน สันนอก สะโพก ขา เสือร้องไห้ และเนื้อแดง ประมาณ 1.5 กิโลกรัม โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 นำไปวิเคราะห์หาค่าองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น เถ้า ไขมัน และโปรตีนตามวิธีการของ AOAC (1990) และวิเคราะห์หารูปแบบการสะสมของกรดไขมันตามวิธีการของ Folch et al. (1957) ส่วนที่ 2 นำไปทดสอบค่าการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธีการประเมินทางประสาทสัมผัสตามวิธีการของ Monson et al. (2005)

การบันทึก และวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนโดยวิธี Analysis of variance (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มซ้อน (Nested design) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองโดยวิธี Duncan's new multiple range test ด้วยโปรแกรม SAS

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ค่าปริมาณการกินได้ของอาหารและพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้

ปริมาณการกินได้ของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จากงานวิจัยครั้งนี้มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณการกินได้ของอาหารที่ให้ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 1) โคพื้นเมืองจากงานวิจัยครั้งนี้มีค่าปริมาณการกินได้เต็มที่เฉลี่ย 56.64-73.72 g/kgBW^{0.75}/d และปริมาณการกินได้ของพลังงานเฉลี่ย 590.83-775.16 KJ/kgBW^{0.75}/d ซึ่งคิดเป็น 1.31-1.72 เท่าของระดับเพื่อการดำรงชีพ โดยมีค่าสูงสุดในกลุ่มที่ได้รับอาหารแบบให้กินเต็มที่

ค่าองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อโคพื้นเมือง

จากการศึกษา พบว่า ระดับพลังงานที่กินได้ส่งผลให้เกิดการสะสมไขมันเนื้อให้มากขึ้นได้ ดังจะเห็นได้จากเมื่อสัตว์มีการกินได้ของพลังงานที่เพิ่มขึ้น มีผลให้ค่าไขมันในเนื้อเพิ่มจาก 5.88% เป็น 6.96% ซึ่งค่าของไขมันในกล้ามเนื้อโคพื้นเมืองที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่ารายงานของจุฑารัตน์และคณะ (2552) ที่พบว่าเนื้อโคพื้นเมืองไทยมีค่าของไขมันในเนื้อเฉลี่ยอยู่ที่ 0.77% และรายงานของพร้อมลักษณ์ และสุภัทรา (2552) (0.58%) อย่างไรก็ตามค่าที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับรายงานของ Uriyapongson et al (2005) ที่

พบว่า เนื้อโคพื้นเมืองไทยมีค่าไขมันสะสมในกล้ามเนื้อสันนอกและสะโพกเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.83%-11.72% ซึ่งโคเนื้อที่เลี้ยงในระบบการจัดการแบบขังคอกและขุนด้วยอาหารข้นพลังงานสูงจะมีโอกาสสร้างไขมันแทรกในกล้ามเนื้อได้สูงกว่าและมีความชื้นในมัดกล้ามเนื้อในปริมาณต่ำกว่าโคที่ปล่อยแทะเล็ม (Schoonmaker et al., 2003) ด้านรูปแบบของกรดไขมัน พบว่า ค่าพลังงานที่กินได้ไม่มีผลต่อรูปแบบการสะสมกรดไขมันทั้งในส่วนของกรดไขมันอิ่มตัว กรดไขมันไม่อิ่มตัว และกรดไขมันคอนจูเกตเตดลิโนเลอิก ($P > 0.05$) ซึ่งค่าของกรดไขมันคอนจูเกตเตดลิโนเลอิกที่สะสมในกล้ามเนื้อโคพื้นเมืองที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับเนื้อโคพื้นเมืองที่ได้จากรายงานอื่น (0.36 g/100 g fat) (จุฑารัตน์ และคณะ, 2552) และมีค่าสูงกว่ากรดไขมันคอนจูเกตเตดลิโนเลอิกที่สะสมในกล้ามเนื้อโคยุโรปพันธุ์แองกัส (0.16-0.25 g/100 g fat) (Elmore et al., 2004) และโคลูกผสมพันธุ์ชาร์โรเลห์ (0.10-0.14 g/100 g fat) ซึ่งสัดส่วนกรดไขมันในเนื้อจะแปรผันตามแหล่งอาหารและชนิดของกล้ามเนื้อ (Elmore et al., 2004; Sethakul et al., 2007) จากงานวิจัยนี้บ่งชี้ให้เห็นว่า เนื้อโคพื้นเมืองมีค่าปริมาณของกรดไขมันที่ไม่อิ่มตัวสูงกว่าเนื้อโคลูกผสมยุโรป ดังนั้นสามารถใช้เป็นแนวทางในการผลิตเนื้อคุณภาพดีเพื่อป้อนเข้าสู่ตลาดระดับสูงต่อไปในอนาคต

