ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
236035

รายงานการวิจัย

เรื่อง

ผลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อคุณภาพและความปลอดภัยของเนื้อโค

Effect of Ageing Method Associate with Lactic Acid Application on Beef Quality and Safety

โดย

ผศ.ดร. คมแข พิลาสมบัติ

รศ.ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ 2552 บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

b00247073

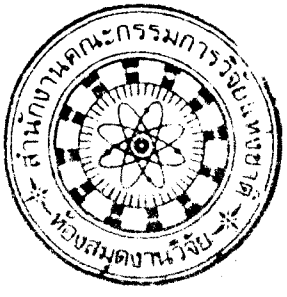
ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
236035

รายงานการวิจัย

เรื่อง

ผลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อคุณภาพและความปลอดภัยของเนื้อโค

Effect of Ageing Method Associate with Lactic Acid Application on Beef Quality and Safety



โดย

ผศ.ดร. คมแข พิลาสมบัติ

รศ.ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ 2552 บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานการวิจัย
(ฉบับสมบูรณ์)

เรื่อง

ผลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อคุณภาพและความปลอดภัยของเนื้อโค

Effect of Ageing Method Associate with Lactic Acid Application on Beef Quality and Safety

โดย

ผศ.ดร. คมแข พิลาสมบัติ

รศ.ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2552 บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายละเอียดเกี่ยวกับโครงการ

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ผลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อคุณภาพและความปลอดภัยของเนื้อโค

(ภาษาอังกฤษ) Effect of Ageing Method Associate with Lactic Acid Application on Beef Quality and Safety

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจาก เงินงบประมาณแผ่นดิน บัณฑิตวิทยาลัย
ประจำปีงบประมาณ 2552 จำนวนเงิน 199,890 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2551 ถึง 30 กันยายน 2552

1) หัวหน้าโครงการวิจัย : สัดส่วนที่ทำวิจัย 50%

ผศ.ดร. คมแข พิลาสมบัติ (Assist.Prof.Dr. Komkhae Pilasombut)
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ถ.ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์ : 0-2737-3000 ต่อ 3666 โทรสาร : 0-2326-4313
มือถือ : 085-064-2039 อีเมล์ : komkhae@yahoo.com

บทบาทในการทำวิจัย

- ศึกษาผลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก ต่อจำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อโค
- ศึกษากลุ่มเส้นใยโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อโค โดยวิธี SDS-PAGE

2) ผู้ร่วมโครงการวิจัย : สัดส่วนที่ทำวิจัย 50%

รศ.ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (Assoc.Prof.Dr. Jutarat Sethakul)
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์ : 0-2737-3000 ต่อ 3657 โทรสาร : 0-2326-4313
มือถือ : 081-9233801 อีเมล์ : ksejutar@kmitl.ac.th

บทบาทในการทำการวิจัย

- ศึกษาผลของวิธีการบ่มเนื้อ ร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก ที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อโค

ผลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อคุณภาพและความปลอดภัยของเนื้อโค

คมแข พิลาสมบัติ[1] และจุฑารัตน์ เศรษฐกุล[1]

