วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 29:3 เล่ม 2 (73-83)

คุณภาพเนื้อของแม่โคนมคัดทิ้งขุนต่างอายุและต่างระยะเวลาการบ่มเนื้อ

Meat Quality of Fattening Cull Dairy Cows as Affected by Age and Ageing Period

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล[1] อัฑฒ์ ภู่แจ้ง[1] ศวรรณกมล น้อยดัด[1] มยุรินทร์ รักทอง[1] และญาณิน โอภาสพัฒนกิจ[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพเนื้อโคขุนที่มาจากแม่โคนมคัดทิ้งต่างอายุที่ระยะเวลาการบ่มแตกต่างกัน (1, 7, 14, 21 และ 30 วัน) โดยใช้แม่โคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียนระดับเลือด 68.75 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 355±6.31 กิโลกรัม ที่ถูกคัดทิ้งจากฟาร์มเนื่องจากมีปัญหาความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำและ/หรือให้ผลผลิตน้ำนมต่ำ จำนวน 10 ตัว แบ่งเป็น 3 กลุ่มตามอายุที่เข้าฆ่า คือ กลุ่มที่ 1 แม่โคนมอายุ 3 ปี จำนวน 3 ตัว กลุ่มที่ 2 แม่โคนมอายุ 4 ปี จำนวน 4 ตัว และกลุ่มที่ 3 แม่โคนมอายุ 5 ปี จำนวน 3 ตัว ผลการศึกษาด้านสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก พบว่าอายุมีผลต่อน้ำหนักเข้าฆ่าและเปอร์เซ็นต์กระดูกของแม่โค โดยแม่โคที่อายุ 5 ปี มีน้ำหนักเข้าฆ่า (608.33 กิโลกรัม) น้อยกว่าแม่โคอายุ 3 ปี (620.00 กิโลกรัม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่มีน้ำหนักไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับแม่โคอายุ 4 ปี (617.53 กิโลกรัม) แม่โคอายุ 3 ปี มีเปอร์เซ็นต์กระดูก 11.91 เปอร์เซ็นต์ น้อยกว่าแม่โคอายุ 5 ปี ที่มี14.35 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับแม่โคอายุ 4 ปี (12.98 เปอร์เซ็นต์) ด้านองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อ พบว่า อายุไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อ (ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า) และปริมาณคอลลาเจนทั้งปริมาณของคอลลาเจนที่ละลายได้ คอลลาเจนที่ไม่ละลายและคอลลาเจนทั้งหมดในเนื้อ ด้านคุณภาพเนื้อ พบว่า อายุมีผลต่อค่าความสว่าง (Lightness : L*) ของเนื้อสันนอกในแม่โคอายุ 5 ปี ซึ่งมีค่า L* ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับแม่โคอายุ 4 และ 3 ปี ($p<0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 37.77, 41.16 และ 40.49 ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการทำให้สุก (cooking loss) ในกลุ่มแม่โคอายุ 4 ปี มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มแม่โคอายุ 5 ปี และ 3 ปี ($p<0.05$) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler shear force; WBSF) ในกลุ่มแม่โคอายุ 5 ปี มีค่าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มแม่โคอายุ 3 และ 4 ปี ($p<0.05$) สอดคล้องกับความเข้มข้นของโปรตีน Troponin-T (28-30 kDa) ของแม่โคอายุ 5 ปี มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับแม่โคอายุ 3 และ 4 ปี สำหรับระยะเวลาการบ่มที่แตกต่างกันมีผลให้ค่า L* และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อระยะเวลาการบ่มของเนื้อเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างอายุที่เข้าฆ่าและระยะเวลาการบ่มที่แตกต่างกันต่อคุณภาพเนื้อที่ได้ศึกษา

คำสำคัญ: คุณภาพเนื้อโค แม่โคนมคัดทิ้งขุน อายุ ระยะเวลาการบ่ม

Abstract

This study was conducted to investigate on meat quality of fattening cull dairy cows with different age at various ageing periods (1, 7, 14, 21 and 30 d). Ten crossbred Holstein Friesian cows (more than 68.75%), averaged weight 355±6.31 kg which was culled due to problems of low fertility and/or low milk yield, were assigned into 3 groups according to slaughtered age of cows as 1) 3 (n=3), 2) 4 (n=4) and 3) 5 (n=3) years old. From the results, slaughtered weight and percentage of bone were affected by age of cows. Cows aged 5 yr old had lower slaughtered weight than cows aged 3 yr old (608.33 and 620.00 kg,

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

[2]สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

respectively) ($p<0.05$) but did not differ from cows aged 4 yr old (617.53 kg). Cows aged 3 yr old had lower percentage of bone than those of cows aged 5 yr old cows (11.91 and 14.35%, respectively) ($p<0.05$). Proximate composition and collagen content of meat were not affected by the age of cow. On meat quality, it was showed that *Longissimus dorsi* (LD) muscles of cows aged 5 yr old had the lowest L* (lightness) compared to the others (37.77, 41.16 and 40.49) ($p<0.05$) while the lowest cooking loss was found in LD muscles from cows aged 4 yr old ($p<0.05$). The Warner-Bratzler shear force (WBSF) was the highest in LD muscles from cows aged 5 yr old ($p<0.05$) agreed with the lowest concentration of Troponin-T (28-30 kDa) of 5 yr old cows compared to the others. The L* (lightness) and cooking loss increased whereas WBSF decreased as ageing period was longer ($p<0.05$). There was no interaction between slaughtered age and ageing period on meat quality in this study.

