

## ผลของการเสริมวิตามินอีต่อคุณภาพของเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) ของโคลูกผสมบราห์มัน x พื้นเมืองไทย

สุทธิพงษ์ อูริยะพงศ์สรณ์<sup>1</sup> เวชสิทธิ์ โทบุราณ<sup>2</sup> ถนอม ทาทอง<sup>3</sup> พรพรรณ แสนภูมิ<sup>4</sup>  
และ ประสาน ตั้งควัฒนา<sup>5</sup>

### Abstracts

Uriyapongson, S.<sup>1</sup>, Toburan, W.<sup>1</sup>, Tatong, T.<sup>1</sup>, Sanpoom, P.<sup>1,2</sup> and Tangkawattana, P.<sup>3</sup>  
Effects of vitamin E supplementation on loin (*Longissimus dorsi*)  
quality in Brahman x Thai native cattle  
Songklanakar J. Sci. Technol., 2005, 27(6) : 1189-1197

This experiment was conducted to study effects of vitamin E supplementation on physical, chemical and eating quality of *longissimus dorsi* muscle of Brahman x Thai native cattle. Four groups of three Brahman x Thai native steers, weighing 150-160 kg, were fed with concentrate supplemented with vitamin E at 0, 100, 200, 400 ppm before and after grazing in the pasture. The experiment lasted 120 days. At the end of the feeding trial all cattle were slaughtered and *longissimus dorsi* muscles were collected to determine various meat

<sup>1</sup>Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture <sup>3</sup>Department of Anatomy, Faculty of Veterinary Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002 Thailand. <sup>2</sup>Faculty of Animal Sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University, Petchaburi Campus, Cha-am, Petchaburi, 76120 Thailand.

<sup>1</sup>Ph.D.(Animal Science) รองศาสตราจารย์ <sup>2</sup>วท.บ.(สัตวศาสตร์) <sup>3</sup>นักศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาสัตวศาสตร์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ <sup>4</sup>Ph.D.(Muscle Biology) รองศาสตราจารย์ ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002 <sup>5</sup>วท.ม.(สัตวศาสตร์) คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตเพชรบุรี อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี 76120

Corresponding e-mail: suthipng@kku.ac.th

รับต้นฉบับ 28 ตุลาคม 2547      รับลงพิมพ์ 1 เมษายน 2548

quality aspects. The results showed that the lowest shear force value of meat in the 400-ppm group indicated a more tender in comparison to the others. All supplementation levels had no effect on pH of the meat. Water holding capacity of the meat (after chilled for 24 hours) from the 100-ppm group, was significantly different ( $P<0.05$ ) from those in the other groups. Lightness (l value) was highest in the 200-ppm group. Redness (a value) of the meat in the 400-ppm group was lower than the others. Yellowness (b value) of the meat in the 400-ppm group was lower than in the 200-ppm group but not significantly different from those in the 0- and 100-ppm groups. Supplementation of vitamin E at any levels did not affect ( $P>0.05$ ) either triobarbituric acid (TBA) value or eating quality (tenderness, juiciness, flavor and overall acceptability).

**Key words :** cattle, Brahman x Thai native, *longissimus dorsi*, meat quality, vitamin E

### บทคัดย่อ

สุทธิพงษ์ อูริยะพงษ์สรรคร์ เวชสิทธิ์ โทบุราณ ถนอม ทาทอง พรพรรณ แสนภูมิ และ ประสาน ตั้งควัฒนา

ผลของการเสริมวิตามินอีต่อคุณภาพของเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) ของโคลูกผสมบราห์มัน x พื้นเมืองไทย

ว. สงขลานครินทร์ วทท. 2548 27(6) : 1189-1197

การทดลองครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมวิตามินอีต่อคุณลักษณะทางกายภาพ เคมี และการบริโภคของเนื้อสันนอก (*longissimus dorsi*) ของโค โดยใช้โคลูกผสมบราห์มัน x พื้นเมืองไทย เพศผู้ น้ำหนักประมาณ 150-160 กก.จำนวน 12 ตัว แบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ตัว เลี้ยงด้วยอาหารชั้นที่เสริมวิตามินอีในระดับ 0, 100, 200 และ 400 ppm ก่อนและหลังปล่อยลงแปลงหญ้า ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 120 วัน เมื่อครบกำหนดนำโคทุกตัวเข้ามาแล้วเก็บตัวอย่างเนื้อสันนอกมาทำการทดสอบคุณภาพของเนื้อ ผลการทดลองพบว่า ค่าแรงตัดผ่าน (shear force value) ของเนื้อสันนอกของโคกลุ่มที่เสริมวิตามินอีที่ระดับ 400 ppm ต่ำกว่าเนื้อสันนอกจากกลุ่มอื่น ๆ ( $P<0.05$ ) แสดงว่าเนื้อโคที่ได้รับการเสริมวิตามินอีในระดับนี้มีความนุ่มมากกว่าการเสริมในระดับอื่น ๆ การเสริมวิตามินอีในทุกๆระดับไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเนื้อ ( $P<0.05$ ) ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ของเนื้อหลังการแช่เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมงจากโคกลุ่มที่ได้รับการเสริมวิตามินอีที่ระดับ 100 ppm มีความแตกต่างจากกลุ่มอื่น ( $P<0.05$ ) ความสว่าง (lightness, l) มีค่าสูงที่สุดในเนื้อจากกลุ่มที่มีการเสริมวิตามินอีในระดับ 200 ppm ค่าความแดง (redness, a) ของเนื้อจากกลุ่มที่ได้รับการเสริมวิตามินอีในระดับ 400 ppm มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น ค่าความเหลือง (yellowness, b) ของเนื้อในกลุ่มที่เสริมวิตามินอี 400 ppm ต่ำกว่ากลุ่มที่เสริมวิตามินอี 200 ppm แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ไม่เสริมและกลุ่มที่เสริมวิตามินอีเพียง 100 ppm การเสริมทุกระดับไม่มีผลต่อความหืนซึ่งวัดจากปริมาณของ triobarbituric acid (TBA) ของเนื้อ และคุณภาพในการบริโภค ได้แก่ ความนุ่ม (tenderness) ความฉ่ำ (juiciness) รสชาติ (flavor) และการยอมรับโดยรวม (overall acceptability)