[1]คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

236035

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 2 เปอร์เซ็นต์ และระยะเวลาในการบ่มต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเนื้อโค โดยใช้กล้ามเนื้อสันนอกติดกระดูก 10 ชิ้น จากโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน ((โคพื้นเมือง x บราห์มัน) x ชาร์-โรเล่ส์) โดยตัดจากซากซีกซ้ายจำนวน 5 ชิ้น และขวา 5 ชิ้น แบ่งกล้ามเนื้อสันนอกเป็น 2 กลุ่ม โดยการสุ่มสำหรับวิธีการบ่ม (แบบบรรจุในถุงสุญญากาศและแบบดั้งเดิม) และแต่ละกลุ่มจะสุ่มเป็น 2 กลุ่ม (กลุ่มควบคุมและกลุ่มฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ (v/v) ที่ผิวเนื้อ) สุ่มตัวอย่างในการบ่มเนื้อตามระยะเวลาการเก็บ 1, 7, 14, 21 และ 28 วัน ตามลำดับ การศึกษาทางด้านคุณภาพเนื้อใช้การวิเคราะห์ทางสถิติแบบ 2x2x5 factorial in CRD ยกเว้นเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา ไม่ได้ทำการศึกษาในวันแรกของการทดลอง ส่วนการศึกษาทางด้านจุลินทรีย์ใช้การวิเคราะห์ทางสถิติแบบ 2x2x6 factorial in CRD ผลการศึกษาพบว่าวิธีบ่มเนื้อมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ($P<0.05$) โดยการบ่มเนื้อแบบดั้งเดิมทำให้การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา มากกว่าการบ่มเนื้อในถุงสุญญากาศ และมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำกว่าเนื้อที่บ่มในถุงสุญญากาศ ในขณะเดียวกันการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก (ฉีดพ่นและไม่ฉีดพ่น) มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา ($P<0.05$) โดยเนื้อสันนอกโคที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลก-ติก มีค่าความเป็นกรด-ด่างและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษามากกว่ากลุ่มที่ไม่ฉีดพ่น ระยะเวลาในการบ่มมีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสีของเนื้อ (L*, a*, b*) และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ($P<0.05$) อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการบ่มและการใช้สารละลายกรดแลกติก มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา ($P<0.05$) ขณะที่ระหว่างวิธีการบ่มและระยะเวลาการบ่มมีอิทธิพลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่า b* และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ($P<0.05$) นอกจากนี้พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาการบ่ม มีผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง ($P<0.05$) อย่างไรก็ตามไม่พบอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งหมดในการศึกษาครั้งนี้

จากการศึกษาพบว่าวิธีการบ่มเนื้อมีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียกรดแลกติก และโคลิฟอร์มทั้งหมด โดยการบ่มเนื้อแบบดั้งเดิมพบเชื้อดังกล่าวน้อยกว่าการบ่มเนื้อในถุงสุญญากาศ ($P<0.05$) ส่วนการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมีผลต่อจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่สามารถ

เจริญในอุณหภูมิต่ำ และโคลิฟอร์มทั้งหมด มีจำนวนน้อยกว่าเนื้อกลุ่มไม่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก ($P<0.05$) เมื่อระยะเวลาในการบ่มเนื้อนานขึ้น พบการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่สามารถเจริญในอุณหภูมิต่ำ ในขณะที่จำนวนแบคทีเรียกรดแลกติกพบมีค่าสูงสุดในการบ่มเนื้อที่ 21 วัน และมีจำนวนลดลงเมื่อบ่มเนื้อนาน 28 วัน ส่วนจำนวนเชื้อโคลิฟอร์มในวันแรกของการทดลองมีจำนวนเชื้อมากกว่าทุกระยะเวลาการบ่มเนื้อ ($P<0.05$) การศึกษาครั้งนี้พบอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการบ่มและระยะเวลาในการบ่ม มีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และแบคทีเรียกรดแลกติก ทุกระยะเวลาการบ่มเนื้อตรวจพบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และแบคทีเรียกรดแลกติก ในเนื้อที่บ่มแบบดั้งเดิมมีจำนวนน้อยกว่าเนื้อที่บ่มในถุงสุญญากาศ ($P<0.05$) ในขณะที่อิทธิพลร่วมระหว่างการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาการบ่ม มีผลต่อจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่สามารถเจริญในอุณหภูมิต่ำ และโคลิฟอร์มทั้งหมด พบว่าเนื้อกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก มีปริมาณเชื้อดังกล่าวต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ฉีดพ่นทุกระยะเวลาการบ่ม ($P<0.05$) นอกจากนี้พบอิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการบ่มร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก 2 เปอร์เซ็นต์ และระยะเวลาในการบ่มมีผลต่อจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด ($P<0.05$) โดยการบ่มเนื้อแบบดั้งเดิมพบจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด น้อยกว่าการบ่มเนื้อในถุงสุญญากาศ เนื้อกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก พบเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดน้อยกว่าเนื้อกลุ่มไม่ฉีดพ่น และพบว่าจำนวนเชื้อโคลิฟอร์มในวันแรกของการทดลองมีจำนวนเชื้อมากกว่าทุกระยะเวลาการบ่มเนื้อ ส่วนเชื้อ *E. coli* มีจำนวนน้อยกว่ามาตรฐานกำหนด

รูปแบบการสลายตัวของโปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อ ในเนื้อที่บ่มแบบดั้งเดิม และบ่มในถุงสุญญากาศที่ 1, 7, 14, 21 และ 28 วันของการบ่ม โดยการแยกโปรตีนตามน้ำหนักโมเลกุลด้วยกระแสไฟฟ้า (SDS-PAGE) พบว่าการบ่มเนื้อแบบดั้งเดิมมีการย่อยสลายของโปรตีนขนาดประมาณ 55 kDa, troponin-T ขนาด 37-39 kDa และ troponin-$T_{Product}$ ขนาด 30 kDa ได้ดีกว่าเนื้อที่บ่มในถุงสุญญากาศ ($P>0.05$) ซึ่งผลดังกล่าวพบว่าเนื้อที่บ่มแบบดั้งเดิมนุ่มกว่าเนื้อที่บ่มในถุงสุญญากาศ ระยะเวลาในการบ่มเนื้อนานขึ้นพบการลดลงของปริมาณโปรตีนขนาด 55 kDa และ troponin-T ขนาด 37-39 ($P>0.05$) และมีการเพิ่มขึ้นของโปรตีน troponin-$T_{Product}$ ขนาด 30 kDa เมื่อระยะเวลาบ่มนานขึ้น ($P>0.05$) ผลดังกล่าวพบว่าเนื้อที่ใช้ระยะเวลาในการบ่มนานขึ้นจะมีความนุ่มเพิ่มมากขึ้น

Effect of Ageing Method Associate with Lactic Acid Application on Beef Quality and Safety

Komkhae Pilasombut[1] and Jutarat Sethakul[1]

[1]Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

236035

ABSTRACT

This research aimed to study the effect of ageing method, associated with 2 % of lactic acid spray and ageing times on beef quality and shelf life. Ten bone-in *Longissimus dorsi* (LD) whole muscles of Kampaengsaen beef cattle ((Thai native x Brahman) x Charolais) were cut from the left (n=5) and the right (n=5) of carcass sides. These LD muscles were randomly separated into 2 groups for ageing method (wet and dry ageing). The sample in each group was divided into 2 subgroups : control and the one sprayed with 2 % (v/v) lactic acid solution on the surface. Random samples were drawn at the ageing time of 1, 7, 14, 21 and 28 days, respectively. The beef quality study was statistically analyses as a 2x2x5 factorial in CRD, except percentage drip loss on the first day. The microbiological study was statistically analyses as a 2x2x6 factorial in CRD. The result showed that ageing method had effect on the percentage of drip loss and shear force value ($P<0.05$). The dry aged beef had more drip loss percentage than the wet aged in a vacuum package, and its shear force value was less than the wet aged one. Meanwhile the lactic acid solution treatments (sprayed and unsprayed) affected pH value and drip loss ($P<0.05$). The LD were sprayed with lactic acid have pH value and drip loss percentage higher than unsprayed group. Ageing times played an important role on pH value, meat colour (L*, a*, b*) and shear force value ($P<0.05$). The interaction between ageing method and lactic acid treatment affected only on the drip loss trait ($P<0.05$), while that between ageing method and ageing time influenced pH value, b* value and shear force value ($P<0.05$). In addition, the interaction between the lactic acid treatment and ageing time had an effect on pH value ($P<0.05$). No statistical significance of interactions among these factors for all the traits was detected.