Keyword: meat quality, fattening cull dairy cow, age, ageing period

บทนำ

คุณภาพเนื้อที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญในการตัดสินใจเลือกซื้อเนื้อเพื่อนำไปประกอบอาหารเป็นลำดับต้นคือ สี ความนุ่ม และความเสถียร (stability) ของเนื้อระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งผู้บริโภคให้ความสำคัญในเรื่องความนุ่มสูงมาก ปัจจัยที่ทำให้ผู้บริโภคเนื้อโคในประเทศไทยให้ความมั่นใจในเรื่องความนุ่มและรสชาติของเนื้อ คือ พันธุ์และระบบการเลี้ยงที่ต้องขุนด้วยอาหารที่มีพลังงานสูงเป็นระยะเวลานานพอสมควรเพื่อที่จะให้มีการสร้างไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ พันธุ์โคที่เป็นที่ต้องการของผู้ผลิตจึงต้องมีเลือดยุโรป (*Bos tauras*) อยู่ด้วย เช่น พันธุ์ชาร์โลเล่ส์ และโคเนื้อคุณภาพที่เลี้ยงกันจะเป็นโคที่มีเลือดยุโรปสูงเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นลูกผสมระหว่างโคพันธุ์บราห์มันหรือพื้นเมือง (*Bos indicus*) และโคยุโรป ในปัจจุบันสามารถผลิตได้เพียง 1.4 เปอร์เซ็นต์ และมีการนำเข้าเนื้อโคคุณภาพจากต่างประเทศอีก 1.1 เปอร์เซ็นต์ ของเนื้อที่ต้องการบริโภคภายในประเทศ (สำนักพัฒนาการปศุสัตว์และถ่ายทอดเทคโนโลยี, 2553) ดังนั้นความสามารถในการผลิตจึงไม่ทันกับความต้องการของตลาดที่เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ประเทศไทยมีจำนวนแม่โคนมคัดทิ้งใกล้เคียงกับจำนวนโคขุนคุณภาพที่ผลิตได้ ทั้งนี้ในปี พ.ศ.2550 ประเทศไทยมีโคนมปลดระวางและแม่โคนมคัดทิ้งที่ถูกป้อนเข้าสู่ตลาดเนื้อโค จำนวน 20,000 ตัว จากการฆ่าโคมีชีวิตทั้งสิ้น 1,345,200 ตัว โดยแม่โคนมปลดระวางและแม่โคนมคัดทิ้งที่ไม่ผ่านการขุนสามารถให้ผลผลิตเป็นเนื้อโค 2,560 ตัน หรือคิดเทียบเป็น 1.7 เปอร์เซ็นต์ของอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อโคในประเทศ (บรรจง เลิศวิทยานุรักษ์, 2550)

เนื่องจากโคนมที่เลี้ยงกันอยู่ในประเทศเป็นโคลูกผสม Holstein Friesian ระดับสายเลือดสูงเกินกว่า 62.5 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการพัฒนาการจัดการผลิตเนื้อโคขุนคุณภาพจากแม่โคนมคัดทิ้งจะสามารถยกระดับคุณภาพเนื้อโคนมเพื่อขยายโอกาสเข้าไปมีส่วนแบ่งในตลาดเนื้อโคคุณภาพเช่นเดียวกับในต่างประเทศที่มีการขุนแม่โคนมคัดทิ้งเพื่อการผลิตเนื้อโคอย่างแพร่หลาย การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพเนื้อโคขุนที่มาจากแม่โคนมคัดทิ้งต่างอายุที่ระยะเวลาการบ่มแตกต่างกันเพื่อที่จะพัฒนาเนื้อโคกลุ่มนี้ให้มีคุณภาพดีขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ตัวอย่างสัตว์ทดลองและอาหาร

แม่โคนมลูกผสมพันธุ์โฮสไตน์ฟรีเซียนระดับสายเลือด 68.75 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ซึ่งถูกคัดทิ้งเนื่องจากมีปัญหาเรื่องระบบสืบพันธุ์และ/หรือให้ผลผลิตน้ำนมต่ำ เริ่มขุนเมื่ออายุ 2-4 ปี น้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 355±6.31 กิโลกรัม เลี้ยงภายใต้ระบบการผลิตของสหกรณ์โคนมบ้านบึงจังหวัดชลบุรี จำนวน 10 ตัว ทำการขุนเป็นระยะเวลาประมาณ 11 เดือน โดยแม่โคได้รับอาหารหยาบ คือ ผลพลอยได้จากเปลือกสับประรดหมัก (เปลือกสับประรดผสมกับเหง้าสับประรดใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วน 1:1) และผลพลอยได้จากข้าวโพดหมัก (เปลือก ซัง ฝักอ่อน และยอดต้นข้าวโพด) อย่างเต็มที่ร่วมกับอาหารข้น 4 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน (ระดับโปรตีน 11 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย มันเส้นอัดเม็ด 38 กิโลกรัม กากถั่วเหลือง 25.5 กิโลกรัม กากปาล์ม 15 กิโลกรัม กากมะพร้าว 6 กิโลกรัม กากน้ำตาล 8 กิโลกรัม เกลือ 0.6 กิโลกรัม หินปูน 0.6 กิโลกรัม และพรีมิกซ์ 0.5 กิโลกรัม) และแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามอายุที่เข้าฆ่า คือ กลุ่มที่ 1 แม่โคนมอายุ 3 ปี จำนวน 3 ตัว กลุ่มที่ 2 แม่โคนมอายุ 4 ปี จำนวน 4 ตัว และกลุ่มที่ 3 แม่โคนมอายุ 5 ปี จำนวน 3 ตัว เมื่อโคมีน้ำหนักตัวประมาณ 620 กิโลกรัม ส่งเข้าฆ่าตามหลักศาสนาอิสลามที่โรงฆ่าสะมายะฟาร์ม กรุงเทพฯ

