ผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อต่อคุณภาพเนื้อโค

EFFECT OF LACTIC ACID SOLUTION ASSOCIATED WITH AGING PERIOD ON BEEF QUALITY

อาณัติ อุ่นเรือน

ARNUT OUNRUAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-AG-M-031-012

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อต่อคุณภาพเนื้อโค

EFFECT OF LACTIC ACID SOLUTION ASSOCIATED WITH AGING PERIOD ON BEEF QUALITY

T105148

อาณัติ อุ่นเรือน
ARNUT OUNRUAN

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....105148
วัน,เดือน,ปี.....16 มี.ค. 2552

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2552

KMITL-2009-AG-M-031-012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECT OF LACTIC ACID SOLUTION ASSOCIATED WITH AGING PERIOD ON BEEF QUALITY

ARNUT OUNRUAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE

MASTER OF SCIENCE IN ANIMAL SCIENCE

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2009

KMITL-2009-AG-M–031-012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2009

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อต่อคุณภาพเนื้อโค
นักศึกษา	นายอาณัติ อุ่นเรือน
รหัสประจำตัว	48065406
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
พ.ศ.	2552
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร. คมแข พิลาสมบัติ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล รศ.ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองและโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน โดยปัจจัยแรกคือ การใช้และไม่ใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % (v/v) ฉีดพ่น และปัจจัยที่สองคือ ระยะเวลาในการบ่มเนื้อแบ่งเป็น 14, 30, 60 และ 90 วัน ในการศึกษาครั้งนี้ใช้กล้ามเนื้อสันนอกส่วนหลัง (longissimus lumborum) บรรจุเนื้อในถุงสุญญากาศและบ่มเนื้อที่อุณหภูมิ 0 - 4 °C เป็นระยะเวลา 14, 30, 60 และ 90 วัน ในแต่ละระยะเวลาบ่มเนื้อทำการศึกษาทางด้านจุลินทรีย์ โดยศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม และอีโคไล และทำการศึกษาทางด้านคุณภาพเนื้อโดยวัดค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าสีของเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% drip loss) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% cooking loss) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler shear force) ผลการทดลองพบว่าสารละลายกรดแลกติก สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์มและอีโคไล บนเนื้อโคพื้นเมือง ทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 30 วัน นอกจากนี้ยังพบว่าสารละลายกรดแลกติกมีผลทำให้เนื้อนุ่มขึ้น โดยพบว่ากลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลง ($P<0.01$) และทำให้เนื้อมีค่าสีเหลือง (b^*) ต่ำลง ($P<0.01$) แต่สารละลายกรดแลกติกไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดด่าง ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาและค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก ส่วนระยะเวลาในการบ่มเนื้อนั้นมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่าง ค่า a^* ค่า b^* ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกและค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลง และทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาสูงขึ้น แต่ระยะเวลาในการบ่มเนื้อไม่มีผลต่อค่า L^*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายกรดแลกติกสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์มและอีโคไล บนเนื้อโคลูกผสมซิมเมนทอล-บราห์มัน แต่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้เพียง 14 วัน อาจเนื่องมาจากโคลูกผสมซิมเมนทอล-บราห์มันเลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรดเป็นแหล่งอาหารหยาบ ทำให้เนื้อมีลักษณะแฉะและมีน้ำเยิ้ม มีความชื้นสูงที่ผิวเนื้อ จึงเป็นปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ในขณะที่เนื้อโคพื้นเมืองมีลักษณะที่แห้ง ทำให้สภาวะไม่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ส่วนคุณภาพเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน พบว่าสารละลายกรดแลกติกทำให้ค่าความเป็นกรดด่างและค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.01$) แต่ทำให้เนื้อมีสีซีดจางกว่า (ค่า L^* สูงกว่า) และค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.01$) โดยสารละลายกรดแลกติกไม่มีผลต่อค่า a^* ค่า b^* และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา สำหรับระยะเวลาในการบ่มเนื้อมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่าง และค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลง และทำให้ค่า L^* ค่า a^* ค่า b^* และค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาสูงขึ้น แต่ระยะเวลาในการบ่มเนื้อไม่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Effect of Lactic Acid Solution Associated with Aging Period on Beef Quality
Student	Mr. Arnut Ounruan
Student ID.	48065406
Degree	Master of Science
Programe	Animal Science
Year	2009
Thesis Advisor	Dr. Khomkhae Pilasombut
Thesis Co-advisor	Assoc. Prof. Dr. Jutarat Sethakul
	Assoc. Prof. Dr. Yanin Opatpatanakit

ABSTRACT

This study was aimed to determine the effect of lactic acid solution associated with aging period on beef quality and shelf life of Thai native cattle and Simmental-Brahman crossbred steers. The first factor was to apply and not apply lactic acid solution and the second was aging period as 14, 30, 60 and 90 days. Beef longissimus lumborum muscles were sampled and assign to control group and lactic acid 2% lactic acid solution sprayed group (LS), vacuum packed and stored at 0 - 4 °C for 14, 30, 60 and 90 days. At each aging period, pH value, meat color, % drip loss, % cooking loss, Warner-Bratzler shear force (WBSF) of meat and microbial studies were determined. The results showed that lactic acid application reduced numbers of total microbial count, coliforms and *E. coli* counts, leading to prolongation of shelf life of Thai native beef for 30 days. Beef was more tender due to lactic acid application which WBSF was significantly reduced ($P<0.01$) and it also showed lower b^* value in LS group. However, lactic acid application had no effect on pH value, lightness (L^*), redness (a^*), % drip loss and % cooking loss in Thai native beef. It was found that pH value, a^* value, b^* value, % drip loss and % cooking loss reduced as aging period was longer, but there was no aging effect on L^* value.

For Simmental-Brahman crossbred beef, it was found that lactic acid application inhibited growth of microorganisms, coliforms and *E. coli*, leading to prolongation of shelf life of Simmental-Brahman crossbred beef for 14 days which was shorter than Thai native beef. This study showed that Simmental-Brahman crossbred beef was rotted rapidly. It may be explained that Simmental-Brahman crossbred steers were fed pineapple byproducts as a roughage source, resulted in exudative beef and

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่ว่าส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งหมดของเอกสารนี้ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

higher moisture on surface. This would be a suitable factor for growth of microorganisms while Thai native beef had low moisture on surface, which was not suitable condition for growth of microorganisms. For meat quality, it was showed that LS group had lower WBSF and pH value but higher L^* value and % cooking loss than control group ($P<0.01$). There was no effect of lactic acid application on a^* value, b^* value and % drip loss. As longer aging period, WBSF and pH value was decreased but meat color (L^*, a^*, b^* value) and % drip loss was increased. However, aging period had no effect on % cooking loss.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จได้ด้วยดีนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ดร. คมแข พิลาสมบัติ รศ. ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และรศ.ดร.ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ ที่ได้กรุณาแนะนำแนวทาง ช่วยชี้แนะให้คำปรึกษา และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถดำเนินงานเข้าใจ และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่วางไว้

ขอขอบคุณพี่ เพื่อนนักศึกษาปริญญาโท น้องๆ นักศึกษาปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ทุกคน และบุคคลต่างๆที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ช่วยเหลือในการปฏิบัติงาน คอยอำนวยความสะดวกในทุกๆเรื่อง และให้กำลังใจเสมอ ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ส่วนดีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบให้บิดาและมารดาที่ให้ชีวิต ครูอาจารย์ทุกท่านที่ถ่ายทอดวิชาความรู้ และอบรมสั่งสอนให้เป็นคนดีของสังคม

คุณค่า และประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ทุกท่านที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ต่อไป

นายอาณัติ อุ่นเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง X

สารบัญภาพ XIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 สถานที่ดำเนินการ 2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 2

1.5 ระยะเวลาของการศึกษา 2

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ความสำคัญของจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ 4

2.2 การเน่าเสียของเนื้อสัตว์ 8

2.2.1 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี 8

2.2.2 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ 9

2.2.2.1 การเน่าเสียของเนื้อสัตว์ภายใต้สภาวะที่มีอากาศ (Spoilage of meat under aerobic conditions) 9

2.2.2.2 การเน่าเสียของเนื้อสัตว์ภายใต้สภาวะที่ไม่มีอากาศ (Spoilage of meat under anaerobic conditions) 9

2.2.3 ผลผลิตสุดท้ายที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นในการทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสีย) 10

2.3 แหล่งการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ 12

2.3.1 ก่อนสัตว์ตาย 12

2.3.2 ภายหลังสัตว์ตาย และระหว่างกระบวนการผลิต 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.3 การเก็บรักษา และการจำหน่าย 14
2.4 การลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ 15
2.4.1 วิธีทางกายภาพ 15
2.4.2 วิธีทางเคมี 17
2.5 การใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ 21
2.5.1 ลักษณะทั่วไปของกรดแลกติก 21
2.5.2 กลไกการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของกรดแลกติก 21
2.5.3 การใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ 22
2.6 คุณภาพและมาตรฐานเนื้อโค 24
2.7 ผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อคุณภาพเนื้อ 25
2.8 การปรับปรุงความนุ่มของเนื้อด้วยการบ่มซาก 26
2.8.1 การบ่มแบบดั้งเดิม (dry aging) 26
2.8.2 การบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศหรือการบ่มแบบเปียก (vacuum aging or wet aging) 27

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 34
3.1 ตัวอย่างเนื้อโคทดลอง 34
3.2 อุปกรณ์ 34
3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี 35
3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย 36
3.4.1 การทดลองที่ 1 การใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเนื้อโคพันธุ์พื้นเมือง 36
3.5.1.1 วิธีการเตรียมตัวอย่าง 36
3.5.1.2 วิธีการสุ่มตัวอย่าง 36
3.4.2 การทดลองที่ 2 การใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเนื้อโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 ขั้นตอนการศึกษาและการเก็บข้อมูล 38
3.5.1 การศึกษาทางด้านจุลินทรีย์ 38
3.5.2 การศึกษาคุณภาพเนื้อ 42
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 43

บทที่ 4 ผลการทดลอง 45
4.1 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อจุลินทรีย์บนเนื้อโค พื้นเมืองที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0-4 °C 45
4.1.2 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 45
4.1.2 จำนวน Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* 46
4.2 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อคุณภาพเนื้อโค พื้นเมืองที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0-4 °C 49
4.2.1 ค่าความเป็นกรดด่าง 49
4.2.2 ค่าสีของเนื้อสันนอกโค 50
4.2.3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก และค่าความนุ่มเหนียวของเนื้อสันนอกโค 52
4.3 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อจุลินทรีย์บนเนื้อโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0-4 °C 55
4.3.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 55
4.3.2 จำนวน Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อคุณภาพเนื้อโค
ลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศ
ที่อุณหภูมิ 0-4 °C 59
4.4.1 ค่าความเป็นกรดด่าง 59
4.4.2 ค่าสีของเนื้อสันนอกโค 60
4.4.3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก
ระหว่างการทำให้สุก และค่าความนุ่มเหนียวของเนื้อสันนอกโค 63

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง 68
5.1 จำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อโค.....68
5.1.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 68
5.1.2 จำนวน Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* 69
5.2 คุณภาพเนื้อโค 70
5.2.1 ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ 70
5.2.1 ค่าสีของเนื้อ 71
5.2.3 ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก
ระหว่างการทำให้สุก และค่าความนุ่มเหนียวของเนื้อสันนอกโค 72
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 74
6.1 สรุปผลการทดลอง 74
6.2 ข้อเสนอแนะ 75

บรรณานุกรม 76

ภาคผนวก 83
ภาคผนวก ก 84
ภาคผนวก ข 85

ประวัติผู้เขียน 120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงจุลินทรีย์ต่างๆ ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ 5

2.2 แสดงการระบาดของเชื้อ *Salmonella* และเชื้อ *Campylobacter* ของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปในปี ค.ศ. 2005 7

2.3 แสดงสารอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์ใช้เพื่อการเจริญเติบโตและผลผลิตสุดท้ายที่เชื้อจุลินทรีย์สร้างขึ้นบนเนื้อสัตว์ 11

2.4 แสดงวิธีการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ 18

2.5 แสดงผลของการล้างซากด้วยกรดแลกติกต่อจำนวน aerobic plate counts (APC) และจำนวน *Enterobacteriaceae* counts (EBC) ก่อนกระบวนการเอาเครื่องในออก 24

2.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปรตีนเส้นใย (% ของโปรตีนทั้งหมด) ในกล้ามเนื้อสันใน (Psoas major, PM) และกล้ามเนื้อหมอน (Semitendinosus, ST) ของเนื้อลูกโค โคสาว และแม่โค ซึ่งเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 วันที่อุณหภูมิ 4 °C 28

2.7 แสดงอิทธิพลของวิธีและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่ระยะเวลาต่างๆ 35

2.8 แสดงอิทธิพลของวิธีการและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อคุณภาพเนื้อสันนอโคที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 14 และ 21 วัน 30

2.9 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และค่าแรงตัดผ่านเนื้อของการบ่มแบบดั้งเดิมและการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศในระยะเวลาต่างๆ 32

4.1 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง 46

4.2 จำนวน Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ 48

4.3 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง 49

4.4 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าความสว่าง (Lightness, L^*) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง 50

4.5 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีแดง (Redness, a^*) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.6 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, *b**) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง 52

4.7 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง 53

4.8 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง 54

4.9 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อความนุ่มเหนียวโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง 55

4.10 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน 56

4.11 จำนวน Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันที่บ่มในระยะเวลาต่างๆ 58

4.12 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน 60

4.13 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าความสว่าง (Lightness, *L**) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน 61