That ageing method had an impact on the total microbial count, lactic acid bacteria and total coliform, the number of these bacterias in dry aged beef were less than in wet aged one in a vacuum bag ($P<0.05$). Meanwhile the lactic acid factor affected total microbial count, psychotropic bacteria and total coliform was less than the unsprayed ones ($P<0.05$). When ageing time increased, total microbial count and psychotropic bacteria were increased, while lactic acid

bacteria were highest at 21 day and its decreased at the 28 day of curing. The number of total coliform on the first day were higher than the other ageing time ($P<0.05$). The interaction between ageing method and ageing times could affect the total microbial count and lactic acid bacteria, for all ageing time were found that total microbial count and lactic acid bacteria in dry ageing was lower than wet ageing in vacuum package ($P<0.05$). While that between lactic acid treatment and ageing time had an influence on total microbial count, psychotropic bacteria and total coliform, the LD were sprayed with lactic acid have these 3 groups lower than unsprayed one for all ageing time ($P<0.05$). In addition, the interaction between ageing method, associated with the use of 2 % lactic acid spray and ageing times had an influence on total coliform ($P<0.05$). The number of total coliform in dry aged beef were less than in wet aged ones, the total coliform of the LD were sprayed with lactic acid were lower than the unsprayed groups and the number of total coliform on the first day were higher than the other ageing time. While number of *E. coli* was less than detection limit.

The protein degradation pattern of beef muscle fibers in conventional aging and vacuum aging for 1, 7, 14, 21 and 28 days of storage time were studied by SDS-PAGE. The decomposition products of conventional aging was protein bands at 55 kDa, troponin-T (37-39 kDa) and troponin-T (30 kDa) which was more than vacuum aging technique ($P>0.05$). The results showed that the conventional aging beef was more tender. As the storage time was prolong, the observed reduction of in the size of protein 55 kDa and troponin-T and an increase in troponin-$T_{Product}$ ($P>0.05$). This finding indicated that the longer storage time could result in the more tender of beef.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง ผลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อคุณภาพ และความปลอดภัยของเนื้อโค ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัย จากเงินงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2552 บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยมี ผศ.ดร. คมแข พิลาสมบัติ เป็นหัวหน้าโครงการ ซึ่งคณะวิจัยขอขอบพระคุณแหล่งทุนที่ให้โอกาสในการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณสิทธิพร บุรณนัฏ เลขาธิการสมาคมโคเนื้อแห่งประเทศไทย และในขณะดำเนินการวิจัยท่านดำรงตำแหน่งผู้จัดการสหกรณ์โคเนื้อมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่ให้ความสะดวกในการเก็บตัวอย่างเนื้อ และให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างเนื้อบางส่วนเพื่อให้การวิจัยในครั้งนี้มีข้อมูลที่น่าเชื่อถือมากขึ้น

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. กันยา ตันติวิสุทธิกุล ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ข้อมูลแก่ผู้วิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณผู้ร่วมงานทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงอีกจำนวนมาก ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้คงเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

ผศ.ดร. คมแข พิลาสมบัติ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....X

สารบัญภาพ.....XII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย.....1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2

1.3 สถานที่ดำเนินการ.....2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....3

1.5 ระยะเวลาของการศึกษา.....3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (muscular tissue).....4

2.2 กล้ามเนื้อโครงร่างหรือกล้ามเนื้อลาย (skeletal muscle).....5

2.2.1 การเรียงตัวของกล้ามเนื้อโครงร่าง.....5

2.2.2 การจัดเรียงของ myofibrils และออร์แกเนลล์ที่เกี่ยวข้องของเซลล์กล้ามเนื้อโครงร่าง.....6

2.2.3 ส่วนประกอบของ myofilaments ในเซลล์กล้ามเนื้อโครงร่าง.....6

2.3 คุณภาพและมาตรฐานเนื้อโค.....8

2.4 การบ่มและวิธีการบ่มเนื้อ.....10

2.5 อุณหภูมิและระยะเวลาในการบ่มซาก.....12

2.6 จุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์.....16

2.7 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์.....17

2.8 การเน่าเสียของเนื้อสัตว์.....18

2.8.1 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี.....18

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.8.2 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ.....19
2.8.2.1 การเน่าเสียของเนื้อสัตว์ในสภาวะที่มีอากาศ.....19
2.8.2.2 การเน่าเสียของเนื้อสัตว์ในสภาวะที่ไม่มีอากาศ.....21
2.8.3 ผลผลิตสุดท้ายที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นในการทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสีย.....22
2.9 ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์และแหล่งการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโค.....24
2.10 การลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ โดยการใช้กรดแลกติก.....25