โดยปกติแล้วผู้บริโภคนิยมใช้ปัจจัยทางด้านกายภาพ อาทิ สี ความนุ่ม รสชาติ อายุการเก็บรักษา การสูญเสีย น้ำหนัก ความสดและคุณภาพในการบริโภคในการประเมินคุณภาพของเนื้อ ดังนั้นในการผลิตโคเนื้อจึงต้องคำนึงปัจจัยต่างๆ เหล่านี้เป็นอย่างมาก มีข้อมูลเบื้องต้นว่าการเสริมวิตามินอีในอาหารสัตว์กระเพาะรวมและสัตว์กระเพาะเดี่ยวมีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของแอลฟาโทโค

เฟอร์รอล ( $\alpha$ -tocopherol) ในเนื้อ (den Hertog-Meischke et al., 1997; Liu et al., 1995) โดยมีผลทำให้คุณลักษณะต่างๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้นมีคุณภาพดีขึ้น ระดับความเข้มข้นของแอลฟาโทโคเฟอร์รอลในเนื้อมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคุณภาพด้านสีของเนื้อ (Arnold et al., 1992) โดยช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงของไมโอโกลบิน (myoglobin) ซึ่งเป็นสารสีที่อยู่ในเนื้อ (Faustman et al.,

1998) ทำให้เนื้อที่มีสีสันสวยงามและสีคงทนนานขึ้น ส่วนการสูญเสียน้ำจากเนื้อ (drip loss) ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ความสวยงามน่าซื้อลดลง ภายใต้สภาวะที่อุณหภูมิซากสูงขึ้นและความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเนื้อลดต่ำลงหรือมีความเป็นกรดสูงชันนั้นจะเป็นผลให้เนื้อสัตว์มีความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง แต่การสูญเสียน้ำจากเนื้อมีความเกี่ยวข้องกับพันธุ์ เพศ อายุ อาหาร ความเครียดก่อนฆ่าและวิธีการฆ่า (Fennema, 1990 อ้างโดย den Hertog-Meischke *et al.*, 1997) Ashgar *et al.* (1991) รายงานว่าการเสริมวิตามินอีในอาหารของสุกรช่วยลดอัตราการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อ โดยไปทำหน้าที่ยับยั้งหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์คงสภาพอยู่ได้นานขึ้น รวมทั้งยังป้องกันการหืนของไขมัน ทำให้การเปลี่ยนแปลงสีคุณภาพและคุณลักษณะของเนื้อซาลง (Kanner, 1994; Liu *et al.*, 1995) โดยปกติระดับความต้องการวิตามินอีขั้นพื้นฐานของสัตว์เคี้ยวเอื้องอยู่ในช่วงระหว่าง 15-40 มก./กก./วัน (National Research Council, 1989) การผสมวิตามินอีลงในเนื้อสดโดยตรงนั้นไม่สามารถเพิ่มคุณภาพต่างๆ ดังกล่าวได้ (Wen, 1997) ซึ่ง McDowell และคณะ (1996) ได้เสนอแนะว่าควรที่จะเสริมลงในอาหารในระดับ 500 IU/ตัว/วัน ในช่วง 100 วันสุดท้ายของการเลี้ยงก่อนนำส่งไปฆ่าและ Eikelenboom และคณะ (2000) พบว่า การเสริมในปริมาณ 2,025 มก./วัน เป็นเวลา 126 วันทำให้ระดับของ  $\alpha$ -tocopherol ในกล้ามเนื้อ *longissimus thoracis* สูงกว่าในโคกลุ่มที่ไม่มีการเสริมถึง 2 เท่า ซึ่งยังไม่มีย่อสรุปที่ชัดเจน การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมวิตามินอีต่อคุณลักษณะทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และการบริโภครวมของเนื้อสันนอก (*longissimus dorsi*) ของโคที่ได้รับการเสริมวิตามินอีในระดับต่างๆ กัน

**อุปกรณ์และวิธีการ**

**สัตว์ทดลอง**

การทดลองในครั้งนี้ใช้โคลูกผสมบราห์มัน x พันธุ์เมืองไทย เพศผู้ตอน อายุประมาณ 1 ปี ขนาดน้ำหนักตัว 150-160 กก. จำนวน 12 ตัว ก่อนเริ่มการทดลองโคทุกตัว