4.14 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีแดง (Redness, *a**) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน 62

4.15 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, *b**) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน 63

4.16 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน 64

4.17 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.18 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อความนุ่มเหนียว โดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

3.1 แสดงตำแหน่งของชิ้นเนื้อที่สุ่มจากชิ้นส่วนใหญ่และการกระจายพื้นที่การสุ่มตัวอย่างเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ 37

3.2 แสดงตำแหน่งของชิ้นเนื้อที่สุ่มจากชิ้นส่วนใหญ่และการกระจายพื้นที่การสุ่มตัวอย่างเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ 38

3.3 แสดงแผนภาพการศึกษาทางด้านจุลินทรีย์ 41

4.1 อิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน 57

4.2 อิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อความนุ่มเหนียวโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

การขยายตัวของอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อสัตว์อย่างรวดเร็ว เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ก่อให้เกิดปัญหาด้านความปลอดภัยของอาหารต่อผู้บริโภค ทำให้ผู้ประกอบการและผู้บริโภคตระหนักและเห็นความสำคัญของปัญหานี้ (Brown *et al.* 2002) โดยเฉพาะปัญหาด้านการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งในปี ค.ศ. 2005 (พ.ศ. 2548) มีรายงานว่ากลุ่มประเทศสหภาพยุโรปพบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและแพร่ไปสู่ผู้บริโภคอาหารที่ปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ โดยเชื้อสำคัญที่พบปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์คือ *Campylobacter* และ *Salmonella* ซึ่งทำให้มีผู้ป่วยติดเชื้อโรคอาหารเป็นพิษเฉลี่ย 51.6 และ 38.2 คน ต่อประชากร 100,000 คน ตามลำดับ (Nørrung and Buncic. 2008)

คมแข พิลาสมบัติ และคณะ (2551) ได้ทำการสำรวจการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อโคในเขตกรุงเทพมหานคร โดยการสุ่มตัวอย่างเนื้อสันนอกโคในตอนเช้ามืดจากตลาดสด 41 แห่ง พบว่าร้อยละ 92.68 ของตัวอย่างเนื้อโคมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ซึ่งผลดังกล่าวมีสาเหตุมาจากการฆ่าโคในโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน นอกจากนี้ยังมีสุขลักษณะในการขนส่งและจำหน่ายไม่ได้มาตรฐาน จากข้อมูลนี้แสดงให้เห็นปัญหาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพเนื้อและสุขภาพผู้บริโภคได้

สำหรับการผลิตเนื้อโคให้มีคุณภาพนอกเหนือจากความสะอาดและความปลอดภัยต่อผู้บริโภคแล้ว ความนุ่มของเนื้อเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญและมีผลในการพิจารณาเลือกซื้อเนื้อสัตว์ แต่เนื่องจากความนุ่มของเนื้อนั้น มีอิทธิพลจากปัจจัยภายในและภายนอกตัวสัตว์เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งมีความผันแปรและมีผลต่อความนุ่มของเนื้อ (Destefanis *et al.* 2008) ดังนั้นเพื่อให้การผลิตเนื้อโคมีคุณภาพจึงได้มีการศึกษาทางวิชาการและนำเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้เพื่อปรับปรุงความนุ่มของเนื้อ ซึ่งการบ่มซากเป็นวิธีหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ปรับปรุงความนุ่ม ในทางปฏิบัติการบ่มซากมี 2 วิธีคือ การบ่มซากแบบดั้งเดิม (dry aging) และการบ่มซากแบบบรรจุถุงสุญญากาศ (wet aging) ปกติการบ่มซากมักใช้เวลา 14 – 21 วัน ที่อุณหภูมิประมาณ 3-4 °C (Ahnström *et al.* 2006 ; Smith *et al.* 2008) ซึ่งถ้าบ่มเนื้อนานเกินกว่านี้เชื้อจุลินทรีย์จะเพิ่มจำนวนขึ้น จึงต้องมีการควบคุมจุลินทรีย์บนเนื้อที่ทำการบ่ม นอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาการบ่มซากที่นานขึ้น จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อยีสต์จะมีจำนวนเพิ่มขึ้น (Ahnström *et al.* 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิจัยครั้งนี้มีแนวคิดในการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อโคระหว่างการบ่มเนื้อ เพื่อให้ผู้บริโภคมีความพึงพอใจทั้งทางด้านรสชาติและความปลอดภัยในการบริโภค การใช้สารละลายกรดแลกติกเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่มีความปลอดภัยในการนำมาใช้เพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ แต่

ข้อจำกัดของการใช้สารละลายกรดแลกติกคือ สารละลายกรดแลกติกจะทำให้เนื้อมีสีซีดจาง ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคไม่พึงประสงค์ อย่างไรก็ตามการศึกษาผลของสารละลายกรดแลกติก ส่วนใหญ่จะทำการศึกษาบนเนื้อสัตว์ที่ไม่ได้ผ่านการบ่ม แต่การศึกษานี้ผู้วิจัยได้ทำการบ่มเนื้อแบบบรรจุถุงสุญญากาศ และประยุกต์ใช้สารละลายกรดแลกติกเพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ร่วมกับการบ่มเนื้อ ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่าจะทำให้เนื้อสัตว์มีอายุในการเก็บรักษาที่นานขึ้นและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคอีกด้วย

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1) เพื่อศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อโคพันธุ์พื้นเมือง (Thai native) และโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน (Simmental-Brahman)

2) เพื่อศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองและโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

1.3 สถานที่ดำเนินการ

1) ห้องปฏิบัติการเนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2) ห้องปฏิบัติการจุลินทรีย์เนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1) การทดลองที่ 1 การใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเนื้อโคพันธุ์พื้นเมือง

2) การทดลองที่ 2 การใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเนื้อโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

1.5 ระยะเวลาการศึกษา

ใช้ระยะเวลาในการศึกษาทั้งสิ้น 1 ปี เริ่มทำการศึกษาตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 เสร็จสิ้นการศึกษาเดือนตุลาคม พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบถึงผลและประสิทธิภาพของการใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองและโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

2) ทราบถึงผลของใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อต่อคุณภาพเนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองและโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์

สุมณฑา วัฒนสินธุ์ (2545) กล่าวว่าจุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก อาจจำแนกออกได้เป็น แบคทีเรีย ยีสต์ รา โปรโตซัว สาหร่าย และไวรัส ตามปกติในร่างกายมนุษย์และสัตว์ยังมีจุลินทรีย์อาศัยในระบบทางเดินอาหาร ทั้งชนิดที่เป็นประโยชน์และก่อให้เกิดโทษ สำหรับอาหารที่บริโภคยากที่จะไม่ให้มีเชื้อจุลินทรีย์อยู่เลย หากจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนลงในอาหารเข้าสู่ร่างกายขณะที่อ่อนแอหรือมีจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากเกินขีดความสามารถของร่างกายในการกำจัดทำลายแล้ว อาจก่อให้เกิดความผิดปกติหรือก่อให้เกิดโรคได้

เนื้อสัตว์เป็นแหล่งของจุลินทรีย์หลายชนิด ซึ่งจุลินทรีย์ที่มักพบการปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์ได้แก่ จุลินทรีย์ก่อโรค และจุลินทรีย์ที่ทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสีย ดังนั้นการปนเปื้อนการจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์จึงเป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ โดยทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งเนื้อสัตว์อาจเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดการติดต่อไปสู่มนุษย์ได้ (Gormley. 2000) เชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์ เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสีย คุณภาพของเนื้อต่ำลง ทำให้สูญเสียทางด้านเศรษฐกิจ ซึ่งจุลินทรีย์หลายชนิดมักอยู่ภายในระบบทางเดินอาหารสัตว์รวมถึงอาจพบได้ที่ผิวหนังของสัตว์ด้วย (Podolak *et al.* 1996) อย่างไรก็ตามเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่ก่อโรคและทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสียมักเป็นเชื้อแบคทีเรียมากกว่าเชื้อรา เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียสามารถเจริญเติบโตบนเนื้อสัตว์ได้เร็วกว่าเชื้อรา ทำให้เนื้อเน่าเสียก่อนที่เชื้อราจะเจริญเติบโต แต่สำหรับเนื้อที่แช่เย็นเป็นระยะเวลานาน พบว่าเชื้อราสามารถเจริญเติบโตบนเนื้อได้ เนื่องจากบริเวณผิวหน้าของเนื้อแห้งทำให้เชื้อจุลินทรีย์อื่นไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี

ผลกระทบของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์

1. ความสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547) ได้กำหนดให้เนื้อโคที่มีคุณภาพและถูกสุขลักษณะ จะต้องมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 5.70 log cfu/g ($5x10^5$ cfu/g) หากเนื้อโคมีจำนวนจุลินทรีย์เกินมาตรฐานกำหนด จะทำให้เนื้อโคเน่าเสีย คุณภาพของเนื้อต่ำลง และไม่เป็นที่ยอมรับของประเทศคู่ค้า ซึ่งเป็นผลเสียต่อการส่งออกของประเทศ

ตัวอย่างการสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจจากการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ เช่น ปัญหาไข้หวัดนกในปี พ.ศ. 2547 ซึ่งมีการระบาดในหลายๆประเทศรวมทั้งประเทศไทย การระบาดของไข้หวัดนกทำให้การบริโภคเนื้อไก่ในประเทศไทยลดลงอย่างมาก นอกจากนี้การนำเข้าเนื้อไก่จากไทยของประเทศญี่ปุ่นลดเหลือ 110,224 ตัน จากเมื่อ ปี พ.ศ. 2546 ที่มีการนำเข้า 265,869 ตัน ส่วนกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปก็ลดการนำเข้าเนื้อไก่จากประเทศไทยเช่นเดียวกัน ในปี พ.ศ. 2547 นำเข้า 83,027 ตัน ลดจากปี พ.ศ. 2546 ที่นำเข้า 159,859 ตัน ส่งผลกระทบต่ออุสาหกรรมการผลิตไก่ของไทยทั้งการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตอาหารสัตว์ เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่เนื้อ ผู้ประกอบการโรงานชำแหละ และการส่งออก ทำให้มีการสูญเสียรวมทั้งสิ้น 100,700 ล้านบาท (ศูนย์ควบคุมโรคไข้หวัดนก. 2549)

2. ผู้บริโภคเกิดการเจ็บป่วยจากโรคอาหารเป็นพิษ เนื่องจากบริโภคเนื้อสัตว์ที่มีเชื้อเข้าไป (Borch and Arinder. 2002) โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์มี 2 ลักษณะคือ เกิดจากผู้บริโภครับประทานอาหารที่มีเชื้อเข้าไปแล้วเชื้อเจริญเติบโตในระบบทางเดินอาหาร เป็นสาเหตุทำให้เกิดอาการท้องร่วง คลื่นไส้ อาเจียน และปวดท้อง อย่างไรก็ตามเชื้อเหล่านั้นต้องมีปริมาณมากพอจึงจะทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษซึ่งได้แก่ *Salmonella* sp., *Yersinia enterocolitica, Campylobacter jejuni/coli* และ *Clostridium perfringens* โดย *Campylobacter jejuni/coli* หากปนเปื้อนเพียง 200-300 เซลล์ ก็มีผลทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้ ลักษณะที่สองจะเกิดจากเชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตในอาหารและสร้างสารพิษขึ้นมา เมื่อผู้บริโภครับประทานอาหารที่มีสารพิษเข้าไปจะทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้แก่ *Clostridium botulinum, Staphylococcus aureus* และ *Bacillus cereus* (Pearson and Dutson. 1986)

ตารางที่ 2.1 แสดงจุลินทรีย์ต่างๆ ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ

จุลินทรีย์		
Worms		
	Flatworms	Roundworms
	Fasciola	*Trichinella*
	Fasciolopsis	*Ascaris*
	Paragonimus	*Anisakis*
	Clonorchis	*Pseudoterranova*
	Tapeworms	*Toxocara*
	Diphyllobothrium	
	Taenia	
Protozoa		
	Giardia	
	Entamoeba	
	Toxoplasma	
	Sarcocystis	
	Cryptosporium	
	Cyclospora	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

จุลินทรีย์		
Fungi-mycotoxin producers		
	Aflatoxins	
	Fumonisins	
	Alternaria	
	Ochratoxins	
Bacteria		
	Gram positive	Gram negative
	Staphylococcus sp.	*Salmonella*
	Bacillus cereus	*Shigella*
	B. anthrasis	*Escherichia*
	Clostridium botulinum	*Yersinia*
	C. perfingens	*Vibrio*
	Listeria monocytogenes	*Camphylobacter*
	Mycobacterium paratuberculosis	*Aeromonas*
		Brucella
		Plesiomonas
Viruses		
	Hepatitis A	
	Small round structured viruses (SRSVs)	
	Rotaviruses	

ที่มา : ดัดแปลงจาก Jay (2000)

Nørrung and Buncic (2008) กล่าวถึงการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษจากเชื้อ *Salmonella* และ *Campylobacter* ของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปในปี ค.ศ. 2005 ว่าตรวจพบการติดเชื้อ *Salmonella* ในมนุษย์จากการรับประทานไข่และผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไข่ของสัตว์ปีก 11 % เนื้อสัตว์ปีก 2.7 % เนื้อสุกร 1.5 % เนื้อโค 0.3 % และจากแหล่งอื่นๆเช่น อาหารทะเล ผัก และผลไม้ เป็นต้น อีก 75 % ซึ่งทำให้มีผู้ป่วยถึง 25,760 คน และตรวจพบการติดเชื้อ *Campylobacter* จากการรับประทานเนื้อสัตว์ปีก 13.0 %