2. การวัดสมรรถภาพการผลิตและวัดคุณภาพซาก

ทำการบันทึกข้อมูลน้ำหนักเมื่อเริ่มต้น และสิ้นสุดการทดลองจนกระทั่งโคมีน้ำหนักตัวเข้าฆ่า 620 กิโลกรัม บันทึกปริมาณอาหารที่ให้และเหลือใช้ในแต่ละครั้งเป็นรายตัว เพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณอาหารที่กินต่อวัน น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

บันทึกน้ำหนักโคมีชีวิตก่อนเข้าฆ่าทุกตัว บันทึกน้ำหนักซากเย็นหลังเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิห้องเย็น 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วตัดแบ่งชิ้นส่วนย่อยตามมาตรฐานโคขุนโพนยางคำ (มัทนา, 2551) และคิดเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เนื้อแดง กระดูก ไขมัน ของน้ำหนักซากเย็นของซากซีกขวา

3. การเตรียมตัวอย่างเนื้อทดลอง

หลังจากครบเวลา 24 ชั่วโมงภายหลังสัตว์ตาย ทำการแบ่งซากซีกซ้ายของโคออกเป็นเสี้ยวหน้าและเสี้ยวหลัง บริเวณระหว่างซี่โครงคู่ที่ 12-13 และเลาะกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) จากนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ กล้ามเนื้อสันนอกส่วนอก (*Longissimus thoracis)* และกล้ามเนื้อสันนอกส่วนหลัง (*Longissimus lumborum*)

เก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อ *Longissimus thoracis* ประมาณ 100 กรัม เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้นและเถ้า ตามวิธีการของ AOAC (2000) และหาปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพันตามวิธีการของ Hill (1996) กล้ามเนื้อสันนอกส่วนที่เหลือตัดแบ่งออกเป็น 5 ชิ้นๆ ละประมาณ 180 กรัม ทำการสุ่มเนื้อไว้ 1 ชิ้นซึ่งถือเป็นการบ่มครบ 1 วัน เพื่อใช้ศึกษาคุณภาพเนื้อ ได้แก่ ค่า pH (SevenGo™ pH meter SG2, Mettler Toledo, China) ค่าสี (CIE L* a* และ b*/Illuminant C, 0° observer) ซึ่งวัดภายหลังการตัดแต่งชิ้นเนื้อและปล่อยให้สัมผัสอากาศเป็นเวลา 45 นาที ด้วยเครื่อง Minolta Chomameter CR-300 (Konika-Minolta, Centacia, Co. Ltd., Japan) ตามคำแนะนำของ AMSA (1991) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก (cooking loss) ตามวิธีการของ Devine *et al*. (1999) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler shear force; WBSF) โดยใช้เครื่อง Instron Universal Testing Machine Model 1011, Instron Corporation, USA ตามวิธีการของ Boccard *et al*. (1981) และวิเคราะห์หาการสลายตัวของโปรตีน Troponin-T ด้วยเทคนิค SDS-PAGE ตามวิธีการของ Claeys *et al*. (1995) จากนั้นสุ่มชิ้นเนื้อที่เหลืออีก 4 ชิ้นมาบันทึกน้ำหนักแต่ละชิ้นก่อนบรรจุแบบสุญญากาศในถุง K-Nylon/LLDPE (Oxygen Transmission Rate = 9.4 cm^2/m^2/day/bar/23°C/0%RH และ Water Vapor Transmission Rate = 1.13 g/m^2/23° C/85%RH) และบ่มในห้องเย็น 0–4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 7, 14, 21 และ 30 วัน ตามลำดับ เมื่อครบการบ่มตามระยะเวลาดังกล่าว สุ่มชิ้นเนื้อครั้งละ 1 ชิ้น เพื่อ ตรวจวัดค่า pH ค่าสีของเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษา (drip loss) ตามวิธีการของ Stolowski *et al*. (2006) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และการสลายตัวของโปรตีน Troponin-T ตามวิธีการดังอธิบายข้างต้นจนครบระยะเวลาการบ่ม

ศึกษาการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ โดยเก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อ *Longissimus lumborum* ตัดแบ่งเป็น 3 ชิ้นๆ ละประมาณ 600 กรัม บรรจุในถุง K-Nylon/LLDPE นำไปบ่มที่ห้องเย็น 0-4 องศาเซลเซียส โดยไม่ให้สัมผัสแสง เป็นระยะเวลา 7, 14 และ 21 วัน เมื่อครบเวลาการบ่มตามที่กำหนดสุ่มชิ้นเนื้อ 1 ชิ้น มาทำการวิเคราะห์ค่า 2-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS) โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Burk *et al*. (1980) Wang and Liehr (1995) และ Castellini *et al*. (2002)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลทางด้านสมรรถภาพทางด้านการผลิต คุณภาพซาก องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ ปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน วิเคราะห์โดยวิธี General Linear Model (GLM) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยมีแบบหุ่นทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาอิทธิพลของแต่ละปัจจัย ดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

เมื่อ Y_{ij} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ต้องการศึกษา

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าสังเกตที่ต้องการศึกษา

T_i = อิทธิพลของอายุที่ i, i = 1, 2, 3 (1, 2, 3 คือ อายุของแม่โคนมขุนที่ 3, 4 และ 5 ปี)

E_{ij} = ค่าความคลาดเคลื่อน

ข้อมูลคุณภาพเนื้อ ได้แก่ ค่า pH ค่าสีของเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ค่าความเข้มข้นของโปรตีน Troponin-T และค่า TBARS วิเคราะห์โดยวิธี General Linear Model (GLM) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยมีแบบหุ่นทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาอิทธิพลของแต่ละปัจจัย ดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + T_i * A_j + E_{ijk}$$

เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ต้องการศึกษา

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าสังเกตที่ต้องการศึกษา

T_i = อิทธิพลของอายุที่ i, i = 1, 2, 3 (1, 2, 3, คือ อายุของแม่โคที่ 3, 4 และ 5 ปี)

A_j = อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ j, ค่า pH ค่าสีของเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ในระหว่างการทำให้สุกและค่าความเข้มข้นของโปรตีน Troponin-T ที่ j = 1, 2, 3, 4, 5 (1, 2, 3, 4, 5 คือ ระยะเวลาการบ่มเนื้อ ที่ 1, 7, 14, 21 และ 30 วัน) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการเก็บรักษาที่ j = 1, 2, 3, 4 (1, 2, 3, 4 คือ ระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 7, 14, 21 และ 30 วัน) ค่า TBARS ที่ j = 1, 2, 3 (1, 2, 3 คือ ระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 7, 14, และ 21 วัน)

$T_i * A_j$ = อิทธิพลร่วมของอายุที่ i และระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ j

E_{ijk} = ค่าความคลาดเคลื่อน

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซาก

อิทธิพลของอายุแม่โคนมที่เข้าขุนต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากแม่โคนมขุน (Table 1) พบว่า แม่โคที่อายุ 5 ปีมีน้ำหนักเข้าฆ่าน้อยที่สุด ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับแม่โคที่อายุ 4 ปี และ 3 ปี ซึ่งไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) เนื่องจากโคที่มีอายุมากกว่าจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่ลดลง (Swatland. 1994) จึงทำให้ใช้ระยะเวลาในการขุนนานกว่า ซึ่งแม้ว่าจะไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างระยะเวลาการขุน ($p>0.05$) ในการศึกษาครั้งนี้

ผลการศึกษาคุณภาพซากไม่พบความแตกต่างทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงรวม และเปอร์เซ็นต์ไขมันรวมที่ได้จากการตัดแต่งซาก แต่พบว่าแม่โคที่อายุ 3 ปี มีเปอร์เซ็นต์กระดูกน้อยกว่ากลุ่มอายุ 5 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องมาจากโคที่มีอายุมากขึ้น อัตราการเจริญเติบโตและการสร้างกล้ามเนื้อจะลดลง แต่จะมีการสะสมไขมันจะเพิ่มขึ้น และการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวที่น้อยกว่ามีผลทำให้มีเปอร์เซ็นต์กระดูกสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Swatland, 1994; Berg and Butterfield, 1975) อย่างไรก็ตามไม่พบอิทธิพลของอายุต่อปริมาณไขมัน (p>0.05) ในการศึกษาครั้งนี้

Table 1 Productive performance and carcass quality of cull cows at different age (LSM±SE)

Traits	Age (Year)			p-value
	3 (n=3)	4 (n=4)	5 (n=3)	
Initial weight (kg)	342.50±15.26	358.00±10.79	364.00±12.46	0.5731
Slaughter weight (kg)	620.00±2.07[a]	617.50±1.47[ab]	608.33±1.69[c]	0.0078
Weight gain (kg)	277.50±15.28	259.50±10.81	244.33±12.48	0.3123
Average daily gain (kg/d)	0.98±0.16	0.89±0.11	0.65±0.13	0.2912
Feed efficiency	12.56±2.75	12.79±1.95	17.51±2.25	0.2919
Fattening period (day)	292.00±55.64	309.75±39.34	381.33±45.43	0.4206
Carcass percentage (chill)	54.00±2.75	51.60±1.12	51.05±1.29	0.3847
Total lean (%)	68.92±2.43	71.16±1.72	67.20±1.98	0.3763
Total fat (%)	17.90±1.55	15.19±1.10	18.93±1.27	0.1457
Total bone (%)	11.91±0.54[b]	12.98±0.38[ab]	14.35±0.44[a]	0.0324

[a, b] Least square means within the same row with different superscripts differ significantly (p<0.05)

2. องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อ

ผลการศึกษาอิทธิพลของอายุแม่โคคัดทิ้งที่มีต่อองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อ (Table 2) พบว่าอายุของแม่โคนมขุนไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า (p>0.05) และไม่มีผลต่อปริมาณคอลลาเจนทั้งปริมาณของคอลลาเจนที่ละลายได้ คอลลาเจนที่ไม่ละลายและคอลลาเจนทั้งหมดในเนื้อ (p>0.05) โดยคอลลาเจนเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดหนึ่งที่มีอยู่ในร่างกายสัตว์ซึ่งตัวโครงสร้างจะแปรผันไปตามอายุของสัตว์ที่เพิ่มขึ้น คือ เมื่อเกิดการ cross linkage ของคอลลาเจนเพิ่มขึ้นจะทำให้การละลายได้ของคอลลาเจนลดลงและจะมีความคงทนต่อความร้อนเพิ่มขึ้น (Rochdi *et al*., 2000) มีผลทำให้ความนุ่มของเนื้อลดลง

Table 2 Chemical composition and collagen content of *Longissimus dorsi* muscle (LSM±SE)

Traits	Age (Year)			p-value
	3 (n=3)	4 (n=4)	5 (n=3)	
Chemical composition (%)				
Moisture	69.50±1.48	69.81±1.05	69.26±1.21	0.9431
Protein	22.28±0.55	22.12±0.39	22.37±0.45	0.9127
Fat	10.37±1.83	8.68±1.30	6.71±1.50	0.3552
Ash	0.32±0.10	0.10±0.07	0.10±0.08	0.2406
Collagen content (mg/g meat)				
Soluble collagen	0.48±0.25	0.65±0.25	0.22±0.25	0.4770
Insoluble collagen	1.36±0.47	2.02±0.40	2.29±0.47	0.3943
Total collagen	1.84±0.50	2.67±0.43	2.51±0.50	0.4721