ได้รับการถ่ายพยาธิภายใน และฉีดวัคซีนป้องกันโรคปากและเท้าเปื่อย (foot and mouth disease) และโรคคอบวม (haemorrhagic septicemia) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยแบ่งโคออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 3 ตัว แต่ละกลุ่มได้รับอาหารทดลองที่มีโภชนาตามระดับความต้องการของร่างกาย (National Research Council, 1989) และมีการเสริมวิตามินอี (DL-alpha-tocopheryl acetate, ROVIMIX E-50 absorbate, ROCHE, USA) ในระดับ 0, 100, 200 และ 400 ppm ตามลำดับ วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการเตรียมอาหารชั้นประกอบด้วย รำละเอียด 3.8% ข้าวโพดป่น 18.2% ไคแคลเซียม 1% เกลือทะเล 1% มันสำปะหลัง 70.4% ฟอสฟอรัส 1% ปูนขาว 1% ยูเรีย 2.6% กำมะถัน 1% โดยอาหารชั้นที่ใช้มีระดับโปรตีน และมีพลังงานประมาณ 11.7% และ 3.38 กิโลแคลอรี/กรัม ตามลำดับ องค์ประกอบทางโภชนาการอื่นๆ ในสูตรอาหารแสดงไว้ใน Table 1 เสริมอาหารชั้นในปริมาณ 2% ของน้ำหนักตัว/วัน โดยแบ่งให้ก่อนและหลังปล่อยลงไปทะเลในแปลงหญ้าที่ (Rhuzi; *Brachiaria ruziziensis*) ทำการทดลองนาน 120 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำโคทั้งหมดเข้าฆ่าแล้วทำการเก็บตัวอย่างเนื้อสันนอก เพื่อนำเอาไปทดสอบคุณภาพทั้งในทางกายภาพ ทางเคมีและคุณภาพในการบริโภค

**การทดสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี**

นำตัวอย่างของเนื้อสันมาทดสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีดังนี้

1. การวัดค่าแรงตัดผ่าน (shear force value)

**Table 1. Proximate analysis of the concentrate feed.**

Analysis	Value
Moisture (%)	7.1356
Ash (%)	13.7928
Calcium (%)	3.2086
Phosphorus (%)	0.5758
Protein (%)	11.7296
Fat (%)	2.9981
Fiber (%)	2.7420
Energy (kcal/g)	3.3805

ซึ่งเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงความนุ่มของเนื้อด้วยเครื่อง Warner Bratzler Shear Force (Salter 88 YDW, USA) โดยนำเนื้อสันนอกจากโคตัวละ 2 ชั้่นนำมาทำให้สุกก่อนนำไปวัดค่าแรงตัดผ่าน ชั้่นละ 5 ครั้ง (1.27 cm. Core size) ตามวิธีการของ Obuz และคณะ (2004)

2. วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของเนื้อภายหลังจากสัตว์ตายประมาณ 1 ชั่วโมง และหลังจากเก็บไว้ในห้องเย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการวัดด้วยเครื่อง pH meter (Ama-Digit, AD 140 ph, Germany)

3. วัดความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ของเนื้อที่เก็บภายหลังจากสัตว์ตายประมาณ 1 ชั่วโมงและหลังจากเก็บซากโคไว้ในห้องเย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตามวิธีการของ Price และ Schweigert (1987)

4. ตรวจสอบลักษณะสีของเนื้อ ได้แก่ ความสว่างหรือความเป็นมันวาว (lightness, I) ความแดง (redness, a) ความเหลือง (yellowness, b) โดยใช้เครื่อง Chromameter (Minolta, CT-310, Japan) ตัวอย่างละ 5 ครั้ง

5. วัดปริมาณสาร triobarbituric acid number (TBA) ซึ่งเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงการหืนของเนื้อโดยการนำเนื้อที่เก็บไว้ในตู้แช่แข็ง (-20°C) เป็นเวลา 3 สัปดาห์ก่อนนำมาวัดค่า TBA ในตามวิธีการของ Pearson (1975)

#### การทดสอบคุณภาพในการบริโภค

นำเนื้อสันนอก 2 ชั้่นจากโคแต่ละตัวมาทำให้สุกด้วยเตาขดลวดความร้อนขนาด 1,050 วัตต์ (Turbora, TRK 13 TG) เป็นเวลาประมาณ 20 นาที ตัดตัวอย่างเนื้อให้เป็นชิ้นขนาด 1 ลบ.ซม. แล้วทำการตรวจวัดโดยการชิมโดยอาสาสมัครที่ไม่เคยชิมเนื้อในลักษณะนี้มาก่อน ผู้ชิมแต่ละคนจะได้รับรายละเอียดและแนวทางในการตรวจชิมก่อนการชิมตัวอย่างเนื้อเพื่อให้ทราบถึงลักษณะที่ทำการวัด ได้แก่ ความนุ่ม (tenderness) ความฉ่ำน้ำ (juiciness) รสชาติ (flavor) และการยอมรับโดยรวม (overall acceptability) ทั้งนี้แต่ละตัวอย่างจะใช้ผู้ชิมประมาณ 30 คน แต่ละตัวอย่างทำการทดสอบสี่ซ้ำ