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

เนื้อสัตว์อื่นๆ 0.5 % ไข่และผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไข่ของสัตว์ปีก 0.2 % น้ำดื่ม 28.7 % และจากแหล่งอื่นๆ อีก 57.6 % ทำให้มีผู้ป่วย 2,478 คน จากข้อมูลข้างต้นจึงแสดงให้เห็นถึงปัญหาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่ส่งผลกระทบมายังผู้บริโภคได้

การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์สามารถเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอนตลอดกระบวนการผลิตตั้งแต่กระบวนการผลิตสัตว์จากฟาร์ม โดยเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคซึ่งอาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์อาจปนเปื้อนไปสู่สัตว์ตัวอื่น และแพร่ไปสู่มนุษย์ได้ในระหว่างกระบวนการผลิต การจัดการ การบริโภคเนื้อและผลิตภัณฑ์จากสัตว์เหล่านั้น

ตารางที่ 2.2 แสดงการระบาดของเชื้อ *Salmonella* และเชื้อ *Campylobacter* ของกลุ่มประเทศสหภาพยุโรปในปี ค.ศ. 2005

แหล่งการปนเปื้อน	จำนวนผู้ติดเชื้อ [a] *Salmonella* (%)	จำนวนผู้ติดเชื้อ [b] *Campylobacter* (%)
เนื้อสัตว์		
เนื้อสัตว์ปีก	2.7	13.0
เนื้อสุกร	1.5	-
เนื้อโค	0.3	-
เนื้อสัตว์อื่นๆ	-	0.5
ไข่และผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไข่ของสัตว์ปีก	11	0.2
น้ำ	-	28.7
อื่นๆเช่น อาหารทะเล ผัก และผลไม้	75	57.6

a และ b คือ จำนวนผู้ติดเชื้อทั้งหมด 25,760 และ 2,478 คน ตามลำดับ

ที่มา : Nørrung and Buncic (2008)

3. ก่อให้เกิดการเน่าเสียของเนื้อสัตว์ เนื้อสัตว์ที่เน่าเสียหมายถึงเนื้อสัตว์ที่มีกลิ่น สี และรสชาติที่ผิดปกติ เนื่องจากจุลินทรีย์สร้างสารประกอบบางชนิดขึ้นมาในระหว่างการเจริญเติบโตบนเนื้อสัตว์ (ดมแข พิลาสมบัติ. 2550) การปนเปื้อนจุลินทรีย์จากกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์มีผลกระทบต่ออายุการเก็บรักษาที่สั้นลง Evans *et al.* (2004) กล่าวว่าการเก็บรักษาที่ห้องเย็นหรือตู้เย็น เชื้อจุลินทรีย์อาจไม่เจริญเติบโต แต่เชื้อสามารถแพร่กระจายไปในอากาศ และปนเปื้อนไปสู่เนื้อสัตว์ได้ Gill and Badoni (2004) รายงานว่าจุลินทรีย์จำพวก mesophilic และ psychrotrophic สามารถเจริญเติบโตในระหว่างการเก็บรักษาที่ห้องเย็น Ray (2004) กล่าวถึงจุลินทรีย์พวก mesophilic บางชนิดที่ก่อให้เกิดโรคเช่น *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes* เป็นต้น พวกที่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย เช่น *Leuconostoc* sp.,

Lactobacillus sp. และ *Serratia* sp. เป็นต้น สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารที่บรรจุแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0-1°C ซึ่งเป็นสาเหตุการเน่าเสียของเนื้อสัตว์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ Borch *et al.* (1996) ยกตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ที่มักพบว่าเป็นสาเหตุการเน่าเสียของเนื้อโคและสุกรในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเย็น เช่น *Bacillus thermophacta*, *Carnobacterium* sp., *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillus* sp., *Leuconostoc* sp., *Pseudomonas* sp. และ *Sh. putrefaciens* ซึ่งจะทำให้เนื้อสัตว์มีกลิ่น รสและสีที่ผิดปกติไปจากเดิม

ในสภาวะที่มีอากาศเชื้อจุลินทรีย์ที่มักพบว่าเป็นสาเหตุของการเน่าเสียในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (-1 ถึง 25 °C) คือ *Pseudomonas* sp. ซึ่งจำนวนเชื้อที่ทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสียคือ 7–8 log cfu/g ที่สภาวะนี้เนื้อสัตว์จะมีเมือกและกลิ่นที่ผิดปกติ โดยการเน่าเสียจากจุลินทรีย์จะเกิดจากการที่จุลินทรีย์สร้างเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายโภชนะบางชนิด เช่น proteolytic enzyme และ lipolytic enzyme เป็นต้น ขึ้นมาในระหว่างการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ ซึ่งเชื้อ *Pseudomonas* สามารถสร้าง proteolytic enzyme ออกมาทำการย่อยสลายเนื้อสัตว์ได้ (Nychas *et al.* 2008) โดย proteolytic enzyme จะทำการย่อยสลายโปรตีนเป็นเปบไทด์หรือกรดอะมิโน ซึ่งเป็นสารที่มีขนาดเล็กลงสามารถผ่านเข้าไปในเซลล์และใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโต (Ray. 2004) ระหว่างการเจริญเติบโตจุลินทรีย์จะสร้างสารเคมีขึ้นมา ซึ่งสารเคมีนี้จะทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสีย (Nychas *et al.* 2008) นอกจากนี้ภายหลังจุลินทรีย์ตายหรือถูกทำลายด้วยวิธีการที่ไม่ได้ใช้ความร้อน เอนไซม์ภายใน (intracellular enzymes) และภายนอก (extracellular enzymes) เซลล์ของจุลินทรีย์ จะไม่ถูกทำลายและยังคงสามารถทำงานได้ จึงเกิดการเน่าเสียของอาหารต่อไปได้อีก จึงทำให้คุณภาพของเนื้อสัตว์เปลี่ยนแปลงและมีอายุในการเก็บรักษาสั้นลง (Ray. 2004)

2.2 การเน่าเสียของเนื้อสัตว์

คมแข พิลาสมบัติ (2550) กล่าวถึงการเน่าเสียของเนื้อสัตว์ซึ่งแบ่งออกได้เป็น

2.2.1 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

เกิดการย่อยสลาย (degradation) ของโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และสารโมเลกุลอื่นๆในเนื้อสัตว์ไปเป็นสารที่มีส่วนประกอบหรือโมเลกุลที่เล็กลง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการย่อยสลายภายในเนื้อสัตว์เองหรือการย่อยจากสารที่จุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ผลิตขึ้นมา โดยในระยะแรกของการเปลี่ยนแปลงนี้จะเป็นการย่อยจากสารย่อยภายในเนื้อสัตว์เอง ต่อมาเมื่อเชื้อจุลินทรีย์มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น จะทำให้มีกิจกรรมต่างๆและสร้างสารย่อยออกมามากขึ้น ซึ่งการย่อยสลายต่อจากนี้จะเป็นการย่อยสลายจากจุลินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ โดยจะย่อยสลายสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ในเนื้อสัตว์ไปเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กลงและมีโครงสร้างอย่างง่ายๆ ที่จุลินทรีย์สามารถใช้เป็นแหล่งโภชนะได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

เป็นการเปลี่ยนแปลงที่สามารถมองเห็นได้ง่ายและปรากฏชัดเจนกว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ รูปร่าง สี กลิ่น และความนุ่มเหนียว การเน่าเสียทางกายภาพส่วนใหญ่แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

2.2.2.1 การเน่าเสียของเนื้อสัตว์ภายใต้สภาวะที่มีอากาศ (Spoilage of meat under aerobic conditions)

การเกิดเมือกบริเวณผิวเนื้อมักพบในเนื้อสัตว์แช่เย็นที่มีความชื้นสูง ซึ่งเกิดจากเชื้อ *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Bacillus*, *Micrococus* และยีสต์ที่เจริญเติบโตเป็นจำนวนมาก กรณีเนื้อสัตว์มีความชื้นต่ำจะพบการเน่าเสียจากเชื้อราเป็นส่วนใหญ่ สำหรับเนื้อสัตว์ที่เก็บที่อุณหภูมิห้องจะพบเชื้อในกลุ่ม mesophile เป็นจำนวนมาก ซึ่งการเน่าเสียในสภาวะนี้ยังทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของเนื้อ โดยเชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม *Lactobacillus* sp. และ *Leuconostoc* sp. จะทำให้เนื้อมีสีเขียว น้ำตาล หรือสีซีด นอกจากนี้แบคทีเรียบางชนิดยังสามารถสร้างเม็ดสีได้ เช่น *Serratia marcescens* ทำให้เกิดจุดสีแดง *P. syncyanea* ทำให้เกิดจุดสีน้ำเงิน *Micrococcus* sp. และ *Flavobacterium* sp. ทำให้เกิดจุดสีเหลือง *Chromobacterium lividom* ทำให้เกิดจุดสีเขียวแกมน้ำเงินหรือน้ำตาลดำ เนื้อสัตว์ที่มีการเจริญเติบโตของยีสต์เป็นจำนวนมากจะทำให้เกิดจุดสีขาว ในบางครั้งอาจเป็นจุดสีน้ำตาลหรือสีครีมที่ผิวเนื้อ ส่วนในกรณีที่เนื้อสัตว์มีเชื้อราเจริญเติบโตเป็นจำนวนมากที่ผิวเนื้อจะมีสีของเชื้อรา นอกจากนี้เนื้อสัตว์ยังอาจเรืองแสงได้ (phosphorescence) เนื่องจากมีการเจริญเติบโตของเชื้อ *Photobacterium* ที่บริเวณผิวเนื้อทำให้เกิดการเรืองแสง ส่วนการมีกลิ่นผิดปกติมักเกิดจากการออกซิเดชั่นของไขมัน เกิดเป็นสารในกลุ่มอัลดีไฮด์และกรดต่างๆที่ทำให้เกิดการเหม็นหืน โดยเชื้อ *Achromobacter* และ *Pseudomonas* ส่วนพวก *Lactobacillus* และ *Br. Thermophacta* เป็นเชื้อที่สามารถผลิตกรดไขมันสายสั้นๆ ที่เป็นดัชนีชี้วัดการเน่าเสียของเนื้อสัตว์ ได้แก่ acetoin และ diacetyl ซึ่งจะทำให้เนื้อสัตว์ที่เริ่มเน่าเสียมีกลิ่นเหม็นเน่า การเกิดรสเปรี้ยวจะเกิดจากแบคทีเรียมีการเจริญเติบโตบนผิวเนื้อและผลิตกรดต่างๆออกมา เช่น กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก กรดบิวทิริก และกรดโพรพิออนิก เป็นต้น

2.2.2.2 การเน่าเสียของเนื้อสัตว์ภายใต้สภาวะที่ไม่มีอากาศ (Spoilage of meat under anaerobic conditions)

การเน่าเสียในสภาวะนี้จะมีทั้งแบคทีเรียชนิดที่เจริญเติบโตได้ทั้งที่มีและไม่มีอากาศ (facultative anaerobe) และพวกที่ไม่ต้องการอากาศหรือออกซิเจนในการเจริญเติบโต (anaerobe) ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้จะเจริญเติบโตภายในชิ้นเนื้อจนทำให้เกิดการเน่าเสียได้ ทำให้เนื้อมีรสเปรี้ยวจากการที่มีกรดต่างๆ เกิดขึ้น เช่น กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก กรดบิวทิริก กรดโพรพิออนิก กรดไขมัน กรดแลกติก และกรดซักซินิก เป็นต้น ซึ่งกรดดังกล่าวเกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ในเนื้อสัตว์ระหว่างการบ่มเนื้อจากการย่อยสลายของโปรตีน หรือเกิดจากแบคทีเรียที่ใช้โภชนะในเนื้อสัตว์และผลิตกรดเหล่านั้น

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกมา ในบางครั้งจึงเรียกว่าเกิดกลิ่นเหม็นเปรี้ยว นอกจากนี้ยังเกิดกลิ่นเหม็นเน่าซึ่งเป็นการเน่าเสียขั้นสุดท้ายของเนื้อสัตว์ ซึ่งเกิดจากย่อยสลายสารประกอบพวกโปรตีนในสภาวะที่ไม่มีอากาศ ทำให้เกิดสารที่ทำให้เนื้อมีกลิ่นเน่าเหม็น ได้แก่ hydrogen sulphides, mercaptan, indole, amino และamine

2.2.3 ผลผลิตสุดท้ายที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นในการทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสีย

เชื้อจุลินทรีย์จะทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสียและทำให้เนื้อมีลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ เช่น สี กลิ่น รสชาติของเนื้อเปลี่ยนแปลง เนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์เหล่านั้นได้สร้างสารบางชนิดในระหว่างการเจริญเติบโตบนเนื้อสัตว์ สารอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตและสารที่เป็นผลผลิตสุดท้ายที่เชื้อจุลินทรีย์สร้างขึ้น แสดงดังตารางที่ 2.3