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....29
3.1 ตัวอย่างเนื้อโคทดลอง.....29
3.2 อุปกรณ์.....29
3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี.....30
3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....31
3.4.1 การเตรียมตัวอย่างเนื้อโค.....31
3.4.1.1 การบ่มเนื้อแบบดั้งเดิม (dry ageing) 32
3.4.1.2 การบ่มเนื้อในถุงสุญญากาศ (wet ageing) 32
3.4.2 วิธีการสุ่มตัวอย่าง.....34
3.5 ขั้นตอนการศึกษาและการเก็บข้อมูล.....35
3.5.1 การศึกษาคุณภาพเนื้อ.....35
3.5.2 การศึกษาทางด้านจุลินทรีย์.....37
3.5.3 การวิเคราะห์กลุ่มเส้นใยโปรตีนของเนื้อโคด้วยวิธี SDS-PAGE.....38
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....40

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....43
4.1 อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่ม ต่อคุณภาพของเนื้อสันนอกโค.....43
4.1.1 อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่ม ต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง ของเนื้อสันนอกโค.....43

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.2 อิทธิพลของวิธีการบ่มร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่ม ต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ระหว่างการเก็บรักษา ของเนื้อสันนอกโค....46

4.1.3 อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่ม ต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่าง การปรุงสุก ของเนื้อสันนอกโค....47

4.1.4 อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่ม ต่อค่าสี ของเนื้อสันนอกโค....47

4.1.5 อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่ม ต่อค่าแรงตัดผ่าน ของเนื้อสันนอกโค....48

4.2 อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่ม ต่อจำนวนจุลินทรีย์ ของเนื้อสันนอกโค....50

4.2.1 อิทธิพลของการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่ม ต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ของเนื้อสันนอกโค....50

4.2.2 อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่ม ต่อจำนวนแบคทีเรียกรดแลกติก ของเนื้อสันนอกโค....54

4.2.3 อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่ม ต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ ของเนื้อสันนอกโค....55

4.2.4 อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่ม ต่อจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด ของเนื้อสันนอกโค....57

4.2.5 อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่ม ต่อจำนวนเชื้อ *E. coli* ของเนื้อสันนอกโค....59

4.3 อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อและระยะเวลาการบ่ม ต่อการเปลี่ยนแปลงของ myofibrillar proteins ในเนื้อสันนอกโคโดยเทคนิค SDS-PAGE....60

4.3.1 อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อและระยะเวลาการบ่ม ต่อการเปลี่ยนแปลงของ myofibrillar proteins ขนาด 55 kDa ในเนื้อสันนอกโค....62

4.3.2 อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อและระยะเวลาการบ่ม ต่อการเปลี่ยนแปลง

ของโปรตีน troponin-T ขนาด 37-39 kDa ในเนื้อสันนอกโค.....62
4.3.3 อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อและระยะเวลาการบ่ม ต่อการเปลี่ยนแปลง
ของโปรตีน troponin-$T_{Product}$ ขนาด 30 kDa ในเนื้อสันนอกโค.....62

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง.....66
5.1 คุณภาพเนื้อโค.....66
5.1.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง.....66
5.1.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา.....67
5.1.3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการปรุงสุก.....68
5.1.4 ค่าสีของเนื้อ.....69
5.1.5 ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ.....70
5.2 จำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อโค.....72
5.2.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด.....72
5.2.2 จำนวนแบคทีเรียกรดแลกติก.....74
5.2.3 จำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิต่ำ.....76
5.2.4 โคลิฟอร์มทั้งหมด.....77
5.2.5 จำนวนเชื้อ *E. coli*.....79
5.3 การเปลี่ยนแปลงของ myofibrillar proteins ขนาด 55 kDa, troponin-T ขนาด 37-39 kDa และ troponin-$T_{Product}$ ขนาด 30 kDa ของเนื้อสันนอกโค.....80

บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....82
6.1 สรุปผลการทดลอง.....82
6.2 ข้อเสนอแนะ.....84

บรรณานุกรม.....86

ภาคผนวก.....93
ภาคผนวก ก.....94
ภาคผนวก ข.....100
ภาคผนวก ค.....108
ภาคผนวก ง.....120

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 มาตรฐานสารตกค้างและจุลินทรีย์ปนเปื้อนในเนื้อโค ของประเทศคู่ค้าสำคัญ....10

2.2 อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโคขุน (n=30) 15

2.3 อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดของเนื้อโค และระยะเวลาการบ่มต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (กก.) 16

2.4 แสดงสารอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์ใช้เพื่อการเจริญเติบโต และผลผลิตสุดท้ายที่เชื้อจุลินทรีย์สร้างขึ้นบนเนื้อสัตว์....23

4.1 อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพของเนื้อสันนอกโค (LSM) 44

4.2 อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการบ่มเนื้อและระยะเวลาการบ่ม ต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเนื้อสันนอกโค (LSM±SE) 45

4.3 อิทธิพลร่วมระหว่างการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่ม ต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเนื้อสันนอกโค (LSM±SE) 45

4.4 อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการบ่มเนื้อและการใช้สารละลายกรดแลกติก ต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% drip loss) ของเนื้อสันนอกโค (LSM±SE) 46

4.5 อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการบ่มเนื้อและระยะเวลาการบ่ม ต่อค่าสีเหลือง (yellowness, b*) ของเนื้อสันนอกโค (LSM±SE) 49

4.6 อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการบ่มเนื้อและระยะเวลาการบ่ม ต่อค่าแรงตัดผ่าน (shear force ; kg.) เนื้อสันนอกโค (LSM±SE) 49

4.7 อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่มต่อจำนวนจุลินทรีย์ของเนื้อสันนอกโค (LSM) 51

4.8 อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการบ่มเนื้อและระยะเวลาการบ่ม ต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total microbial count ; log cfu/g) ของเนื้อสันนอกโค (LSM±SE) 53

4.9 อิทธิพลร่วมระหว่างการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาการบ่ม ต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (total microbial count ; log cfu/g) ของเนื้อสันนอกโค (LSM±SE) 53

4.10 อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการบ่มเนื้อและระยะเวลาการบ่ม ต่อจำนวนแบคทีเรียกรดแลกติก (lactic acid bacteria ; log cfu/g) ของเนื้อสันนอกโค (LSM±SE) 55

4.11 อิทธิพลร่วมระหว่างการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่ม ต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ (psychotropic bacteria ; log cfu/g) ของเนื้อสันนอกโค (LSM±SE) 56

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.12 อิทธิพลร่วมระหว่างการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่ม ต่อจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด (total coliforms ; log cfu/g) ของเนื้อสันนอกโค (LSM±SE) 58

4.13 อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่ม ต่อจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด (total coliforms ; log cfu/g) ของเนื้อสันนอกโค (LSM±SE) 59

4.14 อิทธิพลร่วมระหว่างวิธีการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาการบ่ม ต่อจำนวนเชื้อ *E. coli* (log cfu/g) ของเนื้อสันนอกโค.....60

4.15 อิทธิพลของวิธีการบ่มเนื้อและระยะเวลาการบ่ม ต่อการเปลี่ยนแปลงของ myofibrillar proteins ขนาด 55 kDa, troponin-T ขนาด 37-39 kDa และ troponin-$T_{Product}$ ขนาด 30 kDa ของเนื้อสันนอกโค (µg BSA-equivalent) 61