#### การทดสอบทางสถิติ

ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของปัจจัยการทดลองด้วยวิธี one-way ANOVA และวิเคราะห์ความ

แตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของลักษณะต่างๆ ในแต่ละกลุ่มโดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความน่าเชื่อถือ  $P < 0.05$  ในโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 1999)

#### ผลการทดลองและวิจารณ์

##### แรงตัดผ่าน

ค่าแรงตัดผ่านเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงความเหนียวหรือความนุ่มของเนื้อ Table 2 ได้แสดงให้เห็นว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อสันนอกของโคที่ได้รับการเสริมวิตามินอีมีแนวโน้มลดลงตามระดับการเสริมที่สูงขึ้น โดยกลุ่มที่มีการเสริมที่ระดับ 400 ppm มีค่าต่ำที่สุด ( $P < 0.05$ ) ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า เนื้อสันนอกของโคที่ได้รับการเสริมวิตามินอีในระดับสูงมีความนุ่มเพิ่มขึ้น แต่ค่าส่วนใหญ่ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ยังคงสูงกว่าค่าที่ได้จากการศึกษาของ Kim และ Lee (2003) ที่รายงานว่าเนื้อสันนอกทั้งสามเกรดจากโคพันธุ์ฮันวู (Hanwoo) ซึ่งเป็นโคพื้นเมืองเกาหลีที่เลี้ยงขุนโดยไม่เสริมวิตามินอี (ตัดแต่งซากตามวิธีของ National Livestock Cooperative Federation, ประเทศเกาหลี) ความนุ่มของเนื้อนี้อาจเกี่ยวข้องกับปริมาณของคอลลาเจน (collagen) ในเนื้อ โดยเนื้อโคคุณภาพดีที่มีความนุ่มมากกว่ามักมีปริมาณคอลลาเจนที่ต่ำกว่า (ชัยณรงค์, 2529) แต่อย่างไรก็ตาม แม้ว่าเนื้อโคพันธุ์ฮันวูทั้งสามเกรดจะมีปริมาณคอลลาเจนแตกต่างกัน แต่ก็ไม่พบความแตกต่างด้านความนุ่มของเนื้อทั้งสามเกรดแต่อย่างใด

##### ความเป็นกรด-ด่าง

ค่า pH ของเนื้อสันสดหรือหลังแช่เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมงของโคกลุ่มต่างๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Eikelenboom *et al.* (2000) อย่างไรก็ตาม ค่า pH ของเนื้อส่วนใหญ่ลดลงตามระยะเวลาในการเก็บรักษา โดย pH ของเนื้อสดและเนื้อแช่เย็นมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 6.1-6.4 และ 6.0-6.4 ตามลำดับ (Table 2) การลดลงของ pH นี้ อาจเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิในการเก็บรักษา โดย Jermiah และ Gibson (2001) พบว่าเนื้อที่เก็บที่อุณหภูมิ -1.5°C จะมีค่า pH สูงกว่าเนื้อที่เก็บที่ 5°C เนื่องจากการเพิ่มขึ้น

**Table 2. Test values of *Longissimus dorsi* from cattle supplemented with different levels of vitamin E.**

Tests	Vitamin E level (ppm)				SE (n=12)
	0	100	200	400	
Average daily gain (g/d)	0.84 <sup>b</sup>	0.83 <sup>b</sup>	0.96 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>	0.02
Feed consumption (kg)	474.9	462.8	521.0	497.5	34.1
Feed conversion ratio	4.1	4.0	3.8	0.22	
Physical and chemical properties					
Shear force value (kg)	10.74 <sup>a</sup>	9.09 <sup>a</sup>	9.38 <sup>a</sup>	5.96 <sup>b</sup>	2.95
pH (fresh)	6.39	6.13	6.27	6.35	0.30
pH (chilled)	6.0	5.96	6.43	6.16	0.37
Water holding capacity (fresh)	-0.62	0.19	0.18	0.43	1.72
Water holding capacity (chilled)	-2.99 <sup>a</sup>	3.39 <sup>b</sup>	-3.72 <sup>a</sup>	-2.19 <sup>a</sup>	1.98
Lightness	41.91 <sup>b</sup>	42.44 <sup>b</sup>	44.93 <sup>a</sup>	42.87 <sup>b</sup>	3.41
Redness	15.44 <sup>ab</sup>	16.84 <sup>a</sup>	15.62 <sup>ab</sup>	14.45 <sup>b</sup>	2.47
Yellowness	12.76 <sup>ab</sup>	13.45 <sup>ab</sup>	14.28 <sup>a</sup>	12.43 <sup>b</sup>	2.39
Triobarbituric acid number	0.06	0.06	0.07	0.05	0.10
Eating quality					
Tenderness	1.36	1.16	1.4	0.99	0.79
Juiciness	1.22	1.23	1.27	1.29	0.12
Flavor	1.39	1.31	1.40	1.26	0.06
Overall Acceptability	1.45	1.38	1.47	1.47	0.10

<sup>a,b</sup> Means within rows with different superscripts differ significantly (P<0.05).