กลิ่นและรสชาติที่ไม่พึงประสงค์ที่พบในเนื้อสัตว์ได้แก่ กลิ่นซัลเฟอร์ และกลิ่นเนยแข็ง สารประกอบซัลเฟอร์ทำให้เนื้อสัตว์มีกลิ่น และกลิ่นซัลเฟอร์ เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ซึ่งสร้างโดยเชื้อ *Enterobacteriaceae* ส่วนไดเมทิลซัลไฟด์จะสร้างโดยเชื้อ *Pseudumonas* sp. กลิ่นเนยแข็งมีสาเหตุมาจากอะซิโทอิน/ไดอะซิทิล และ 3-เมทิลบิวทานอล ซึ่งสร้างจากเชื้อ *Enterobacteriaceae*, *Br. Thermophacta* และ *Lactobacillus* sp. เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสียสามารถสร้างสารประกอบไฮโดรเจนซัลไฟด์ทำให้สีของเนื้อเปลี่ยนเป็นสีเขียว โดยไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นผลผลิตที่ได้จากการที่จุลินทรีย์ย่อยสลายกรดอะมิโน เชื้อ *Clostridium* sp. สามารถสร้างก๊าซไฮโดรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในสภาวะบรรจุแบบสุญญากาศ แบคทีเรียกรดแลกติกสามารถสร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเนื้อที่บรรจุแบบสุญญากาศแต่ไม่มีผลต่อกลิ่นของเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 แสดงสารอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์ใช้เพื่อการเจริญเติบโตและผลผลิตสุดท้ายที่เชื้อจุลินทรีย์สร้างขึ้นบนเนื้อสัตว์

แบคทีเรีย	สารอาหารที่ใช้ในการเจริญเติบโต		ผลผลิตสุดท้ายที่เชื้อสร้างขึ้น	
	ต้องการอากาศ	ไม่ต้องการอากาศ	ต้องการอากาศ	ไม่ต้องการอากาศ
Pseudomonas	Glucose, Amino acids, Lactic acid		Slime, Sulphides, Esters, Acids, Amine	
Acinetobacter/ Psychrobacter	Amino acids, Lactic acid		Ester, Nitriles, Sulphides	
Shewannella putrefaciens	Glucose, Amino acids, Lactic acid	Glucose, Amino acid	Volatine Sulphides	H_2S
Brochohtrix thermosphacia	Glucose, Ribose	Glucose	Acetic acid, Acetoin, Isovaleric acid, Isobuteric acid	Lactic acid, Volatile fatty acids, Ethanol
Enterobacter	Glucose, Glucose-6-phosphate, Amino acids, Lactic acid	Glucose, Glucose-6-phosphate, Amino acids	Sulphides amines	Lactic acid, CO_2, H_2, H_2S, Amines
Lactobacillus		Glucose, Amino acids		Lactic acid, Volatile fatty acids
Leuconostoc		Glucose		Lactic acid, Volatile fatty acids, Butanoic acid
Carnobacterium		Glucose		Lactic acid, Diacetyl, Acetate
Clostridium estertheticum		Glucose, Amino acids		Ethanol, Esters, Butanoic acid, Volatile sulphure containing compound

ที่มา : คมแข พิลาสมบัติ (2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 แหล่งการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์

2.3.1 ก่อนสัตว์ตาย

แหล่งน้ำตามธรรมชาติเป็นที่รองรับเศษซากพืช ซากสัตว์ ตลอดจนอินทรียวัตถุและสิ่งปฏิกูลต่างๆ ที่หมักหมมจากกิจกรรมของสิ่งมีชีวิต จุลินทรีย์ที่อยู่ในแหล่งน้ำอาทิ เช่น *E. coli* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่สำคัญและใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของอุจจาระในน้ำ เชื้อราหลายชนิดทั้งที่ทำให้อาหารเสียและก่อให้เกิดโรค นอกจากนี้ยังมีโปรโตซัว ปรสิต และไวรัส ทำให้น้ำเป็นแหล่งของเชื้อก่อโรคและปนเปื้อนเข้ามาในห่วงโซ่อาหารได้ (สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545) การใช้แหล่งน้ำธรรมชาติเป็นน้ำดื่มสำหรับการเลี้ยงสัตว์ อาจมีการปนเปื้อนจากเชื้อปรสิต เช่น *Crytosporidium* และ *Giardia* เป็นต้น เข้าสู่สัตว์เลี้ยงและทำให้สัตว์เจ็บป่วยได้ นอกจากนี้น้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่มีการปนเปื้อนจากมูลยังเป็นแหล่งของเชื้อเหล่านี้อีกด้วย หากมีการปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติหรือซึมลงสู่พื้นดินจะเป็นการแพร่กระจายเชื้อออกไปยังสิ่งแวดล้อมภายนอก (Keeley and Faulkner. 2008)

ดินเป็นแหล่งที่พบว่ามีจุลินทรีย์หลายชนิดอาศัยอยู่ เช่น รา ยีสต์ และแบคทีเรีย เป็นต้น ซึ่งจุลินทรีย์สามารถแบ่งตัวและเจริญเติบโตได้เมื่ออาศัยอยู่ในดิน (Ray. 2004) โดยจุลินทรีย์ในดินสามารถย่อยสลายและใช้อินทรียวัตถุ สารประกอบไนโตรเจนที่อยู่ในดินเพื่อใช้การเจริญเติบโต ซึ่งจุลินทรีย์ในดินนี้หากมีการปนเปื้อนก็สามารถทำให้เกิดการเน่าเสียได้ (Adams and Moss. 1995) ตัวอย่างแบคทีเรียในดินเช่น *Alcaligenes*, *Agrobacterium*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Flavobacterium* และ*Pseudomonas* sp. เป็นต้น (Maciorowski *et al.* 2007)

อาหารสัตว์เป็นแหล่งของเชื้อจุลินทรีย์หลายชนิดอีกทั้งยังเป็นแหล่งเพาะเชื้อในระหว่างกระบวนการผลิต การเก็บรักษา การขนส่ง และการจำหน่าย (Maciorowski *et al.* 2007) เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่สำคัญซึ่งตรวจพบในอาหารสัตว์ เช่น เชื้อ *Salmonella* sp. จากการใช้อาหารสัตว์ปีกและอาหารสุกรที่มีการปนเปื้อน เชื้อ *E. coli* O157:H7 จากเมล็ดพืชและหญ้าแห้งที่ใช้เลี้ยงโค ซึ่งการปนเปื้อนอาจอาศัยแมลงเป็นพาหะนำเชื้อจากมูลสัตว์ไปสู่อาหารสัตว์ได้ (Nørrung and Buncic. 2008) เมื่อมีการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคในอาหารสัตว์ จะเป็นช่องทางทำให้มีการส่งผ่านเชื้อก่อโรคจากสัตว์มาสู่มนุษย์ได้ (Maciorowski *et al.* 2007)

เชื้อราเป็นจุลินทรีย์อีกชนิดที่พบว่ามีการปนเปื้อนในอาหารสัตว์การปนเปื้อนเชื้อราอาจส่งผลกระทบต่อสัตว์และมนุษย์ได้ จากสารพิษที่เชื้อรา (mycotoxin) สร้างขึ้น เชื้อราที่พบว่ามักสร้างพิษคือ *Aspergillus*, *Penicillium* และ *Fusarium* โดยสารพิษที่เชื้อราสร้างขึ้นสามารถเข้าสู่ร่างกายได้จากการกินอาหารที่มีการปนเปื้อนเชื้อรา และการหายใจเอาสปอร์ของเชื้อราเข้าไป สารพิษนี้มีคุณสมบัติเป็นสารก่อให้เกิดมะเร็ง (carcinogecity) มีความเป็นพิษในระดับยีน (genotoxicity) เป็นพิษต่อทารกในครรภ์ (teratogenicity) เป็นพิษต่อไต (nephrotoxicity) เป็นพิษต่อตับ (hepatotoxicity) และเป็นพิษต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย (immunotoxicity) ซึ่งไม่เพียงแต่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค แต่ยังทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

คุณภาพของอาหารและสินค้าต่ำลง รวมทั้งก่อให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจอีกด้วย (Zinedine and Mañes. 2009)

ในการขนส่งและการพักสัตว์ที่โรงฆ่าเป็นอีกแหล่งของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ และอาจเพิ่มการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคได้เช่นกัน เนื่องจากสัตว์ได้รับความเครียดจากการเดินทาง การพักสัตว์จากหลายแหล่งรวมกันที่โรงฆ่า ซึ่งในสภาวะนี้มีผลทำให้ระบบภูมิคุ้มกันร่างกายของสัตว์อ่อนแอลง สมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารสัตว์เปลี่ยนแปลงไป และเป็นการเพิ่มให้สัตว์มีการขับมูลออกมา ซึ่งมูลที่ขับออกมาอาจติดไปกับขนหรือผิวหนังสัตว์ได้ (Nørrung and Buncic. 2008) และอาจติดไปยังสัตว์ตัวอื่นได้จากการสัมผัสกันโดยตรงระหว่างตัวสัตว์ หรือการสัมผัสทางอ้อมระหว่างตัวสัตว์กับพื้นหรือวัสดุรองพื้นคอก ทำให้มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ไปยังตัวสัตว์ได้ ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่ตรวจพบบนหนังโค เช่น *E. coli* O157, *Salmonella* sp.และ *Campylobacter* sp. เป็นต้น (Reid *et al.* 2002; Nørrung and Buncic. 2008)

2.3.2 ภายหลังสัตว์ตาย และระหว่างกระบวนการผลิต

การทำให้สัตว์สลบโดยการใช้ปืน (captive bolt) จะพบการปนเปื้อนบริเวณแท่งเหล็กที่ถูกขับออกมาจากการยิง ซึ่งเป็นทางหนึ่งที่ทำให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าสู่ร่างกายสัตว์ได้ ในขั้นตอนการแทงคอเอาเลือดออก จะเป็นโอกาสให้เชื้อเข้าสู่ร่างกายบริเวณบาดแผล ซึ่งเชื้ออาจอยู่ที่บริเวณผิวหนังสัตว์หรืออุปกรณ์ที่ใช้ไม่สะอาด ทำให้เชื้อเข้าสู่ร่างกายสัตว์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบาดแผลที่เปิดกว้างมาก จะทำให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าสู่ร่างกายได้มากขึ้น ในขั้นตอนการถลกหนังโค พบว่ามีส่วนทำให้ซากเกิดการปนเปื้อนได้ เนื่องจากบริเวณหนังสัตว์มีการปนเปื้อนเชื้อสูง (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539) ตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ที่บริเวณหนังสัตว์ เช่น micrococci, staphylococci, *pseudomonas*, รา และยีสต์ เป็นต้น ซึ่งเชื้อเหล่านี้อาจมากับดินหรือมูลสัตว์ และติดมาสู่หนังสัตว์ ในขั้นตอนถลกหนังจะเป็นการทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่บริเวณหนังเข้าสู่ซากจากการเปิดซาก โดยอาจมีการปนเปื้อนจากมีดที่ใช้ถลกหนัง มือของผู้ปฏิบัติงาน (Adams and Moss. 1995)

Reid *et al.* (2002) ศึกษาการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคที่หนังโคบริเวณตะโหนก พื้นท้อง และอกโคก่อนกระบวนการถลกหนัง พบว่ามีการปนเปื้อนเชื้อ *E. coli* O157 ทุกบริเวณที่ตรวจ โดยบริเวณอกมีการปนเปื้อนเชื้อมากถึง 22 % รองลงมาคือพื้นท้องตรวจพบ 4.4 % และที่บริเวณตะโหนกตรวจพบ 3.3 % ส่วนเชื้อ *Salmonella* sp. ตรวจพบที่บริเวณอกโคมากที่สุดเช่นเดียวกัน โดยตรวจพบ 10 % รองลงมาคือพื้นท้องตรวจพบ 8.8 % และที่บริเวณตะโหนกตรวจพบ 2.2 % ซึ่งจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าหนังโคมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในปริมาณค่อนข้างสูง โดยการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคบนหนังโคอาจมาจากการปนเปื้อนเชื้อตั้งแต่ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ การขนส่ง และการพักสัตว์ที่โรงฆ่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขั้นตอนการเปิดซากเพื่อเอาเครื่องในออก หากกระทำด้วยความไม่ระมัดระวังอาจทำให้เครื่องในแตกและฉีกขาด ซึ่งมีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ภายในระบบทางเดินอาหารและลำไส้ปนเปื้อนสู่ซากสัตว์ได้ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539) Bensink *et al.* (2002) รายงานว่าระบบทางเดินอาหารของโคเป็นแหล่งของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนซากโค ซึ่งการปนเปื้อนของจุลินทรีย์บนซากสัตว์จะเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการฆ่า Eisel *et al.* (1997) กล่าวถึงเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่มักพบปนเปื้อนบนเนื้อโคได้แก่ *Salmonella* sp., *Campylobacter* sp., *E. coli* และ *Listeria* sp. เป็นต้น

การแยกส่วนและการตัดแต่งซาก สามารถเพิ่มจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ได้ เนื่องจากมีการปนเปื้อนจากมือของผู้ปฏิบัติงาน เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดแต่ง และปนเปื้อนจากผิวของซากสัตว์ ทำให้มีการปนเปื้อนไปสู่ส่วนอื่นๆ ของซากได้ (Nørrung and Buncic. 2008) นอกจากนี้ยังมีรายงานสนับสนุนว่าในระหว่างกระบวนการตัดแต่ง จะเป็นการเปิดพื้นผิวซาก และมีการสัมผัสจับถือจากผู้ปฏิบัติมีการ ทำให้มีการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Nel *et al.* 2004)

การปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* sp. จากตัวสัตว์ในระหว่างกระบวนการผลิต มักพบเป็นประจำว่าปรากฏอยู่ในระหว่างกระบวนการฆ่า ซึ่งอาจมีระดับการปนเปื้อนเชื้อนี้มากถึง 20 % และอาจตรวจพบได้ในเนื้อโค เนื้อโคบด และผลิตภัณฑ์จากเนื้อโค ซึ่งสามารถก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้ (Álvarez-Ordóñez *et al.* 2009) ส่วน Nissen *et al.* (2001) กล่าวถึงเชื้อก่อโรคอีกชนิดที่มักพบในเนื้อโคคือ *E. coli* O157:H7 ในระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นสาเหตุของการป่วยและเสียชีวิตจากโรคอาหารเป็นพิษ โดย Gun *et al.* (2003) รายงานว่าสามารถตรวจพบเชื้อ *E. coli* O157:H7 ได้จากมีด มือ และผ้ากันเปื้อนของผู้ปฏิบัติงานในโรงฆ่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต นอกจากนี้ Eisel *et al.* (1997) ยังพบเชื้อที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสีย ได้แก่ *Pseudomonas* sp., *Acinetobacter* sp. และ *Moraxella* sp. เป็นต้น โดยเชื้อเหล่านี้สามารถปนเปื้อนบนเนื้อโคในระหว่างกระบวนการผลิต Cobbaut *et al.* (2008) กล่าวว่าในการผลิตเนื้อโคมักจะทำการเก็บซากโคหลายตัวจากหลายๆแหล่งรวมกัน จากการศึกษาทางระบาดวิทยาพบว่าการเก็บซากโครวมกัน มักจะตรวจพบเชื้อก่อโรคเป็นจำนวนมาก

2.3.3 การเก็บรักษา และการจำหน่าย

ภายหลังฆ่าและการตัดแต่งอาจมีการปนเปื้อนระหว่างการเก็บรักษาในห้องเย็น ซึ่งมีผลต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ได้ โดยเชื้อจุลินทรีย์สามารถแพร่กระจายไปในอากาศ จากแรงลมของพัดลมในห้องเย็น ทำให้เชื้อกระจายไปทั่วทั้งห้องเย็น และแพร่กระจายไปสู่พื้นผิวของเนื้อสัตว์ได้ หากสภาวะในห้องเย็นมีอุณหภูมิและความชื้นเหมาะสมแล้ว เชื้อจุลินทรีย์ก็สามารถการเจริญเติบโตได้ (Evans *et al.* 2004) ในขั้นตอนการจำหน่ายเนื้อสัตว์เป็นการยากที่จะหลีกเลี่ยงไม่ให้มีการหก หรือกระเด็นของเลือดและของเหลวบนเนื้อสัตว์ หากเนื้อสัตว์นั้นมีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ตั้งแต่กระบวนการผลิตจนถึงการจำหน่ายแล้ว การกระเด็นของเลือดและของเหลวจากเนื้ออาจทำให้มีการปนเปื้อนไปสู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อสัตว์ชิ้นอื่นๆได้ (Williams *et al.* 2008) นอกจากนี้การจำหน่ายปลีกในตู้โชว์ยังทำให้เนื้อสัตว์มีโอกาสได้สัมผัสกับอากาศ ทำให้จุลินทรีย์ที่ใช้อากาศ เช่น *Pseudomonas* sp. เจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนขึ้นจนถึงระดับที่ทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสีย (10^7 cfu/g)ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลงเหลือเพียง 5-6 วัน (Borch *et al.* 1996) ส่วนการจำหน่ายปลีกเนื้อสัตว์โดยการบรรจุถาดโฟมที่ปิดด้วยพลาสติกนั้น อาจเป็นการปฏิบัติที่ไม่ถูกสุขอนามัยนัก เนื่องจากระหว่างการจำหน่ายในตู้โชว์ของร้านค้าหรือซูเปอร์มาร์เก็ต จะมีการสัมผัสจากมือของผู้ซื้อซึ่งอาจทำให้มีการปนเปื้อนเชื้อไปยังเนื้อชิ้นอื่นๆได้ (Chabela *et al.* 1999)

2.4 การลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์

ในอุตสาหกรรมผลิตเนื้อสัตว์ วิธีการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ยังมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมต่อการนำไปใช้มากที่สุด วิธีการเหล่านั้นไม่ควรก่อให้เกิดผลเสียต่อลักษณะภายนอก กลิ่น รส และคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อสัตว์ ไม่มีสิ่งตกค้างที่เป็นพิษหลงเหลืออยู่ภายหลังการใช้ มีความสะดวกในการใช้และราคาถูก ซึ่งการลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์จะทำให้กิจกรรมต่างๆของจุลินทรีย์ลดน้อยและช้าลงได้ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียและก่อให้เกิดโรค นอกจากนี้ยังสามารถยืดอายุการเก็บรักษาให้ยาวนานออกไปได้ วิธีลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์มีอยู่หลายวิธีที่นิยมนำมาใช้ได้แก่

2.4.1 วิธีทางกายภาพได้แก่ การใช้แสงอุลตร้าไวโอเลต (ultraviolet light) การฉายรังสี (irradiation) และการล้างซาก เป็นต้น

การใช้แสงอุลตร้าไวโอเลตสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่กระจายอยู่ในอากาศหรือของเหลวบนพื้นผิวของอาหารได้ โดยแสงอุลตร้าไวโอเลตจะมีอนุภาคโฟตอน (photons) พลังงานสูงที่สามารถทำให้ DNA เสื่อมสภาพได้ จึงทำให้จุลินทรีย์จำพวกแบคทีเรียตาย การใช้แสงอุลตร้าไวโอเลตจะไม่มีการตกค้าง ไม่มีผลกระทบต่อความชื้นและอุณหภูมิของอาหาร (Wong *et al.* 1998)

Wong *et al.* (1998) ได้ทำการศึกษาการลดการปนเปื้อนเชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella senftenberg* โดยการใช้แสงอุลตร้าไวโอเลตความเข้มข้น 20, 50, 80, 100, 500และ 1,000ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร การศึกษานี้แบ่งเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 คือ การฉายแสงบนหนังและกล้ามเนื้อสุกรเป็นระยะเวลา 1,920วินาที การทดลองที่ 2 คือ การฉายแสงอุลตร้าไวโอเลตบนเชื้อ *S. senftenberg* และ *E. coli* ที่เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic soy agar (TSA) มีระยะเวลาในการฉายแสง 120 และ 960 วินาที ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าการใช้แสงอุลตร้าไวโอเลตบนกล้ามเนื้อสุกรที่ระดับความเข้มข้น 100 ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตรขึ้นไปสามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coli* ได้ และสามารถลดเชื้อ *S. senftenberg* เมื่อใช้ที่ระดับความเข้มข้น 80 ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตรขึ้นไป โดยที่ระดับ 1,000ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตรสามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coli* ได้สูงสุดเท่ากับ 1.9 ± 0.2 log cfu/cm^2 และ

สามารถลดจำนวนเชื้อ *S. senftenberg* ได้สูงสุดเท่ากับ 2.0 ± 0.4 log cfu/cm^2 การใช้แสงอุลตร้าไวโอเลตบนหนังสุกรสามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coli* ได้เมื่อใช้ที่ระดับความเข้มข้น 50 ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตรขึ้นไป และสามารถลดเชื้อ *S. senftenberg* เมื่อใช้ที่ระดับความเข้มข้น 80 ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตรขึ้นไป โดยที่ระดับ 1,000ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตรสามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coli* ได้สูงสุดเท่ากับ 3.3 ± 0.5 log cfu/cm^2 และสามารถลดจำนวนเชื้อ *S. senftenberg* ได้สูงสุดเท่ากับ 4.6 ± 1.0 log cfu/cm^2 การฉายแสงบนเชื้อที่เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA พบว่าสามารถลดจำนวนเชื้อ *E.coli* ได้เมื่อใช้ที่ระดับความเข้มข้น 80 ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตรขึ้นไป โดยที่ระดับ 1,000ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร สามารถลดจำนวนเชื้อได้สูงสุดเท่ากับ 6.2 ± 0.7 log cfu/cm^2 และสามารถลดจำนวนเชื้อ *S. senftenberg* ได้เมื่อใช้ที่ระดับความเข้มข้น 50 ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตรขึ้นไป และที่ระดับ 1,000ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร สามารถลดจำนวนเชื้อได้สูงสุดเท่ากับ 7.8 ± 0.6 log cfu/cm^2

การล้างซากสามารถลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ รวมทั้งกำจัดสิ่งสกปรกที่มองเห็นได้ ประสิทธิภาพของการล้างซากจะขึ้นอยู่กับส่วนที่ชะล้าง จำนวนของจุลินทรีย์ที่ติดบนผิวซากสัตว์ และวิธีการใช้น้ำชะล้าง โดยมีปัจจัยคือ แรงดันในการฉีดพ่น อัตราการไหลของน้ำ ชนิดของหัวฉีด ลักษณะรูปร่างและมุมของละอองน้ำที่ฉีดพ่น การล้างด้วยน้ำแรงดันสูงสามารถลดการปนเปื้อนได้ดีกว่าการล้างด้วยแรงดันต่ำ แต่แรงดันน้ำที่มากเกินไปอาจทำให้จุลินทรีย์แทรกเข้าสู่เนื้อเยื่อได้ การฉีดพ่นด้วยไอน้ำเป็นการใช้ไอน้ำร้อนร่วมกับการปรับแรงดันน้ำ การใช้แรงดันต่ำอาจต้องฉีดพ่นซ้ำอีกครั้ง หรือการใช้แรงดันสูงจะใช้ระยะเวลาที่สั้นกว่า (Gormley. 2000)

Whyte *et al.* (2003) ศึกษาการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนซากไก่ด้วยการใช้ไอน้ำร้อนพ่นและน้ำร้อนจุ่มซากไก่ แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 ทำการศึกษาลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนซากไก่ด้วยการใช้น้ำร้อนจุ่มซากไก่ แบ่งการปนเปื้อนออกเป็นการปนเปื้อนตามธรรมชาติ (naturally contaminated, NC) และการปนเปื้อนแบบจำลอง (artificially contaminated, AC) โดยการเพาะเชื้อ *Campylobacter jejuni* บนซากไก่ การจุ่มซากไก่แบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่จุ่มน้ำร้อน 10 วินาที อุณหภูมิน้ำร้อน 75, 80 และ 85°C กลุ่มที่จุ่มน้ำร้อน 20 วินาที อุณหภูมิน้ำร้อน 75, 80 และ 85°C ทั้งการปนเปื้อนตามธรรมชาติและการปนเปื้อนแบบจำลอง การศึกษาทางด้านจุลินทรีย์จะทำการศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด *Enterobacteriaceae* และ *Campylobacter jejuni* ผลการทดลองพบว่าการจุ่มซากไก่ด้วยน้ำร้อน 20 วินาที ที่อุณหภูมิ 85°C สามารถตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด *Enterobacteriaceae* และ *Campylobacter jejuni* ได้น้อยที่สุด โดยมีจำนวนเท่ากับ 3.65±0.75, 2.84±0.60 และ 1.43±0.31 log cfu/cm^2 ตามลำดับในการปนเปื้อนตามธรรมชาติ ส่วนการปนเปื้อนแบบจำลองนั้น การจุ่มซากไก่ด้วยน้ำร้อน 20 วินาที ที่อุณหภูมิ 85°C สามารถตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

Enterobacteriaceae และ *Campylobacter jejuni* ได้น้อยที่สุดเช่นเดียวกัน โดยมีจำนวนเท่ากับ 3.79±0.60, 3.29±0.77 และ 1.43±0.28 log cfu/cm^2 ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 ทำการศึกษาลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนซากไก่ด้วยการใช้ไอน้ำร้อนฉีดพ่นพ่นบนซากไก่ การใช้ไอน้ำร้อนฉีดพ่นบนซากไก่จะแบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ฉีดพ่นไอน้ำร้อนนาน 12 วินาที อุณหภูมิ 85°C และกลุ่มที่ฉีดพ่นไอน้ำร้อนนาน 24 วินาที อุณหภูมิ 90°C การศึกษาทางด้านจุลินทรีย์ทำการศึกษาเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 1 ผลการทดลองพบว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นไอน้ำร้อนนาน 24 วินาที อุณหภูมิ 90°C สามารถตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด *Enterobacteriaceae* และ *Campylobacter jejuni* ได้น้อยที่สุด โดยมีจำนวนเท่ากับ 3.96±0.28, 2.96±0.27 และ 0.84±.0.42 log cfu/cm^2 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาทั้งสองการทดลองนี้ พบว่าการใช้น้ำร้อนลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนซากไก่ทั้งสองวิธีเป็นระยะเวลานาน จะทำให้สีของซากไก่เปลี่ยนแปลงไปโดยมีซีดจางลง เนื่องจากผิวหนังถูกทำลายด้วยความร้อน

Sofos and Smith (1998) กล่าวถึงการใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 74°C ล้างซาก สามารถลดจำนวนแบคทีเรียเฉลี่ยบนซากโคและซากลูกแกะได้ถึง 2-3 log cfu/cm^2 นอกจากนี้การใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 74-87 °C ฉีดล้างเป็นระยะเวลา 11-18 วินาที แรงดัน 1,310-2,413 กิโลปาสคาล สามารถลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศและจำนวน *E. coli* ที่เนื้อโหนกโคได้ 2.0 และ 1.8 log cfu/cm^2 ตามลำดับ

2.4.2 วิธีทางเคมี ในการเลือกใช้สารเคมีเพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนซากหรือเนื้อสัตว์โดยเฉพาะในประเทศสหรัฐอเมริกามีข้อกำหนดดังนี้

1) เป็นสารที่ได้การรับรองว่ามีความปลอดภัยในการใช้ (generally recognized as safe; GRAS)

2) ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงภายหลังการใช้

3) ต้องไม่ใช่สารที่เป็นส่วนผสมของอาหาร

4) มีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ว่ามีประสิทธิภาพในการลดเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่ปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์