ตารางที่ 1 ปริมาณการกินได้ของอาหารและปริมาณการกินได้ของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ในโคเนื้อพื้นเมืองไทย

Item	Level of metabolizable energy intake			SEM
	1.3M	1.7M	<i>ad libitum</i>	
No. of animal	6	6	6	
Initial weight, kg	92.92	95.17	94.75	2.51
Final weight, kg	134.45 ^b	151.75 ^{ab}	164.72 ^a	6.21
Feed intake				
kgDM/d	1.97 ^b	2.54 ^a	2.84 ^a	0.11
% BW	1.74 ^b	2.05 ^a	2.19 ^a	0.05
g/kgBW ^{0.75} /d	56.64 ^c	68.41 ^b	73.72 ^a	1.64
Energy intake				
GE intake, KJ/kgBW ^{0.75} /d	1063.91 ^b	1202.72 ^a	1279.63 ^a	29.17
ME intake, KJ/kgBW ^{0.75} /d	590.83 ^c	713.53 ^b	775.16 ^a	17.15

^{a-c} อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 2 ค่าองค์ประกอบทางเคมีและกรดไขมันในเนื้อโคพื้นเมืองไทยที่มีการกินได้ของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน

	Muscle*				Energy intake				P-value **	
	SM	LD	RM	PM	GN	1.3M	1.7M	ad /lb	SEM	M(E)
DM	34.26 ^a	32.59 ^b	31.21 ^c	33.02 ^b	32.49 ^b	32.06 ^b	32.85 ^a	33.34 ^a	0.15	0.01
CP	21.23 ^{ab}	21.44 ^{ab}	20.31 ^c	20.31 ^a	21.50 ^{ab}	21.65 ^a	20.90 ^b	20.64 ^b	0.14	0.02
Ash	4.21 ^a	3.98 ^a	3.99 ^a	3.92 ^a	3.44 ^b	4.08 ^a	3.87 ^{ab}	3.75 ^b	0.07	0.14
EE	6.42 ^b	6.90 ^{ab}	7.99 ^a	6.53 ^b	5.18 ^c	5.88 ^b	6.66 ^{ab}	6.96 ^a	0.21	0.09

Fatty acid composition (g/100 g of fat)

SFA	50.86	51.86				50.63	53.52	49.68	1.10	0.66	0.35	0.21
MUFA	33.86	35.58				34.69	32.18	37.80	1.20	0.48	0.19	0.09
PUFA	5.22	3.72				4.96	4.65	3.67	0.37	0.05	0.38	0.28
Total CLA	0.26	0.25				0.24	0.24	0.29	0.03	0.96	0.76	0.44

^{a-c} อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

* LD = กล้ามเนื้อสันนอก, PM = กล้ามเนื้อสันใน, SM = เนื้อสะโพก, RM = เนื้อแดง, GN = กล้ามเนื้ออก, SFA=กรดไขมันอิ่มตัว, MUFA = กรดไขมันไม่อิ่มตัว 1 พันธะ, PUFA = กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายพันธะ

**M = ชนิดกล้ามเนื้อ, E = ระดับพลังงานที่กินได้, M(E) = =ชนิดของกล้ามเนื้อที่ได้รับอิทธิพลเนื่องมาจากระดับพลังงาน

ตารางที่ 3 ค่าการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อโคพื้นเมืองไทยที่มีการกินได้ของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน

	Muscle*				Energy intake				P-value**	
	LD	PM	SM	TG	1.3M	1.7M	ad /lb	SEM	M	M(E)
Tenderness	1.82 ^b	1.76 ^b	2.01 ^a	1.98 ^a	1.98 ^a	1.86 ^b	1.83 ^b	0.03	0.001	0.028
Juiciness	1.98 ^b	2.04 ^b	2.02 ^b	2.24 ^a	2.05	2.04	2.12	0.02	0.001	0.413
Flavor	1.94 ^b	1.94 ^b	2.06 ^{ab}	2.17 ^a	2.03	2.01	2.04	0.02	0.001	0.936
Overall	1.91 ^b	1.87 ^b	2.00 ^{ab}	2.08 ^a	1.94	1.99	1.96	0.02	0.011	0.723

^{a-c} อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

* LD = กล้ามเนื้อสันนอก, PM = กล้ามเนื้อสันใน, SM = เนื้อสะโพก และ TG = เนื้อร้องไข, ระดับคะแนน 1 ถึง 4, โดย 1 = ชอบมาก และยิ่งพอใจมาก , 4 = ไม่ชอบและไม่พึงพอใจ

ค่าการยอมรับของผู้บริโภคโดยการประเมินทางประสาทสัมผัส

ทางด้านการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ระดับของพลังงานที่กินได้ไม่มีอิทธิพลต่อค่าความชุ่มฉ่ำรสชาติและการยอมรับโดยรวม ($P>0.05$) ด้านความนุ่มของเนื้อ พบว่า กลุ่มที่มีการกินได้ของพลังงานสูงมีค่าความนุ่มเนื้อสูงกว่ากลุ่มที่มีการกินได้ของพลังงานที่ต่ำ ($P<0.05$) ขณะเดียวกันในด้านของชนิดกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันส่งผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคที่แตกต่างกัน ($P<0.05$) ซึ่งกล้ามเนื้อสันในเป็นกล้ามเนื้อส่วนที่ผู้บริโภคนิยมมากที่สุด รองลงมา คือ กล้ามเนื้อสันนอก และกล้ามเนื้อสะโพก ตามลำดับ ค่าที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Wulf and Page (2000) ที่พบว่า ค่าความนุ่มของเนื้อบริเวณกล้ามเนื้อสันในมีค่าสูงกว่ากล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อสะโพก ตามลำดับ และเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับงานทดลองของ Marino et al. (2006) ที่พบว่า ค่าความนุ่มและรสชาติของเนื้อที่มาจากกล้ามเนื้อสันนอกมีค่าคุณภาพในการบริโภคที่ดีกว่ากล้ามเนื้อสะโพก ค่าการยอมรับของผู้บริโภคสามารถบ่งชี้ถึงพฤติกรรมและความชื่นชอบของผู้บริโภคที่มีต่อกล้ามเนื้อแต่ละชนิดได้ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาระบบการเลี้ยงขุนให้มีความเหมาะสมและสามารถผลักดันเนื้อโคพื้นเมืองเข้าสู่ระบบตลาดชั้นกลางและสูงต่อไปได้ในอนาคต

สรุป

การเพิ่มปริมาณการสะสมไขมันในกล้ามเนื้อสามารถทำได้โดยทำการเพิ่มระดับของพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ทีกินได้ โดยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดจะมีการสะสมของไขมันที่แตกต่างกัน แต่ไม่พบอิทธิพลของชนิดกล้ามเนื้ออันเนื่องมาจากปัจจัยของระดับของพลังงานที่กินได้ที่มีต่อค่าองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อ อย่างไรก็ตาม กล้ามเนื้อส่วนที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบมากที่สุดคือเนื้อแดงและกล้ามเนื้อสันนอก ด้านการยอมรับของผู้บริโภคพบว่า ระดับของพลังงานที่กินได้ไม่มีอิทธิพลต่อค่าความ

ชุ่มฉ่ำ รสชาติและการยอมรับโดยรวมแต่ส่งผลต่อค่าความนุ่มของเนื้อ โดยกล้ามเนื้อส่วนที่ผู้บริโภคให้การยอมรับและชื่นชอบมากที่สุด คือ กล้ามเนื้อสันใน รองลงมา คือ กล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อสะโพกตามลำดับ