Consumption quality score is 1-5 basis when 1 is the highest and 5 is the lowest.

SE means standard error of means when n = 12.

ของอัตราการย่อยสลายไกลโคเจน (glycolysis) จะส่งผลให้มีการสะสมกรดแลคติก (lactic acid) ในเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้น (สุทธิพงษ์, 2542; Price and Schweigert, 1987) โดยอาจเป็นผลต่อเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ฟอสโฟไลเปสเอ 2 (phospholipase A<sub>2</sub>) (Cheah *et al.*, 1995) ที่ไปปลดปล่อยกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายยาว (long-chain unsaturated fatty acid) ออกมาจากไมโทครอนเดรีย (mitochondria) ทำให้เยื่อหุ้มซาร์โคพลาสซึม (sarcoplasmic reticulum) มีเสถียรภาพลดลง เป็นผลให้แคลเซียมไอออนที่สะสมอยู่ในออร์แกนเนลล์ชนิดนี้จะถูกปล่อยออกมาอยู่ในซาร์โคพลาสซึม (sarcoplasm) มากขึ้นซึ่งมีผลทำให้ pH ของเซลล์ลดลง จนเป็นเหตุให้เนื้อมีลักษณะสีเข้ม แน่นและแห้ง (dark firm dry) ที่ส่งผลต่อสีของเนื้อ ความน่าซื้อ และการยอมรับของผู้บริโภคเมื่อ

เทียบกับเนื้อที่ยังสดอยู่ (สุทธิพงษ์, 2542; Viljeon *et al.*, 2002)

#### ความสามารถในการอุ้มน้ำ

ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำหรือการสูญเสียน้ำจากเนื้อของเนื้อสันของโคกลุ่มต่างๆ ที่วัดหลังจากสัตว์เพิ่งตายไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) (Table 2) สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ของเนื้อ (สุทธิพงษ์, 2542; Price and Schweigert, 1987) ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อสันของโคภายหลังแช่เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมงมีค่าไม่แน่นอน โดยกลุ่มที่ได้รับการเสริมวิตามินอีในระดับ 100 ppm มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีการเสริมและกลุ่มที่การเสริมในระดับอื่นๆ (Table 2) ทั้งนี้ค่าที่เป็นลบนั้นบ่งชี้ถึงความสามารถในการอุ้มน้ำที่ลดลง

ลงอย่างมาก (อุ้มน้ำได้น้อย) ของเนื้อที่ผ่านการแช่เย็นเป็นเวลา 24 ชั่วโมงเปรียบเทียบกับเนื้อที่นำมาทดสอบทันทีภายหลังสัตว์ตาย

การที่กล้ามเนื้อแต่ละชนิดตอบสนองต่อการเสริมวิตามินอีได้ไม่เท่ากัน นอกจากปัจจัยด้านอุณหภูมิแล้ว อาจมีลักษณะประจำพันธุ์ อายุ เพศ ชนิดของอาหาร สภาพความเครียดก่อนและในระหว่างฆ่า ชนิดของกล้ามเนื้อ ฯลฯ เป็นปัจจัยร่วมด้วย ซึ่ง den Hertog-Meischke และคณะ (1997) ได้พบว่าการเสริมวิตามินอีในระดับ 2,150 IU/ตัว/วัน ให้กับโคลูกผสม Piemontes X Holstein Friesian เป็นเวลา 120 วัน จะทำให้กล้ามเนื้อทุกมัดมีปริมาณของวิตามินอีสูงกว่ากล้ามเนื้อชนิดเดียวกันจากโคที่ไม่มีการเสริมวิตามินประมาณ 2-3 เท่า แต่อย่างไรก็ตาม ค่าร้อยละของการสูญเสีย น้ำจากเนื้อของกล้ามเนื้อ *Longissimus lumborum* ที่แช่เย็นเป็นเวลา 7 วันสูงกว่าในกล้ามเนื้อ *Psoas major* และ *Semitendinosus* ประมาณ 2 และ 4 เท่า ตามลำดับ และมีเฉพาะกล้ามเนื้อ *Psoas major* เท่านั้นที่มีการสูญเสีย น้ำจากเนื้อสูงกว่าเนื้อจากโคที่ไม่มีการเสริมวิตามิน ซึ่งการศึกษาโดย Eikelenboom และคณะ (2000) ก็ให้ผลในลักษณะเช่นเดียวกัน

Asghar และคณะ (1991) ได้แสดงให้เห็นว่า  $\alpha$ -tocopherol มีหน้าที่ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ phospholipase A<sub>2</sub> ซึ่งทำให้ขบวนการออกซิเดชันของสารประกอบฟอสโฟลิพิดในเยื่อหุ้มเซลล์ลดลง ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์มีความคงตัว จึงทำให้เนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงขึ้นและการสูญเสีย น้ำลดลง (Cheah et al., 1995) การหดตัวของกล้ามเนื้ออาจจะมีผลต่อการสูญเสีย น้ำจากเนื้อลดลง ซึ่งในกรณีที่ pH ของเนื้อลดลง (Table 2) แคลเซียมไอออนจะถูกปล่อยออกมาจาก sarcoplasmic reticulum (Cheah et al., 1995) และอาจไปทำให้เกิดการหดตัวของเซลล์กล้ามเนื้อซึ่งเป็นสภาวะที่มีความสัมพันธ์กับความยาวของซาร์โคเมียร์ (sarcomere) ที่ลดลง โดยอาจเกิดขึ้นได้ในกรณีที่ยังคงมี ATP เหลืออยู่ในเนื้อ แต่ก็ยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่ามีความเกี่ยวข้องกับการสูญเสีย น้ำจากเนื้อเล็กน้อยเพียงใด แม้ว่า den Hertog-Meischke และคณะ (1997) ได้นำเสนอเอาไว้ว่า ความยาวของซาร์โคเมียร์ในเนื้อจากโคที่ได้รับการเสริมวิตามินอีจะยาวกว่าในโคที่ไม่มีการเสริมก็ตาม