สารเคมีที่ได้รับการรับรองให้นำมาใช้ในการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ได้แก่ กรดอินทรีย์ (organic acids) ชนิดต่างๆ เช่น กรดอะซิติก (acetic acid) กรดแลกติก (lactic acid), กรดซิตริก (citirc acid) กรดมาลิก (malic acid) กรดโพรพิออนิก (propionic acid) และกรดทาร์ทาริก (tartaric acid) เป็นต้น (Sofos. 2007) นอกจากกรดอินทรีย์แล้วยังมีสารเคมีอีกหลายชนิดที่นำมาใช้ เช่น ไตรโซเดียมฟอสเฟต (trisodium phosphate; TSP) คลอรีนและคลอรีนไดออกไซด์ (chlorine and chlorine dioxide) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogenperoxide) โอโซน (ozone) โซเดียมไบซัลเฟต (sodiumbisulphate) โซเดียมคลอไรด์ (sodiumchloride) โพแทสเซียมซอร์เบต (potasiumsorbate) ซีทิลไพริดิเนียมคลอไรด์ (cetylpyridiniumchloride) เป็นต้น (Belk. 2001 ; Sofos. 2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

105148

ตารางที่ 2. 4 แสดงวิธีการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์

วิธีการ		
ทางเคมี	กรดอินทรีย์	Lactic acid
		Acetic acid
		Citirc acid
		Propionic acid
		Malic acid
		Tartaric acid
	สารที่ไม่ใช่กลุ่มกรด	Chlorine, Chlorine dioxide
		Trisodiumphosphate
		Hydrogenperoxide
		Sodiumbisulphate
		Sodiumchloride
		Potasiumsorbate
		Cetylpyridiniumchloride
		Ozone
	สารที่ได้จากธรรมชาติ	Bacteriocins เช่น Nisin
ทางกายภาพ	การทำความสะอาดสัตว์ขณะมีชีวิตก่อนฆ่า	
	การใช้สารเคมีล้างซาก	
	การตัดแต่งเพื่อขจัดสิ่งสกปรกที่มองเห็นด้วยตาเปล่า	
	การใช้ไอน้ำร้อนหรือน้ำร้อนทำการล้างซาก	
	การล้างซากด้วยน้ำแรงดันต่ำหรือแรงดันสูง	
	การใช้สารเคมีฉีดพ่นบนซากสัตว์หรือเนื้อสัตว์ภายหลังเสร็จสิ้นกระบวนการฆ่า	
การใช้หลายวิธีรวมกัน	การใช้สารละลายกรด และไอน้ำร้อนร่วมกันฉีดพ่นบนซากสัตว์	
	การใช้สารละลายกรดในกระบวนการ HACCP	

ที่มา : คมแข พิลาสมบัติ (2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hajmeer *et al.* (2004) ศึกษาการใช้โซเดียมคลอไรด์และกรดโซเดียมคลอไรด์ (acidified sodiumchloride) ในการลดจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 และ *Staphylococcus aureus* บนเนื้ออกโค ทำการเพาะเชื้อ *E. coli* O157:H7 และ *Staphylococcus aureus* ให้มีจำนวนเชื้ออยู่ในช่วงประมาณ 6.5 log cfu/cm^2 แบ่งการทดลองเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุม (ไม่ใช้สารเคมี) และกลุ่มที่ใช้สารเคมี ซึ่งกลุ่มที่ใช้สารเคมีแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 25 % (v/v) และกรดโซเดียมคลอไรด์ (acidified sodiumchloride) ความเข้มข้น 0.1 % (v/v) ทำการฉีดพ่นสารเคมีดังกล่าวบนเนื้ออกโคเป็นระยะเวลา 10, 15, 30 และ 60 วินาที ที่แรงดัน 419 กิโลปาสคาล และกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้การฉีดพ่นสารเคมี ผลการทดลองพบว่าการฉีดพ่นด้วยโซเดียมคลอไรด์ และกรดโซเดียมคลอไรด์ สามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 ได้ในทุกระยะเวลาเวลาที่ฉีดพ่นเมื่อเปรียบกับกลุ่มควบคุม โดยการฉีดพ่นโซเดียมคลอไรด์ สามารถลดจำนวนเชื้อให้อยู่ในช่วง 5.8-5.9 log cfu/cm^2 และสามารถลดจำนวนเชื้อได้ดีที่สุดเมื่อฉีดพ่นเป็นระยะเวลา 30 วินาที การเพิ่มระยะเวลาฉีดพ่นให้นานขึ้นจะไม่พบความแตกต่าง ($P>0.05$) ต่อการลดลงของจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 การฉีดพ่นด้วยกรดโซเดียมคลอไรด์ สามารถลดจำนวนเชื้อได้ดีและมีประสิทธิภาพที่สุดเมื่อฉีดพ่นเป็นระยะเวลา 30 วินาที และหากเพิ่มระยะเวลาฉีดพ่นเป็น 60 วินาที ก็ไม่พบความแตกต่าง ($P>0.05$) ต่อการลดลงของจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เช่นเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้โซเดียมคลอไรด์กับกรดโซเดียมคลอไรด์ จะพบว่ากรดโซเดียมคลอไรด์ มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 ได้ดีกว่าโซเดียมคลอไรด์ในทุกระยะที่ทำการฉีดพ่น ส่วนการใช้โซเดียมคลอไรด์ต่อการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* พบว่าการฉีดพ่นเป็นระยะเวลา 60 วินาทีจะมีจำนวนจุลินทรีย์น้อยที่สุด โดยมีจำนวนจุลินทรีย์ลดลงประมาณ 0.4 log cfu/cm^2 และการใช้กรดโซเดียมคลอไรด์ต่อการลดจำนวนเชื้อ *Staphylococcus aureus* พบว่าการฉีดพ่นเป็นระยะเวลา 60 วินาที จะมีจำนวนจุลินทรีย์น้อยที่สุดเช่นเดียวกัน โดยมีจำนวนจุลินทรีย์ลดลงประมาณ 0.8 log cfu/cm^2

Pohlman *et al.* (2002) ทำการศึกษาการลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ด้วยการใช้ไตรโซเดียมฟอสเฟตและซีทิลไพริดิเนียมคลอไรด์ในเนื้อโคบด แบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ใช้ไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น 10 % (wt./vol) และ กลุ่มที่ใช้ซีทิลไพริดิเนียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.5% (wt./vol) โดยใช้สารเคมีปริมาตรชนิดละ 400 มล. ซึ่งใส่จะลงไปในเครื่องนวดเนื้อ (meat tumbler) ทำการนวดเป็นระยะเวลา 3 นาที การนวดแบ่งเป็นแบบปกติและแบบสุญญากาศ จากนั้นทำการบดผ่านตะแกรงที่มีขนาด 3.2 มม. นำเนื้อโคที่บดแล้วใส่ถาดโฟม ปิดด้วยฟิล์มพลาสติกแล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C และทำการศึกษาเชื้อ *E. coli*, *Salmonella* Typhimurium, coliform และจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศ พบว่าวิธีการใช้สารเคมีทั้งแบบปกติและแบบสุญญากาศไม่มีความแตกต่างของจำนวนจุลินทรีย์ที่ศึกษาทุกชนิด เมื่อพิจารณาที่ชนิดสารเคมีที่ใช้ต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์พบว่าสารเคมีทั้งสองชนิดนี้มีจำนวนจุลินทรีย์ทุกชนิดที่ศึกษาไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมแล้วพบว่ามีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P<0.05$) โดยจำนวนเชื้อ *E .coli* ของเนื้อโคกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ใช้ไตรโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้น และ กลุ่มที่ใช้ซีทิลไพริดิเนียมคลอไรด์มีค่าเท่ากับ 6.69±0.08, 5.92±0.08 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.11±0.08 log cfu/cm^{2}ตามลำดับ จำนวนเชื้อ *Salmonella* Typhimurium มีค่าเท่ากับ 5.87±0.10, 5.19±0.10 และ 5.16±0.10 log cfu/cm^{2}ตามลำดับ จำนวนเชื้อ coliform มีค่าเท่ากับ 6.33±0.09, 5.66±0.10 และ 5.72±0.10 log cfu/cm^{2}ตามลำดับ และจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศมีค่าเท่ากับ 7.18±0.08, 6.57±0.07 และ 6.57±0.08 log cfu/cm^{2}ตามลำดับ จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าทั้งไตรโซเดียมฟอสเฟตและซีทิลไพริดิเนียมคลอไรด์มีประสิทธิภาพในการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคบดได้

คมแข พิลาสมบัติ และคณะ (2550) ศึกษาผลของการใช้กรดและเกลือของกรดอินทรีย์ (สารละลายผสมของกรดแลกติก กรดอะซิติก กรดซิตริกและเกลือโซเดียมของกรดเหล่านี้) ที่มีต่ออายุการเก็บรักษาและการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ *Escherichia coli* และ *Salmonella typhimurium* ในเนื้อสุกรแช่เย็น โดยนำเนื้อสุกรมาจุ่มในสารละลายกรดและเกลือของกรดอินทรีย์ที่ความเข้มข้นต่างๆคือ 0 (กลุ่มควบคุม), 3, 6 และ9 % (v/v) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 30 นาที, 1, 3, 5, 7 และ 9 วัน ตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนจุ่มสารละลายเพื่อหาปริมาณเชื้อตั้งต้นและระหว่างการเก็บรักษา ผลการทดลองพบว่าสารละลายกรดและเกลือของกรดอินทรีย์ความเข้มข้นที่ระดับ 3, 6 และ 9 % (v/v) นั้นสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์บนเนื้อสันนอกสุกรแช่เย็นได้อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยสารละลายที่ระดับความเข้มข้น 9 % สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้มากที่สุดเมื่อระยะเวลาในการเก็บเนื้อสุกรเพิ่มขึ้น โดยมีจำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อสุกรในวันที่ 9 เป็น 5.16 log cfu/g ซึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์ในกลุ่มควบคุมที่ 7.03 log cfu/g ทั้งนี้การใช้สารละลายที่ระดับความเข้มข้น 6 และ 9 % สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โดยรวมได้ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) นอกจากนี้สารละลายกรดและเกลือของกรดอินทรีย์ที่ระดับความเข้มข้น 6 % สามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coli* บนเนื้อสุกรที่เก็บไว้ 1 วันและเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นมีแนวโน้มในการเพิ่มปริมาณของเชื้อน้อยกว่ากลุ่มควบคุม สารละลายที่ระดับความเข้มข้นเข้มข้น 6 % สามารถชลอการเพิ่มปริมาณของเชื้อ *S.* Typhimurium แต่ยังไม่สามารถลดปริมาณเชื้อในเนื้อสุกรได้ ทั้งนี้สรุปได้ว่าสารละลายกรดและเกลือของกรดอินทรีย์มีประสิทธิภาพดีในการเพิ่มอายุการเก็บรักษาและชลอการเจริญของเชื้อ *E. coli* ในเนื้อสุกรแช่เย็น

อย่างไรก็ตามการใช้กรดอินทรีย์เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้ลดจำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ ในบรรดากรดอินทรีย์ กรดแลกติกได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากเป็นกรดที่ได้จากธรรมชาติ (Snijder *et al.* 1985) และได้รับการรับรองความปลอดภัยจากองค์การอนามัยโลก (FAO/WHO. 1974) โดยร่างกายมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสามารถรับได้ในปริมาณมากกว่า 1500 มก./กก. ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงมาก (Smulder *et al.* 1986)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์

2.5.1 ลักษณะทั่วไปของกรดแลกติก

กรดแลกติกแบ่งเป็น 2 ไอโซเมอร์คือ L (+) และ D (-) โดยแบ่งตามระบบการตั้งชื่อที่สัมพันธ์กับ stereospecificity ไอโซเมอร์ L (+) และ D (-) บ่งบอกถึงการหมุนระนาบแสงขวาและซ้ายตามลำดับ ในรูป D (-) จะได้มาจากการสังเคราะห์ ส่วนกรดแลกติกในรูป L (+) จะพบได้ในมนุษย์ สัตว์ และอาหารตามธรรมชาติ ซึ่งในร่างกายมนุษย์กรดแลกติกจะสร้างจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของกลูโคสหรือไกลโคเจน นอกจากนี้จุลินทรีย์บางชนิดยังสามารถสร้างกรดแลกติกได้เช่น แบคทีเรียกรดแลกติก (lactic acid bacteria) ซึ่งสร้างจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของแบคทีเรีย ส่วนใหญ่กระบวนการสร้างกรดแลกติกมักเกิดจากกระบวนการหมักน้ำตาลซูโครส (sucrose) และน้ำตาลเด็กโตรส (dextrose) การผลิตกรดแลกติกในบางกรณีอาจมีสารตั้งต้นเป็นกากน้ำตาล (molasses) หางนมผง (whey) น้ำทิ้งจากการกลั่นกรดซัลฟุริก (sulphite waste liquor) เป็นต้น ซึ่งสามารถผลิตกรดแลกติกเป็นปริมาณมากและเหมาะสมสำหรับการใช้ในอุตสาหกรรม กรดแลกติกที่ผลิตได้จะเป็นไอโซเมอร์ใดขึ้นอยู่กับชนิดแบคทีเรียกรดแลกติก เวลา และค่าความเป็นกรดด่าง ในกระบวนการผลิตกรดแลกติกทางการค้า (Smulder *et al.* 1986) มีอยู่ 3 ประเภทคือ