References

- ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.
- จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ พรณิกา ศิวะพิรุฬห์เทพ. 2552. คุณค่าเนื้อโคไทย. Amarin Printing and publishing public company limited, กรุงเทพฯ.
- จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ญาณิน โอบาสพัฒนกิจ ปิยะชนิต อินทรพรอุดม และ ปิยะดา ทวีขศรี. 2552. คุณภาพโคเนื้อพื้นเมืองและโคลูกผสมพันธุ์ต่างๆ ภายใต้ระบบการผลิตเนื้อโคในประเทศไทย. ในรายงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี เนื้อสัตว์ ครั้งที่ 1 ประจำปี 2552. ระหว่างวันที่ 17-18 ธันวาคม 2552. โรงแรมรามารักษ์เดินส์, กรุงเทพฯ.
- พร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล และ สุภัทรา ลิลิตชาญ. 2552. คุณค่าทางด้านโภชนาการของเนื้อโคพื้นเมืองและเนื้อโคขุนลูกผสม. ในรายงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ครั้งที่ 1 ประจำปี 2552. ระหว่างวันที่ 17-18 ธันวาคม 2552. โรงแรมรามารักษ์เดินส์, กรุงเทพฯ.
- สุนทรพร ดวนใหญ่ สมพร ดวนใหญ่ วรวิทย์ ธนสุนทรสุทธิ ปิยะศักดิ์ สุวรรณ และ สมพงษ์ศักดิ์ แก้วกิจ. 2552. การผลิตเนื้อโคธรรมชาติ: คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ. ในรายงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ครั้งที่ 1 ประจำปี 2552. ระหว่างวันที่ 17-18 ธันวาคม 2552. โรงแรมรามารักษ์เดินส์, กรุงเทพฯ.
- AOAC. 1985. Official Method of Analysis. The Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., U.S.A.
- Elmore, J. S., H. E. Warren, D. S. Mottram, N. D. Scollan, M. Enser, R. I. Richardson and J. D. Wood. 2004. A comparison of the aroma volatiles and fatty acid compositions of grilled beef muscle from Aberdeen Angus and Holstein Friesian steers fed diets based on silage or concentrates. Meat. Sci. 68: 27-33.

- Folch, J., M. Lees, and G. H. S. Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.* 226: 497-509.
- Marino, R., M. Albenzio, A. Girolami, A. Sevi, and A. Braghieri. 2006. Effect of forage to concentrate ratio on growth performance and on carcass and meat quality of Podolian bulls. *Meat Sci.* 72:415-424.
- Miller, R. K. 2002. Factors affecting the quality of raw meat. Meat processing improving quality. Woodhead Publishing Limited Press, North America, USA.
- Monson, F., C. Sanudo, and I. Sierra. 2005. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Science.* 71:471-479.
- Schoonmaker, J.P., M.J. Cecava, and S.C. Loerch. 2003. Effect of source of energy and rate of growth on performance, carcass characteristics ruminal fermentation, and serum glucose and insulin of early weaned steers. *J. Anim. Sci.* 81:843-855.
- Sethakul, J., Y. Opatpatanakit, K. Turnvisoottikul and W. Prom-in. 2007. Retail cuts percentage and meat quality of feedlot steers under production system of Kamphaengsaen beef cooperative. Beef production. p. 179-186 In *Proceeding of the animal science research. The 45th annual conference.* Bangkok, Thailand.
- Uriyapongson, S., R. Potchanapan, A. Sankaew, T. Tatong, W. Toburan and J. Uriyapongson. 2005. Comparative study on composition of meat, eating quality and appearance of loin from 4 native cattle. AHAT/BSAS International Conference, Khon Kaen, Thailand.
- Wulf, D. M., and J. K. Page. 2000. Using measurement of muscle color, pH, and electrical impedance to augment the current USDA beef quality grading standards and improve the accuracy and precision of sorting carcass into palatability groups. *J. Anim. Sci.* 78:2595-2607.