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คุณภาพเนื้อทางด้านกายภาพ

ผลการศึกษาอิทธิพลของอายุแม่โคและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อทางด้านกายภาพ ได้แก่ ค่า pH สีของเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการทำให้สุก และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Table 3) พบว่า อิทธิพลของอายุแม่โคและระยะเวลาในการบ่มไม่มีผลต่อค่า pH ในเนื้อ แต่พบว่าทั้ง 2 ปัจจัยมีผลต่อค่าความสว่าง (L*) ของเนื้อ และไม่มีผลต่อค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ของเนื้อ โดยเนื้อของแม่โคที่มีอายุ 5 ปี มีค่าความสว่างของเนื้อ (L*) ต่ำกว่าเนื้อแม่โคอายุ 4 ปีและ 3 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในทำนองเดียวกันเมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้นค่า L* ของเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้น โดยเนื้อที่บ่มนาน 7 วันขึ้นไปจะมีค่าสูงกว่าเนื้อที่บ่มเพียง 1 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้ภายหลังจากการบ่มเนื้อที่ 7, 14, 21 และ 30 วัน ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 37.49, 40.21, 40.20, 40.06 และ 41.06 ตามลำดับ ด้านระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นไม่ผลต่อค่า a* และค่า b* ของเนื้อเช่นเดียวกัน แต่จะเห็นได้ว่าค่า L* มีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 7 ของระยะเวลาการบ่มและมีค่าคงที่ไปตลอดระยะเวลา 14, 21 และ 30 วันของการบ่มแสดงให้เห็นว่าเนื้อที่ผ่านการบ่มไประยะเวลาหนึ่งมีแนวโน้มที่จะเกิดการสัมผัสกับออกซิเจนได้ดีขึ้นแต่เมื่อบ่มนานขึ้นความสามารถในการจับกับออกซิเจนจะลดลง ทั้งนี้ O'Keeffe and Hood (1982) อธิบายว่า กลุ่มเอนไซม์ในเซลล์กล้ามเนื้อที่ใช้ออกซิเจนมีการเสื่อมสภาพไปตามระยะเวลาการบ่ม ดังนั้น ไมโอโกลบินของเนื้อที่ผ่านการบ่มจึงมีโอกาสที่จะจับกับออกซิเจนได้ดีขึ้น แต่ขณะเดียวกันเมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้น และเนื้อที่มีการสัมผัสกับออกซิเจนเป็นเวลานาน กลุ่มเอนไซม์ดังกล่าวมีการเสื่อมสภาพและจะถูกเปลี่ยนสถานะทางเคมีเป็น metmyoglobin reducing activites จึงอาจมีผลทำให้เนื้อมีสีคล้ำลง

การที่ค่า b* ไม่เปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการบ่มสอดคล้องกับค่า TBARS ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเช่นกัน ทั้งนี้ ค่า TBARS มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ นอกจากนี้ Berruga *et al*. (2005) อธิบายว่าค่า b* มีความสัมพันธ์กับสีของไขมันในเนื้อ กล่าวคือค่า b* และค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้น โดยสีของไขมันจะมีสีขาวนวลขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของไขมันในเนื้อคือการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการเกิดกลิ่นหืนหรือกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ขึ้นในเนื้อได้เช่นกัน ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้ทั้งค่า b* และ ค่า TBARS ไม่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้น (Table 3)

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา ไม่พบอิทธิพลของอายุแม่โค แต่พบว่าเมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้นมีแนวโน้มที่เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาสูงขึ้น ($p=0.1241$) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการทำให้สุกของเนื้อแม่โคที่ระยะเวลาการบ่ม 21 วัน มีค่ามากขึ้นกว่าเนื้อแม่โคที่บ่มที่ระยะ 7 และ 14 วัน และลดลงในช่วงระยะเวลาการบ่มที่ 30 วัน ($p<0.05$) สอดคล้องกับรายงานของ George-Evins *et al*. (2004) ที่พบว่าเนื้อสเต็กจากกล้ามเนื้อสะโพก (*Gluteus medius*) ที่ผ่านการบ่มเป็นระยะเวลา 14 และ 21 วัน มีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการทำให้สุกสูงกว่าเนื้อสเต็กที่ผ่านการบ่มเพียง 7 วัน ($p<0.05$)

4. ความนุ่มของเนื้อ

ผลจากการศึกษาพบว่า เนื้อจากแม่โคอายุ 5 ปี มีความเหนียวสูงที่สุด โดยมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 5.29 กิโลกรัม ($p<0.05$) แต่เนื้อจากแม่โคอายุ 4 และ 3 ปี แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 4.11 และ 4.62 กิโลกรัม ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 3 ทั้งนี้สอดคล้องกับค่าความเข้มข้นของโปรตีน tropronin-T product (Tn-T_2 (28-30 kDa)) ที่เกิดขึ้นจากการที่เอนไซม์ calpains เข้าทำการย่อยสลายโปรตีน tropronin-T precursor (Tn-T_1 (37-39 kDa)) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความนุ่มของเนื้อหรือค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ลดลง (Hendrick *et al*., 1993; Koohmaraie, 1994) นอกจากนี้ การปรากฏขึ้นของ polypeptide ใหม่ของโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุล 30 kDa เป็นการศึกษาการย่อยสลายของโปรตีนที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการบ่มเนื้อที่สำคัญ (Joo *et al*., 1999) ซึ่ง Taloy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