1. Pure dry from (2-hydroxypropipnic acid) เป็นกรดแลกติกบริสุทธิ์ มีลักษณะเป็นผงสีขาว ซึ่งมีจุดหลอมเหลวอยู่ที่ 18 °C (racemic dl-form) ถึง 26 °C (lactic acid isomer) ปกติจะอยู่ในรูปสารละลายที่เป็นของเหลวที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

2. Edible grade เป็นกรดแลกติกที่สามารถรับประทานและใช้กับอาหารได้ ลักษณะเป็นของเหลวสีค่อนข้างเหลือง โดยกรดแลกติกประเภทนี้จะมีความเข้มข้น 50 หรือ 80 %

3. Pharmaceutical grade เป็นกรดแลกติกที่ใช้ในทางการแพทย์และเภสัชศาสตร์ ลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี และมีความเข้มข้น 88 หรือ 90 %

2.5.2 กลไกการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของกรดแลกติก

กรดแลกติกมีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดต่ำลง ทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งในสภาวะนี้จะทำให้ช่วงเตรียมพร้อมสำหรับการแบ่งตัวเพื่อเจริญเติบโต (lag phase) ใช้ระยะเวลานานขึ้น จึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ช้าลง (Woolthuis and Smulders. 1985) การยับยั้งจุลินทรีย์โดยกรดนั้นเกิดจากส่วนที่เป็น lipophilic ของกรด ซึ่งอยู่ในรูปโมเลกุลที่ไม่แตกตัวซึมผ่านเข้าไปใน plasma membrane ของจุลินทรีย์ ซึ่งปกติมีค่าความเป็นกรดด่างค่อนข้างเป็นกลาง (pH 7) เมื่อกรดเข้าไปภายในจะทำให้เกิดสภาวะแตกตัวของโปรตอน (proton) และคอนจูเกตเบส (conjugated base) มีผลในการทำลายออกซิเดทีฟฟอสฟอรีเลชั่น ฟอร์ม (oxidative phosphorelation form) ของระบบการขนส่งอิเล็กตรอน (electron

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

transport system) รวมถึงการยับยั้งระบบการขนถ่ายสารโมเลกุล (substrate molecule) เข้าสู่เซลล์ เป็นผลให้เกิดการทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Adam and Hall. 1988)

2.5.3 การใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์

Pipek *et al.* (2004) รายงานว่าการใช้กรดแลกติกในการลดจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ได้รับการยอมรับให้ใช้ได้ในระดับความเข้มข้น 1-2 % ซึ่งอาจใช้ในขั้นตอนที่แตกต่างกันได้ในแต่ละโรงฆ่าและได้แนะนำให้ใช้บนซากสัตว์ภายหลังฆ่าให้เร็วที่สุด เพื่อป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนผิวซากไม่ให้เจริญและแทรกตัวลงไปในเนื้อเยื่อสัตว์

Van Netten *et al.* (1995) กล่าวว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1-2 % ที่อุณหภูมิของสารละลายกรดแลกติก 70 °C เป็นเวลา 15 วินาที มีผลในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* บนซากโคได้ การใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ที่อุณหภูมิของสารละลายกรดแลกติก 37 °C เป็นเวลา 120 วินาที สามารถขจัดเชื้อ *Salmonella* บนซากไก่โดยไม่มีผลต่อคุณภาพของซาก ซึ่งในการศึกษา *In vitro* พบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 2.6 อุณหภูมิของสารละลาย 37 °C สามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* ได้ถึง 5 log cfu/ml

Van Netten *et al.* (1995) ยังศึกษาถึงผลของอุณหภูมิสารละลายกรดแลกติกต่อประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* บนซากสุกร โดยมีอุณหภูมิของกรดที่ใช้คือ 11°C (cold lactic) และ 55 °C (hot lactic) แต่เมื่อฉีดพ่นลงบนซากสุกรอุณหภูมิบนผิวซากจะมีค่าเท่ากับ 16 -18 °C และ 36-38 °C ตามลำดับ ความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกที่ใช้คือ 2 และ 5 % มีระยะเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นสำหรับ cold lactic เท่ากับ 30, 60 และ120 วินาที สำหรับ hot lactic เท่ากับ 30, 60, 90 และ120 วินาที ส่วนกลุ่มควบคุมฉีดพ่นด้วยน้ำอุณหภูมิ 11 และ 55 °C เป็นเวลา 120 วินาที ผลการทดลองพบว่าสารละลายกรดแลกติกที่มีอุณหภูมิสูงมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* บนซากสุกรได้ดีกว่าสารละลายกรดแลกติกที่มีอุณหภูมิต่ำ ส่วนการฉีดพ่นด้วยน้ำเย็นและน้ำร้อนสามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* ได้ 0.2 และ 0.3 log cfu/cm^2 ตามลำดับ ในขณะที่สารละลายกรดแลกติกที่อุณหภูมิต่ำความเข้มข้น 2 และ 5 % ฉีดพ่นนาน 120 วินาทีหรือสารละลายกรดแลกติกที่อุณหภูมิสูงความเข้มข้น 2 และ 5 % ฉีดพ่นนาน 30 วินาที สามารถลดเชื้อ *Salmonella* บนซากสุกรได้ 1.0 log cfu/cm^2 การใช้สารละลายกรดแลกติกอุณหภูมิสูงที่ความเข้มข้น 2 และ 5 % เป็นเวลา 60 วินาที สามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* ได้ถึง 2.9 log cfu/cm^2 ซึ่ง Pipek *et al.* (2004) สนับสนุนว่าประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นเมื่อสารละลายกรดแลกติกมีอุณหภูมิสูงขึ้น

Djenane *et al.* (2003) ได้ศึกษาการเก็บรักษาชิ้นเนื้อโคที่ใช้กรดแลกติกความเข้มข้น 1.5 % และเก็บรักษาภายใต้สภาพดัดแปลงบรรยากาศเป็นระยะเวลา 27 วัน (บรรจุก๊าซออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และไนโตรเจนที่มีความเข้มข้น 70, 20 และ 10 % ตามลำดับ และบรรจุก๊าซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความเข้มข้น 60 และ 40 % ตามลำดับ) พบว่าการใช้กรดแลกติกกับชิ้นเนื้อที่บรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 40 % สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ Lactic acid bacteria, *Brochothrix thermosphacta* และ *Pseudomonas* sp. ได้ดีกว่าชิ้นเนื้อที่บรรจุคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 20 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าชิ้นเนื้อที่บรรจุแบบดัดแปลงบรรยากาศซึ่งบรรจุคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 40 % และการใช้กรดแลกติกหรือทั้งสองอย่างร่วมกัน ไม่มีผลต่อการออกซิเดชั่นของไมโอโกลบิน (myoglobin oxidation) หรือค่าสีแดงของเนื้อ (a^*)

Pipek *et al.* (2005) ศึกษาการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนซากโคด้วยไอน้ำร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และร่วมกับการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) อุณหภูมิ 45 °C บนผิวซากโคหลังจากกระบวนการฆ่า 30 นาที โดยศึกษาจุลินทรีย์ psychrophilic และ mesophilic บนซากโคที่เก็บรักษาในห้องเย็นเป็นระยะเวลา 5 วัน พบว่าการใช้ไอน้ำร้อนร่วมกับสารละลายกรดแลกติก มีประสิทธิภาพในการลดการปนเปื้อนและชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองบนซากโคเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ระยะเวลา 1, 4 และ 5 วัน เมื่อครบ 5 วันกลุ่มที่ฉีดพ่นไอน้ำร้อนกับสารละลายกรดแลกติกยังคงมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งสองอยู่ในระดับที่ปลอดภัย แสดงให้เห็นว่าการใช้ไอน้ำร้อนร่วมกับสารละลายกรดแลกติกฉีดพ่น สามารถยืดระยะเวลาในการเก็บรักษาให้ยาวนานขึ้นได้ และเพิ่มความปลอดภัยในการบริโภคเนื้อโค

Özdemir *et al.* (2006) รายงานผลจากการใช้กรดแลกติก และการใช้น้ำร้อนต่อปริมาณเชื้อ *Salmonella* Typhimurium และ *Listeria monocytogenes* บนเนื้อโคระหว่างการเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5 °C พบว่าสามารถลดปริมาณเชื้อให้อยู่ในช่วง 0.05-1.19 และ 0.09-1.14 log cfu/g ในเชื้อ *S.* Typhimurium และ *L. monocytogenes* ตามลำดับในวันแรกของการศึกษา และลดจำนวนเชื้อให้อยู่ระหว่าง 0.43-1.78 และ 1.69-3.84 log cfu/g ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 5 วัน จากการศึกษาแนะนำว่าควรใช้กรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 1-2 % ร่วมกับการใช้น้ำร้อน เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งสองในกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์

Bosilevac *et al.* (2006) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการล้างซากโคยการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % (v/v) ก่อนกระบวนการเอาเครื่องในออก พบว่าสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศ (aerobic plate counts, APC) ให้ลดลงได้ถึง 1.6 log cfu/100 cm^2 และการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกสามารถลดจำนวนเชื้อ *Enterobacteriaceae* ให้ลดลงได้ 1.0 log cfu/100 cm^2 ดังตารางที่ 2.5 นอกจากนี้ยังพบว่าภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก สามารถลดจำนวน *E. coli* O157:H7 บนซากโคได้มากถึง 35 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 แสดงผลของการล้างซากด้วยกรดแลกติกต่อจำนวน aerobic plate counts (APC) และจำนวน *Enterobacteriaceae* counts (EBC) ก่อนกระบวนการเอาเครื่องในออก

	ค่าเฉลี่ยของ APC (log cfu/100 cm^2)	ค่าเฉลี่ยของ EBC (log cfu/100 cm^2)
ก่อนล้าง	6.1	4.0
หลังล้าง	4.5	3.0
จำนวนที่ลดลง	1.6	1.0

ที่มา : ดัดแปลงจาก Bosilevac *et al.* (2006)

2.6 คุณภาพเนื้อและมาตรฐานเนื้อโค

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2543) กล่าวว่าในการกำหนดคุณภาพเนื้อ (Meat Quality) ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลัก 3 ประการคือ คุณลักษณะคุณภาพเนื้อ (meat quality characteristics) คุณภาพของการผลิต (production quality) และความพึงพอใจของผู้บริโภค (consumer appreaciation) เนื้อที่มีคุณภาพดีจะต้องให้คุณค่าทางโภชนะครบถ้วน ได้แก่ โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และไวตามินในปริมาณที่เหมาะสม ปราศจากการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ ปรสิต สารตกค้าง และมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตจากฟาร์มจนถึงการแปรรูปเป็นเนื้อสัตว์ อีกทั้งยังต้องมีคุณสมบัติที่ดี เช่น ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ และลักษณะเนื้อสัมผัส เป็นต้น เมื่อนำเอาเนื้อนั้นไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ แต่สุดท้ายผู้บริโภคจะเป็นผู้ตัดสินว่าเนื้อนั้นมีคุณภาพดีหรือไม่ ซึ่งคุณสมบัติของเนื้อที่มีคุณภาพดีต้องประกอบด้วยคุณสมบัติดังนี้

1) คุณค่าทางโภชนะ (nutritional value) ได้แก่ ปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และแร่ธาตุ

2) คุณค่าทางการบริโภค (sensory value) ได้แก่ สีของเนื้อ (color) ไขมันแทรกที่อยู่ในระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อ (marbling) ความนุ่มของเนื้อ (tenderness) กลิ่นและรสชาติ (flavor) ความชุ่มฉ่ำของเนื้อ (juiciness) ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (texture)

3) คุณค่าทางด้านสุขอนามัย (hygienic value) ได้แก่ การปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ (microbial contamination) การปนเปื้อนจากปรสิต การปนเปื้อนจากมลพิษทางสิ่งแวดล้อม และสารตกค้าง

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547) ได้กำหนดคุณภาพขั้นต่ำของเนื้อโคที่มีมาตรฐาน โดยต้องผ่านการฆ่าและตัดแต่งจากโรงฆ่าที่ถูกสุขลักษณะตามข้อกำหนดของกฎหมาย เนื้อโคต้องอยู่ในสภาพที่สะอาด มีสีแดงสดจนถึงสีแดงเข้มและสม่ำเสมอ ปราศจากสิ่งที่น่ารังเกียจ เชื้อปรสิตในเนื้อ สารพิษตกค้าง สิ่งแปลกปลอมที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และวัตถุเจือปนอาหาร ซึ่งข้อกำหนดด้านสุขลักษณะของเนื้อโคได้หมายความรวมถึงการเก็บรักษาและการขนส่ง ต้องปฏิบัติอย่างถูกสุขลักษณะทุกขั้นตอน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนดด้านจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนบนเนื้อโค ต้องเป็นไปตามเกณฑ์ของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547) ที่ได้กำหนดไว้คือ

1. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน $5x10^5$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 966.23C หรือวิธีการทดสอบที่เทียบเท่า

2. โคลิฟอร์ม (coliform organism) กำหนดค่า Most Probable Number (MPN) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ต้องไม่เกิน $5x10^3$ โคโลนี วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 966.24 หรือวิธีการทดสอบที่เทียบเท่า

3. ซาลโมเนลลา (*Salmonella sp.*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 967.26 หรือวิธีการทดสอบที่เทียบเท่า

4. สตาฟิโลคอคคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) กำหนดค่า Most Probable Number (MPN) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ต้องไม่เกิน $1x10^2$ โคโลนี วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 975.55 หรือวิธีการทดสอบที่เทียบเท่า