### ลักษณะทางกายภาพ

ลักษณะทางกายภาพที่ศึกษาประกอบด้วย ความสว่างหรือความมันวาว ค่าความแดง และค่าความเหลือง ซึ่งค่าความสว่างของเนื้ออาจมีความสัมพันธ์กับเซลล์ไขมันที่แทรกอยู่ในเนื้อ การที่เนื้อสันนอกของโคที่เสริมวิตามินอีในระดับ 200 ppm มีค่าความสว่างสูงสุดและแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่มีการเสริมหรือเสริมในระดับอื่น ( $P < 0.05$ ) (Table 2) นั้นอาจเป็นผลจากการที่วิตามินอีที่เสริมให้เข้าไปทำหน้าที่ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ phospholipase A<sub>2</sub> ทำให้ long-chain phospholipid ที่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์และออร์กาเนลล์ภายในเซลล์ไขมันมีเสถียรภาพสูงขึ้น จึงสามารถรักษาสภาพของเซลล์ไขมันไว้ได้ดีกว่าและนานกว่า (Castellini et al., 1998) ส่วนความเหลืองของกลุ่มที่ได้รับในระดับ 200 ppm มีค่าสูงที่สุดและแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) (Table 2) นั้นมีผลในลักษณะเช่นเดียวกันกับความสว่าง ซึ่งความคงตัวของเซลล์ไขมันจะทำให้การสะสมของรงควัตถุสีเหลือง (yellow pigment) ในเซลล์ไขมันเกิดขึ้นได้ดี

ความแดงของเนื้อกลุ่มที่ได้รับการเสริมที่ระดับ 400 ppm มีค่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น ( $P < 0.05$ ) แต่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่ไม่เสริมและเสริมเพียง 100 และ 200 ppm (Table 2) วิตามินอีที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อความคงตัวของไมโอโกลบินเนื่องจากสามารถลดขบวนการออกซิเดชันของ oxymyoglobin และ deoxymyoglobin ที่ทำให้ถูกเปลี่ยนไปเป็น metmyoglobin (Arnold et al., 1992) การเสริมวิตามินอีอาจทำให้มีระดับของวิตามินชนิดนี้ในกล้ามเนื้อเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 2-4 เท่า แต่ก็ขึ้นอยู่กับชนิดของกล้ามเนื้อที่นำมาศึกษา (den Hertog-Meischke et al., 1997) ซึ่งปริมาณของวิตามินอีที่สูงขึ้นนี้จะส่งผลทำให้ความคงตัวของสีสูงขึ้นและส่งผลให้เนื้อมีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น (Eikelenboom et al., 2000) แต่ผลการศึกษาในครั้งนี้ ค่าความแดงและความเหลืองผันแปรไม่แน่นอน จึงทำให้ค่อนข้างยากแก่การอธิบาย แต่ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องจากการที่โคได้รับวิตามินอีจากหญ้าหรือพืชอาหารสัตว์ในระดับสูงแล้ว ทำให้การเสริมวิตามินอีในโคทดลองกลุ่มนี้ไม่แสดงผลอย่างชัดเจน (Eikelenboom et al., 2000)

### ค่าแสดงความหืน Triobarbituric acid (TBA)

ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบว่าการเสริมวิตามินอีที่ระดับต่างๆ มีผลต่อค่า TBA ซึ่งเป็นค่าที่แสดงความหืนของเนื้อแต่อย่างใด ( $P>0.05$ ) (Table 2) ซึ่งปริมาณของวิตามินอีที่เพิ่มขึ้นยังไม่แสดงผลในเนื้อที่เก็บไว้เป็นระยะเวลาสั้นๆ การศึกษาเนื้อโคที่มีการเสริมวิตามินอีทั้งในลักษณะที่เป็นเนื้อสดหรือเนื้อที่เก็บไว้ในลักษณะต่างๆ เป็นเวลาหนึ่งวัน เช่น การปิดด้วย oxygen permeable film (Eikelenboom *et al.*, 2000; Gatellier *et al.*, 2001) หรือ modified atmosphere packaging (Gatellier *et al.*, 2001; Stubbs *et al.*, 2002) พบว่าเนื้อสดทั้งในกลุ่มที่เสริมและไม่เสริมวิตามินอีมีค่า TBA ที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานานขึ้น ค่า TBA ของแต่ละกลุ่มมีค่าแตกต่างกันอย่างชัดเจน และเมื่อไม่นานมานี้ Robbin และคณะ (2003a) พบว่า ระดับของวิตามินอีในเนื้อที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่า TBA ลดลงได้ถึง 2 เท่า ยิ่งไปกว่านั้นหากมีการฉีดสารละลายที่มีส่วนผสมของโซเดียมคลอไรด์ และโพสฟอเฟตเข้าไปในเนื้อก็จะทำให้ค่า TBA ลดลงมากยิ่งขึ้น ซึ่งการศึกษาในเนื้อสุกรก็ให้ผลในลักษณะเดียวกัน (Phillips *et al.*, 2001) วิตามินอีที่เพิ่มมากขึ้นจากการเสริมลงไปในการอาหารจะแทรกซึมเข้าไปในเยื่อหุ้มเซลล์และออร์แกเนลล์ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นสารฟอสโฟลิพิดเพื่อทำหน้าที่ในการกำจัดอนุมูลอิสระ (free radical) ทำให้อัตราการออกซิเดชันของไขมันโดยเฉพาะกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวไม่อิ่มตัว (polyunsaturated fatty acid) ลดลง ซึ่งทำให้ค่า TBA ลดลง (Kanner, 1994)