et al. (1995) กล่าวว่าเป็นวิธีการวัดความเหนียวของเนื้อที่ดีกว่าการวัดหาระดับเอนไซม์ calpain activity และโปรตีนขนาดน้ำหนักโมเลกุล 30 kDa จะพบในกล้ามเนื้อโคในช่วงเวลาเดียวกันกับที่โปรตีน troponin (Tn-T precursor) ลดลง (Ho *et al*. 1997) การที่เนื้อแม่โคอายุ 5 ปีมีค่าความเข้มข้นของโปรตีน Tn-T_2 (28-30 kDa) น้อยกว่าเนื้อแม่โคที่อายุ 3 ปี และ 4 ปี เนื่องมาจากสัตว์ที่มีอายุมากขึ้นระดับการทำงานของเอนไซม์ calpains จะลดลง (Wheeler and Koohmaraie, 1992; Northcutt *et al*., 1998) จึงทำให้ความเข้มข้นของการสลายตัวของโปรตีนน้อยลง

ระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยที่ค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ระยะเวลาการบ่ม 21 และ 30 วันมีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) และมีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 4.0 และ 3.4 กิโลกรัม ตามลำดับ Huffman *et al*. (1996) ศึกษาการยอมรับของกลุ่มผู้บริโภคตามบ้านและตามภัตตาคารในสหรัฐอเมริกา รายงานว่าค่าแรงตัดผ่านของสเต๊กเนื้อสันนอกที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมีค่าไม่เกิน 4.10 กิโลกรัม จากผลงานวิจัยครั้งนี้พบว่าเมื่อบ่มเนื้อสันนอกจากแม่โคเป็นเวลา 21 วัน จะได้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 4.0 กิโลกรัม ซึ่งเป็นค่าแรงตัดผ่านที่อยู่ในระดับเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ทั้งนี้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ลดลงตามระยะเวลาการบ่มมีความสอดคล้องกับค่าความเข้มข้นของโปรตีน Tn-T_1 (37-39 kDa) ที่ลดลงและค่าความเข้มข้นของโปรตีน Tn-T_2 (28-30 kDa) ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ถึงแม้ว่าค่าความเข้มข้นของโปรตีน Tn-T_2 (28-30 kDa) ในแต่ละระยะเวลาการบ่มจะไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($p>0.05$) ดังแสดงใน Table 3 และ Figure 1 แสดงถึงการย่อยสลายของโปรตีน troponin-T ตามระยะเวลาการบ่มของแม่โคทั้ง 3 กลุ่มตามอายุ

การศึกษาครั้งนี้ไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างอายุและระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อที่ทำการศึกษา ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3 Meat quality of cull cows at different age and ageing period (LSM±SE)

Trait	Age of cows (AC; year)			Ageing period (AG; day)					p-value		
	3 (n=3)	4 (n=4)	5 (n=3)	1	7	14	21	30	AC	AG	AC*AG
pH	5.64±0.11	5.52±0.08	5.38±0.09	5.66±0.12	5.48±0.12	5.57±0.12	5.36±0.12	5.49±0.12	0.2193	0.5230	0.9868
Colour											
L* (Lightness)	40.49±0.54^{ab}	41.16±0.38^{a}	37.77±0.44^{c}	37.49±0.59^{y}	40.21±0.59^{x}	40.20±0.59^{x}	40.06±0.59^{x}	41.06±0.59^{x}	<.0001	0.0027	0.7885
a* (Redness)	23.47±0.79	21.78±0.56	21.20±0.65	21.32±0.87	21.54±0.87	23.49±0.87	21.96±0.87	22.44±0.87	0.0946	0.4301	0.7814
b* (Yellowness)	10.69±0.60	9.94±0.42	8.93±0.49	8.73±0.66	9.48±0.66	10.98±0.66	9.84±0.66	10.22±0.66	0.0798	0.1914	0.7900
Drip loss (%)	4.63±0.68	5.02±0.48	5.29±0.56	-	3.64±0.67	5.01±0.67	5.30±0.67	5.97±0.67	0.7540	0.1241	0.4141
Cooking loss (%)	30.51±1.29^{a}	26.37±0.91^{b}	28.82±1.06^{ab}	29.60±1.42^{xy}	27.09±1.42^{y}	27.46±1.42^{y}	32.25±1.42^{x}	26.43±1.42^{y}	0.0351	0.0427	0.4210
[1]WBSF (kg)	4.62±0.23^{b}	4.11±0.16^{b}	5.29±0.18^{a}	5.89±0.25^{x}	5.29±0.25^{xy}	4.79±0.25^{y}	4.00±0.25^{z}	3.40±0.25^{z}	0.0002	<.0001	0.6275
[2]Tn-T_1 (37-39 kDa)	3.43±0.46	3.28±0.32	2.45±0.37	3.90±0.50	3.59±0.50	2.93±0.50	2.57±0.50	2.27±0.50	0.1675	0.1419	0.9990
[3]Tn-T_2 (28-30 kDa)	1.77±0.34^{ab}	2.14±0.24^{a}	1.05±0.27^{b}	1.36±0.37	1.70±0.37	1.67±0.37	1.64±0.37	1.90±0.37	0.0199	0.8887	0.9999
[4]TBARS	0.36±0.04	0.32±0.04	0.31±0.04	-	0.31±0.04	0.32±0.04	0.36±0.04	-	0.6717	0.6984	0.8360

$^{a, b, c}$ Least square means within the same row with different superscripts differ significantly ($p<0.05$)

$^{x, y, z}$ Least square means within the same row with different superscripts differ significantly ($p<0.05$)