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของกล้ามเนื้อโครงร่าง....6
2.2 แสดงกล้ามเนื้อโครงร่างจากระดับกล้ามเนื้อถึงระดับโมเลกุล....7
2.3 แสดงส่วนประกอบของ myofilaments ในเซลล์กล้ามเนื้อโครงร่าง....8
3.1 แสดงลักษณะในการเตรียมตัวอย่างเนื้อโคทดลองในซ้ำที่ 1....33
3.2 แสดงขั้นตอนในการเตรียมตัวอย่างเนื้อ สำหรับทดลองการบ่มแบบดั้งเดิม (dry ageing) และการบ่มในถุงสุญญากาศ (wet ageing) 33
3.3 แสดงตำแหน่งของเนื้อโคที่ใช้ในการทดลอง วิธีการบ่มแบบดั้งเดิม และการบ่มแบบบรรจุเนื้อในถุงสุญญากาศ ระยะเวลาในการบ่ม 1, 7, 14, 21 และ 28 วัน ของเนื้อโคในแต่ละซ้ำ โดยการสุ่มอย่างง่าย....35
4.1 แสดงลักษณะของการเปลี่ยนแปลงของแถบโปรตีนที่ 55 kDa, 37-39 kDa และ 30 kDa (troponin-product) ที่ระยะเวลาบ่ม 1, 7, 14, 21 และ 28 วัน ของเนื้อโคทดลองตัวที่ 1 โดย (ก) เนื้อที่บ่มในถุงสุญญากาศ และ (ข) เนื้อที่บ่มแบบดั้งเดิม M คือ Standard Marker (PageRuler™ Plus Prestained Protein Ladder, Fermentas), BSA คือ Bovine Cerum Albumin....63
4.2 แสดงลักษณะของการเปลี่ยนแปลงของแถบโปรตีนที่ 55 kDa, 37-39 kDa และ 30 kDa (troponin-product) ที่ระยะเวลาบ่ม 1, 7, 14, 21 และ 28 วัน ของเนื้อโคทดลองตัวที่ 2 โดย (ก) เนื้อที่บ่มในถุงสุญญากาศ และ (ข) เนื้อที่บ่มแบบดั้งเดิม M คือ Standard Marker (PageRuler™ Plus Prestained Protein Ladder, Fermentas), BSA คือ Bovine Cerum Albumin....63
4.3 แสดงลักษณะของการเปลี่ยนแปลงของแถบโปรตีนที่ 55 kDa, 37-39 kDa และ 30 kDa (troponin-product) ที่ระยะเวลาบ่ม 1, 7, 14, 21 และ 28 วัน ของเนื้อโคทดลองตัวที่ 3 โดย (ก) เนื้อที่บ่มในถุงสุญญากาศ และ (ข) เนื้อที่บ่มแบบดั้งเดิม M คือ Standard Marker (PageRuler™ Plus Prestained Protein Ladder, Fermentas), BSA คือ Bovine Cerum Albumin....64
4.4 แสดงลักษณะของการเปลี่ยนแปลงของแถบโปรตีนที่ 55 kDa, 37-39 kDa และ 30 kDa (troponin-product) ที่ระยะเวลาบ่ม 1, 7, 14, 21 และ 28 วัน ของเนื้อโคทดลองตัวที่ 4 โดย (ก) เนื้อที่บ่มในถุงสุญญากาศ และ (ข) เนื้อที่บ่มแบบดั้งเดิม M คือ Standard Marker (PageRuler™ Plus Prestained Protein Ladder, Fermentas), BSA คือ Bovine

Cerum Albumin.....64
4.5 แสดงลักษณะของการเปลี่ยนแปลงของแถบโปรตีนที่ 55 kDa, 37-39 kDa และ 30 kDa (troponin-product) ที่ระยะเวลาบ่ม 1, 7, 14, 21 และ 28 วัน ของเนื้อโคทดลองตัวที่ 5 โดย (ก) เนื้อที่บ่มในถุงสุญญากาศ และ (ข) เนื้อที่บ่มแบบดั้งเดิม M คือ Standard Marker (PageRuler™ Plus Prestained Protein Ladder, Fermentas), BSA คือ Bovine Cerum Albumin.....65