### คุณภาพในการบริโภค

คุณภาพในการบริโภคโดยรวมของเนื้อสันของโคแต่ละกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน ( $P>0.05$ ) ทั้งนี้ค่าเฉลี่ยของระดับความนุ่ม ความฉ่ำน้ำ รสชาติและการยอมรับโดยรวมอยู่ในพิสัย 1-1.5 คะแนน (Table 2) ซึ่งถือว่าเป็นขั้นดีถึงดีที่สุดในหมู่วิจัย แต่มีข้อสังเกตว่าความนุ่มที่การเสริมในระดับ 400 ppm มีค่าต่ำสุดและสอดคล้องกับค่าแรงตัดผ่าน โดยปกติถือว่าเนื้อสันเป็นเนื้อที่มีคุณภาพในการบริโภคที่ดีที่สุดของโคมักจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณไขมันที่แทรกอยู่ในเนื้อ (สุทธิพงษ์, 2542; Price and Schweigert, 1986; Kim and Lee, 2002) ซึ่งเนื้อสันกลุ่มที่ได้รับการเสริม

วิตามินอีมีความมันวาวมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีการเสริม (Table 2) อาจมีปริมาณไขมันแทรกอยู่สูงกว่า ส่วนความฉ่ำน้ำซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (den Hertog-Meischke *et al.*, 1997) อาจเป็นผลโดยตรงจากการเสริมวิตามินอีในอาหาร ดังรายงานของ Robbins และคณะ (2003b) ที่พบว่า การเสริมวิตามินอี 500 IU/ตัว/วันแก่โคลูกผสม นาน 117 วัน แต่หยุดให้ก่อนนำส่งโรงฆ่าสัตว์ 15 วัน จะทำให้ความฉ่ำน้ำของเนื้อเพิ่มขึ้น

### สรุป

การเสริมวิตามินอีในระดับต่างๆ ลงในอาหารชั้นที่ใช้เลี้ยงโคลูกผสมบราห์มัน x พันเมืองไทยให้ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. เนื้อสันของโคที่เสริมวิตามินอีที่ระดับ 400 ppm นุ่มกว่าเนื้อจากโคที่ไม่เสริม หรือเสริมที่ระดับ 100-200 ppm
2. การเสริมวิตามินอีในทุกระดับไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสัน
3. การเสริมวิตามินอีที่ระดับ 100 ppm ทำให้เนื้อที่แช่เย็นนาน 24 ชั่วโมงมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้มากกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมหรือเสริมในระดับอื่น
4. การเสริมวิตามินอีมีแนวโน้มที่ทำให้ความสว่าง สดใส ความแดงและความเหลืองของเนื้อลดลงโดยเฉพาะการเสริมที่ 400 ppm
5. การเสริมวิตามินอีในครั้งนี้ไม่มีผลต่อค่า TBA หรือค่าแสดงความหืนของเนื้อแต่อย่างใด
6. การเสริมวิตามินอีไม่มีผลต่อคุณภาพในการบริโภคโดยรวมของเนื้อสัน

### กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติในการสนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ 2543 และภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