[1]WBSF = Warner-Bratzler shear force

[2] Tn-T_1 (37-39 kDa) = Troponin-T precursor

[3] Tn-T_2 (28-30 kDa) = Troponin-T product

[4] TBARS = 2-Thiobarbituric Acid Reactive Substance (mg MDA/kg meat)

- = quality parameter study was not performed at this ageing period

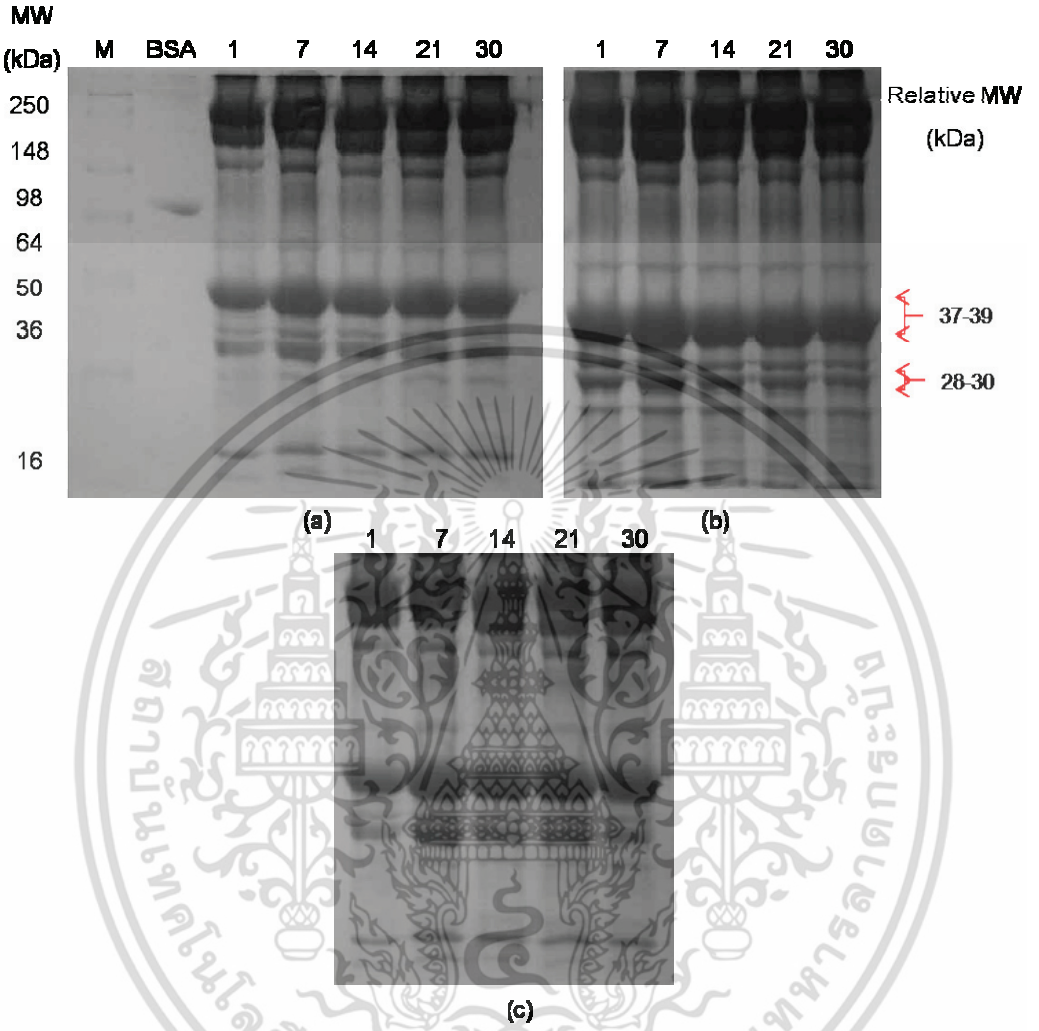

Figure 1 SDS PAGE gel of Troponin-T degradation at 1, 7, 14, 21 and 30 days of ageing postmortem

(a) Troponin-T degradation of cull dairy cow aged 3 years old

(b) Troponin-T degradation of cull dairy cow aged 4 years old

(c) Troponin-T degradation of cull dairy cow aged 5 years old

สรุป

ผลจากการศึกษาคุณภาพเนื้อในแม่โคนมคัดทิ้งต่างอายุ (3, 4 และ 5 ปี) และต่างระยะเวลาการบ่ม (1, 7, 14, 21 และ 30 วัน) สรุปได้ดังนี้

1. คุณภาพเนื้อของแม่โคนมคัดทิ้งที่อายุ 3, 4 และ 5 ปี หลังจากที่ได้รับการขุนเป็นระยะเวลา 11 เดือน มีคุณภาพเนื้อส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นด้านความนุ่มของเนื้อ

2. อายุของแม่โคนมคัดทิ้งที่เข้าขุนไม่ควรเกิน 4 ปี โดยพิจารณาจากอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ สีของเนื้อ และความนุ่มของเนื้อที่ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระยะเวลาการบ่มที่ทำให้เนื้อนุ่มมากที่สุด คือ 21 วัน ซึ่งมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อใกล้เคียงกับที่ผู้บริโภคยอมรับ สำหรับคุณภาพเนื้อ ได้แก่ ค่า pH ค่าสี เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา ความเสถียรของเนื้อระหว่างการเก็บรักษา (TBARS) ไม่พบความแตกต่างในแต่ละระยะเวลาการบ่ม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและการตลาดของแม่โคนมและผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของสหกรณ์โคนมบ้านบึง โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนโครงสร้างการผลิตภาคการเกษตรเพื่อเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขันของประเทศ กระทรวงพาณิชย์ และศูนย์เครือข่ายการวิจัยเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ที่สนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่ในการทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

บรรจง เลิศวิทยานุรักษ์. 2550. อุตสาหกรรมโคเนื้อและกระบือของไทย. ในการประชุมคณะกรรมการนโยบายพัฒนาโคเนื้อ-กระบือและผลิตภัณฑ์แห่งชาติ ครั้งที่ 1. นครปฐม : สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

มัทนา โอสถหงษ์. 2551. คู่มือการตัดแต่งเนื้อแบบโพนยางคำ.บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิช กรุงเทพมหานคร. 64 หน้า.