- ชัยณรงค์ คันทพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, กรุงเทพฯ.
- สุทธิพงษ์ อูริยะพงษ์สรณ์. 2542. ชีวเคมีเนื้อสัตว์. เอกสารประกอบการลาเพื่อการเพิ่มพูนประสบการณ์และความรู้ทางวิชาการ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Arnold, R.N., Scheller, K.K. Arp, S.C., Williams, S.N., Buege, D.R. and Schaefer, D.M. 1992. Effect of long- or short-term feeding of alpha-tocopheryl acetate to Holstein and crossbred beef steers on performance, carcass characteristics, and beef color stability. *J. Anim. Sci.* 70: 3055-3065.
- Asghar, A., Gray, J.I., Booren, A.M., Gomma, E.A., Abourized, M.M., Miller, E.R. and Buckley, D.J. 1991. Influence of supranutritional dietary vitamin E levels on subcellular deposition of alpha-tocopherol in the muscle and on pork quality. *J. Sci. Food Agric.* 57: 31-41.
- Asghar, A., Gray, J.I., Miller, E.R., Ku, P.K., Booren, A.M. and Buckley, D.J. 1991. Influence of supra nutritional vitamin E supplementation in the feed on swine growth performance and deposition in different tissues. *J. Sci. Food Agric.* 57: 19.
- Castellini, C., Dal Bosco, A., Bernardini, M. and Cyril, H.W. 1998. Effect of dietary vitamin E on the oxidative stability of raw and cooked rabbit meat. *Meat sci.* 50(2): 153-161.
- Cheah, K.S., Cheah, A.M. and Krausgrill, D.I. 1995. Effect of dietary supplementation of vitamin E on pig meat quality. *Meat Sci.* 39: 255-264.
- Eikelenboom, G., Hoving-Bolink, A.H., Kulitman, I., Hauben, J.H. and Klont, R.E. 2000. Effect of dietary vitamin E supplementation on beef colour stability. *Meat Sci.* 54: 17-22.
- den Hertog-Meischke, M.J.A., Smulders, F.J.M., Houben, J.H. and Eikelenboom, G. 1997. The effect of dietary vitamin E supplementation on drip loss of bovine *longissimus lumborum*, *psaos major* and *semitendinosus* muscles. *Meat Sci.* 45(2): 153-160.
- Faustman, C., Chan, W.K., Schaefer, D.M. and Havens, A. 1998. Beef color update: the role for vitamin E. *J. Anim. Sci.* 76: 1019-1026.
- Gatellier, P., Hamelin, C., Durand, Y. and Ranerre, M. 2001. Effect of a dietary vitamin E supplementation on colour stability and lipid oxidation of air- and modified atmosphere-packed beef. *Meat Sci.* 59: 133-140.
- Jeremiah, J.E. and Gibson, L.L. 2001. The influence of storage temperature and storage time on color stability, retail properties and case-life of retail-ready beef. *Food Res. Inter.* 14: 815-826.
- Kanner, J. 1994. Oxidative processes in meat and meat products: quality implications. *Meat Sci.* 36: 169-189.
- Kim, C.J. and Lee, E.S. 2003. Effects of quality grade on the chemical, physical and sensory characteristics of Hanwoo (Korean native cattle) beef. *Meat Sci.* 63: 397-405.
- Liu, Q., Lanari, M.C. and Schaefer, D.M. 1995. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *J. Anim. Sci.* 73: 3121-3140.
- McDowell, L.R., Williams, S.N., Hidioglou, N., Njeru, C.A., Hill, G.M., Ochoa, L. and Wilkinson, N.S. 1996. Vitamin E supplementation for the ruminant. *Anim. Feed Sci. Tech.* 60: 273-296.
- National Research Council. 1989. Nutrient Requirements of Domestic Animals: Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 6<sup>th</sup> revised ed. National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, DC.
- Obuz, E., Dikeman, M.E., Grobbel, J.P., Stephens, J.W. and Loughin, T.M. 2004. Beef *longissimus lumborum*, *biceps femoris*, and deep *pectoralis* Warner-Bratzler shear force is affected differently by endpoint temperature, cooking method, and USDA quality grade. *Meat Sci.* 67: 243-248
- Phillips, A.L., Faustman, C., Lynch, M.P., Govoni, K.E., Hoagland, T.A. and Zinn, S.A. 2001. Effect of dietary  $\alpha$ -tocopherol supplementation on color and lipid stability in pork. *Meat Sci.* 58: 389-393.
- Pearson, D. 1975. *The Chemical Analysis of Food*. 7<sup>th</sup> ed Churchill, Livingstone, London.
- Price, J.F. and Schweigert, B.S. 1987. *The Science of Meat and Meat Product*, 3<sup>rd</sup> ed. Food and Nutrition Press Inc., Westport, Connecticut, USA.



- Robbins, K., Jensen, J., Ryan, K.J., Homco-Ryan, C., McKeith, F.K. and Brewer, M.S. 2003a. Dietary vitamin E supplementation effects on the color and sensory characteristics of enhanced beef steaks. *Meat Sci.* 64: 279-285.
- Robbins, K., Jensen, J., Ryan, K.J., Homco-Ryan, C., McKeith, F.K. and Brewer, M.S. 2003b. Effect of dietary vitamin E supplementation on textural and aroma attributes of enhanced beef clod roasts in cook/hot-hold situation. *Meat Sci.* 64: 317-322.
- SAS. 1999. SAS User's Guide for PC Computers. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA.
- Stubbs, R.L., Morgan, J.B., Ray, F.K. and Dolezal, H.G. 2002. Effect of supplemental vitamin E on the color and case-life of top loin steaks and ground chuck patties in modified atmosphere case-ready retail packaging systems. *Meat Sci.* 61: 1-5.
- Viljeon, H.F., de Kock, H.L. and Webb, E.C. 2002. Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. *Meat Sci.* 61: 181-185.
- Wen, J. 1997. Supranutritional vitamin E supplementation in pig: Influence on subcellular deposition of  $\alpha$ -tocopherol and on oxidative stability by conventional and derivative spectrophotometry. *Meat Sci.* 47(3): 301-310.
- Witte, V.C., Krause, G.F. and Bailey, M.E. 1970. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.* 30: 582-585.