สำนักพัฒนาการปศุสัตว์และถ่ายทอดเทคโนโลยี. 2553. แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาโคเนื้อ ปี 2554 -2557 : การทบทวนปัจจัยแวดล้อมด้านการตลาด. [Online]. Available: http://www.dld.go.th/transfer/th/index.php?option=com_content&task=view&id=5365&Itemid=105. [19/05/54].

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Washington, DC : The Association of official Chemists.

AMSA. 1991. Guideline for meat color evaluation. American Meat Science Association. Illinois. USA.

Berg, R.T and R.M. Butterfield. 1975. Growth of meat animal, p 19-42. In : D.J.A. Cole & R.A. Lawrie (eds.). Meat Avi Publishing Westport. Connecticut.

Berruga, M.I., H. Vergara and L. Gallego. 2005. Influence of packaging conditions on microbial and lipid oxidation in lamb meat. Small Ruminant Research. 57: 257-264.

Boccard, R., L. Buchter, E. Casteels, E. Cosentino, E. Dransfield, D.E. Hood, R.L. Joseph, D.B. MacDougall, D.N. Rhodes, I. SchÖn, B.J. Tinbergen and C. Touraille. 1981. Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Livest. Prod. Sci. 8: 385-397.

Burk, R.F., M.J. Trumble and R.A. Lawrence. 1980. Rat hepatic cytosolic gsh-dependent enzyme protection against lipid peroxidation in NADPH microsomal lipid peroxidation system. Biochemiac et Biophysica Acta. 618: 35-41.

Castellini, C., C. Mugnai and A.D. Bosco. 2002. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. Meat Sci. 60: 219-225.

Claeys, E., L. Uytterhaegen, B. Buts and D. Demeyer. 1995. Quantitation of beef myofibrillar protein by SDS-PAGE. Meat Sci. 39: 177-193.

Devine, C.E., N.M. Wahlgren and E. Tornberg. 1999. Effect of rigor temperature on muscle shortening and tenderisation of restrained and unrestrained beef m. Longissimus thoracicus et lumborum. Meat Sci. 51: 61-72.

George-Evins, C.D., J.A. Unruh, A.T. Waylan and J.L. Marsden. 2004. Influence of quality classification, aging period, blade tenderization, and endpoint cooking temperature on cooking characteristics and tenderness of beef gluteus medius steaks. J. Anim. Sci. 82: 1863-1867.

Hedrick, H.B., E.D. Aberle, J.C. Forrest, M.D. Judge and R.A. Merkel. 1993. Principles of Meat Science. 3rd ed. Kendall/Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa.

Ho, C.Y., M.H. Stromer, G. Rousek and R.M. Robson. 1997. Effects of electrical stimulation and postmortem storage on changes in titin, nebulin, troponin–T and muscle ultrastructure in *Bos indicus* crossbreed cattle. J. Anim. Sci. 75: 366-376.

Huffman, K.L., M.F. Miller, L.C. Hoover, C.K. Wu, H.C. Brittin and C.B. Ramsey. 1996. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant. J. Anim. Sci. 74: 91–97.

Joo, S.T., R.G., Kaufman, B.C. Kim and G.B. Park. 1999. The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. Meat Sci. 52: 291-297.

Koohmaraie, M. 1994. Muscle proteinases and meat ageing. Meat Sci. 36: 93-104.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Northcutt, J.K., T.D. Pringle, J.A. Dickens, R.J. Buhr and L.L. Young. 1998. Effect of age and tissue type on the calpain proteolytic system in turkey skeletal muscle. Poultry Sci. 77: 367-372.

O' Keeffe, M and D.E. Hood. 1982. Biochemical factors influencing metmyoglobin formation on beef from muscles of differing colour stability. Meat Sci. 7: 209-228.

Rochdi, A., L. Foucat and J. Renou. 2000. NMR and DSC studies during thermal denaturation of collagen. Food Chem. 69: 295-299.

Stolowski, G.D., B.E. Baird, R.K. Miller, J.W. Savell, A.R. Sams, J.F. Taylor, J.O. Sanders and S.B. Smith. 2006. Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses. Meat Sci. 73: 475-483.

Swatland, H.J. 1994. Structure and development of meat animal and poultry. Technomic. Publishing Company.

Taylor, R.G., G.H. Geesink, V.F. Thompson, M. Koohmaraie and D.E. Goll. 1995. Is Z-disk degradation responsible for post-mortem tenderization. J. Anim. Sci. 73: 1351-1367.

Wang, M.Y. and J.G. Liehr. 1995. Induction by estrogens of lipid peroxidation and lipid peroxidederived malonaldehyde-DNA adducts in male syrian hamsters: Role of lipid peroxidation in estrogen-induced kidney carcinogenesis. Carcinogenesis. 16: 1941-1945.

Wheeler, T.L. and M. Koohmaraie. 1992. Effects of the β-adrenergic agonist L644, 969 on muscle protein turnover, endogenous proteinase activities, and meat tenderness in steers. J. Anim. Sci. 70: 3035-3043.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้