4) คุณค่าทางด้านที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปเนื้อสัตว์ (technological value) ได้แก่ ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ ค่าความเป็นกรดด่างในเนื้อ สถานภาพของโปรตีนในเส้นใยกล้ามเนื้อ เป็นต้น

5) คุณค่าทางด้านมโนธรรมและจิตใจ (ethical value) ได้แก่ การเลี้ยงและการจัดการสัตว์โดยการคำนึงถึงสวัสดิภาพสัตว์ให้สัตว์ได้รับความเครียดน้อยที่สุด ตั้งแต่การเลี้ยงในระดับฟาร์มจนถึงกระบวนการฆ่าในโรงฆ่าสัตว์

2.7 ผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อคุณภาพเนื้อ

Smulder *et al.* (1995) รายงานว่ากรดแลกติกอาจมีผลต่อสีของเนื้อสัตว์ ซึ่งบางครั้งผู้บริโภคไม่ยอมรับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติก การใช้ที่ความเข้มข้นสูงจะทำให้เนื้อซีดจางและไม่สามารถกลับเป็นปกติได้ เช่น ในซากสุกรหากใช้ในระดับความเข้มข้น 2.5 % จะทำให้สีซีดจางและไม่สามารถกลับเป็นปกติได้ การใช้ความเข้มข้นต่ำเพียง 1% ฉีดพ่นบนซากโคจะทำให้สีซีดจางเพียงเล็กน้อยและสามารถกลับคืนเป็นปกติได้ ในเนื้อลูกโคการใช้ที่ความเข้มข้นต่ำเพียง 1.25 % พบว่าไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อเยื่อและไขมันของเนื้อ และเมื่อแต่งเอากระดูกและไขมันออกจะสามารถใช้ได้ถึง 2 โดยไม่ทำให้เนื้อลูกโคซีดจาง ในกรณีที่ซากสัตว์มีจุดเลือดการใช้สารละลายกรดแลกติกโดยเฉพาะที่ความเข้มข้นสูง จะทำให้จุดเลือดจับตัวและปรากฏเป็นจุดสีน้ำตาลดำคล้ายสนิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Van Netten *et al.* (1995) พบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกที่อุณหภูมิ 55 °C ระดับความเข้มข้น 2 และ 5 % มีผลทำให้สีของเนื้อแดงซีดจางลงและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค Pipek *et al.* (2005) รายงานว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ฉีดพ่นบนซากโคและซากสุกร จะทำให้สีของ

เนื้อซีดจางลง ทำนองเดียวกันกับ Pilasombut *et al.* (2007) ที่ศึกษาผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % จุ่มเนื้อสุกร เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่จุ่มน้ำกลั่น ทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30-38 °C พบว่าชิ้นเนื้อที่จุ่มสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % จะมีความสว่าง (lightness, L^*) เฉลี่ยเท่ากับ 43.25 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มจุ่มน้ำกลั่นที่มีค่าเท่ากับ 37.03 และ 37.09 ส่วนค่าสีแดง (redness, a^*) เฉลี่ยของเนื้อที่จุ่มสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % กลุ่มควบคุม และกลุ่มจุ่มน้ำกลั่น จะมีค่าเท่ากับ 11.50, 14.76 และ 13.37 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกมีผลต่อสีของเนื้อ โดยจะทำให้เนื้อสุกรซีดจางและมีสีน้ำตาล

การใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้นสูงอาจมีผลต่อกลิ่นและรสชาติของเนื้อโค ซึ่งการใช้ในระดับความเข้มข้น 4 % มีผลทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ แต่ถ้าเก็บเนื้อลูกแกะแบบบรรจุถุงสุญญากาศจะสามารถใช้ความเข้มข้นได้ถึง 5 % โดยไม่มีผลต่อกลิ่นและรสชาติเมื่อเก็บนานถึง 12 สัปดาห์ การใช้ในระดับความเข้มข้นเพียง 1 % ในเนื้อโค จะมีผลต่อกลิ่นและรสชาติเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Smulder *et al.* 1995)

ด้านผลกระทบของการใช้สารละลายกรดต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% drip loss) เนื่องจากการใช้สารละลายกรดจะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างภายในเซลล์กล้ามเนื้อลดต่ำลง อาจทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวและเป็นผลให้มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นได้ สำหรับชิ้นเนื้อสุกรที่จุ่มด้วยสารละลายกรด (กรดอะซิติก 3 % โซเดียมแอสคอเบต 3 %, กรดอะซิติก 3 % โซเดียมคลอไรด์ 1.5 % และกรดอะซิติก 1 % กรดแลกติก 1 %) และเก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศในตู้เย็นเป็นเวลา 4 สัปดาห์ จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น กรณีฉีดพ่นเนื้อสันนอกโคด้วยสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1 % และเก็บรักษาแบบบรรจุสุญญากาศด้วยการแช่แข็งเป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่าสารละลายกรดแลกติกไม่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของการละลายและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (Smulder *et al.* 1995)

2.8 การปรับปรุงความนุ่มของเนื้อด้วยการบ่มซาก

การปรับปรุงความนุ่มของเนื้อด้วยวิธีการบ่มซากสามารถแบ่งออกได้เป็น

2.8.1 การบ่มแบบดั้งเดิม (dry aging) เป็นการบ่มซากทั้งซากไว้ที่อุณหภูมิ 0-4 °C การบ่มทั้งซากมักใช้ระยะเวลานาน และซากควรมีไขมันหุ้มซากหนาพอที่จะป้องกันไม่ให้เนื้อเปลี่ยนสีและรักษาให้มีการระเหยของน้ำน้อยที่สุด บางกรณีจะให้มีความชื้นในห้องเก็บซาก 70-75 เปอร์เซ็นต์เพื่อให้ผิวเนื้อแห้ง บางกรณีจะให้มีความชื้น 85-90 เปอร์เซ็นต์เพื่อให้เกิดราเกาะ ซึ่งจะทำให้เกิดกลิ่นหอมและลดการระเหยของน้ำให้น้อยลง การบ่มเนื้อเฉพาะชิ้นส่วนใหญ่แบบติดกระดูกสามารถบ่มได้นานถึง 14

สัปดาห์ การบ่มซากแบบนี้ในบางกรณีจะใช้ผ้าดิบสีขาวห่อซากให้ตึงและตรึงให้แนบชิดกับซากด้วยเหล็กปลายแหลม เพื่อให้ผ้าดูดซับน้ำและเลือดที่ติดอยู่กับซาก และป้องกันการระเหยของน้ำออกจากซากระหว่างการเก็บรักษาในห้องเย็น (กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ. 2549) ข้อเสียของการบ่มซากแบบดั้งเดิมคือ เป็นวิธีการที่มีค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากใช้พื้นที่ในการบ่มซากมาก ต้องใช้ระยะเวลาบ่มนานเพื่อทำให้เนื้อนุ่ม (Destefanis *et al.* 2008) มีการหดตัวของผิวซากจึงต้องตัดแต่งผิวซากที่แห้งออกไป ซึ่งเป็นการสูญเสียน้ำหนักทำให้น้ำหนักซากหลังตัดแต่งลดต่ำลง (Ahnström *et al.* 2006 ; Destefanis *et al.* 2008)

2.8.2 การบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศหรือการบ่มแบบเปียก (vacuum aging or wet aging) เป็นการบ่มในถุงพลาสติกไม่ให้มีออกซิเจนอยู่ภายใน สามารถป้องกันความชื้นระเหยออกได้ จึงทำให้น้ำหนักเนื้อลดลงไม่มาก เนื้อสัตว์อาจดูดความชื้นในถุงเป็นผลให้เพิ่มความฉ่ำน้ำและความนุ่มขึ้นได้ การบ่มแบบนี้จะเพิ่มความนุ่มได้เร็วและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการบ่มแบบดั้งเดิม (กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ. 2549) นอกจากนี้ Braghieri *et al.* (2007) ยังกล่าวสนับสนุนว่าวิธีนี้สามารถลดการสูญเสียพลังงาน ลดการสิ้นเปลืองพื้นที่ในห้องแช่เย็นระหว่างการบ่มเนื้อ อีกทั้งวิธีการนี้ไม่ก่อให้เกิดผลเสียใดๆ และยังสามารถขยายระยะเวลาบ่มเนื้อออกไปให้นานได้ หากต้องการให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้นอีก

Kołczak *et al.* (2003) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนเส้นใยในกล้ามเนื้อสันใน (*Psoas major*, PM)และกล้ามเนื้อหมอน (*Semitendinosus*, ST) ของเนื้อลูกโค โคสาว และแม่โคเพศ ซึ่งเก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นระยะเวลา 1, 6 และ 12 วัน ด้วยวิธีการ SDS-PAGE พบว่า เมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้น ปริมาณ troponin-t ของเนื้อลูกโค โคสาว และแม่โคในกล้ามเนื้อสันในและกล้ามเนื้อหมอนจะลดลงเรื่อย ซึ่งการเสื่อมสลายของ troponin-t (มีปริมาณลดลง) จะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างกล้ามเนื้อ เช่น I band และซาร์โคเมียร์ของกล้ามเนื้อที่มีความยาวเพิ่มขึ้น เป็นต้น มีผลทำให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้นจากเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างภายในกล้ามเนื้อนั่นเอง และระหว่างที่มีการเสื่อมสลายของ troponin-t จะปรากฏโปรตีนขนาด 30 kDa จากการศึกษาเนื้อลูกโคสามารถตรวจพบโปรตีนขนาด 30 kDa ได้ตั้งแต่วันแรกของการศึกษาในกล้ามเนื้อสันในมีปริมาณเท่ากับ 1.59 % และในกล้ามเนื้อหมอนมีปริมาณเท่ากับ 2.26 % จากนั้นจะลดลงเรื่อยๆ จนสิ้นสุดการทดลองซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 1.29 และ 1.06 % ในกล้ามเนื้อสันในและกล้ามเนื้อหมอนตามลำดับ เนื้อจากโคสาวตรวจพบโปรตีนขนาด 30 kDa ได้น้อยมากในวันแรก แต่จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บเนื้อที่เพิ่มขึ้น และมีปริมาณมากที่สุดเมื่อครบ 12 วัน โดยกล้ามเนื้อสันในมีค่าเท่ากับ 2.23 % และกล้ามเนื้อหมอนมีค่าเท่ากับ 3.49 % ส่วนแม่โคในวันแรกและวันที่ 6 ไม่สามารถตรวจพบโปรตีนนี้ในกล้ามเนื้อทั้งสองเลย แต่เมื่อเก็บรักษาครบ 12 วันแล้ว สามารถตรวจพบได้ 1.29 และ 1.43 % ในกล้ามเนื้อสันในและกล้ามเนื้อหมอนตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2.6 สำหรับค่าแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัดผ่านเนื้อในระยะเวลา 12 วันพบว่ากล้ามเนื้อสันในและกล้ามเนื้อหมอนจากลูกโคมีความนุ่มเพิ่มขึ้น 25 และ 39 % ตามลำดับ เนื้อโคสาวมีความนุ่มเพิ่มขึ้นเท่ากับ 15 และ 25 % ตามลำดับ และเนื้อแม่โคมีความนุ่มเพิ่มขึ้นเท่ากับ 9 และ 22 % ตามลำดับ ซึ่งเนื้อจากลูกโคมีความนุ่มเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงที่สุด

ตารางที่ 2.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณโปรตีนเส้นใย (% โปรตีนทั้งหมด) ในกล้ามเนื้อสันใน (*Psoas major*, PM) และกล้ามเนื้อหมอน (*Semitendinosus*, ST) ของเนื้อลูกโค โคสาว และโคเพศเมีย ซึ่งเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 12 วันที่อุณหภูมิ 4 °C

	ระยะเวลา	กล้ามเนื้อ					
		ลูกโค		โคสาว		แม่โค	
		PM	ST	PM	ST	PM	ST
TN-T	1	3.93	4.70	3.96	4.66	4.73	4.90
	6	2.90	2.86	3.10	3.63	3.66	4.23
	12	2.90	2.76	3.03	3.56	3.66	4.40
30 kDa	1	1.59	2.26	0.62	0.33	0.00	0.00
	6	1.13	1.79	1.72	2.69	0.23	0.00
	12	1.29	1.06	2.23	3.49	1.29	1.43

ที่มา : ดัดแปลงจาก Kolczak *et al.* (2003)

Okumura *et al.* (2003) รายงานถึงการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเส้นใยโปรตีนเล็กๆ ของเนื้อสันนอกสุกรที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นระยะเวลา 2, 10, 20 และ 30 วัน ด้วยวิธีการ SDS-PAGE พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของโปรตีนขนาด 32, 31 และ 30 kDa ภายหลังการบ่มที่ระยะเวลา 2-20 วันอย่างรวดเร็ว โดยที่โปรตีนขนาด 32 kDa จะเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนกว่าโปรตีนตัวอื่นและมีความเข้มข้นมากที่สุดเมื่อทำการบ่มเป็นระยะเวลา 20 วัน และจะมีปริมาณค่อนข้างคงที่จนสิ้นสุดการทดลอง ส่วนเนื้อสันนอกโคจะมีการเพิ่มขึ้นของโปรตีนขนาด 30 kDa อย่างชัดเจนภายหลังการบ่มที่ระยะเวลา 2-31 วัน อย่างไรก็ตามโปรตีนขนาด 32, 31 และ 30 kDa ต่างก็เป็นผลผลิตจากการสลายตัวของ troponin-t ในระหว่างการบ่มเนื้อ ซึ่งจะเรียกโปรตีนในกลุ่มนี้ว่าโปรตีนในกลุ่ม 30 kDa (30 kDa component) โดยการเปลี่ยนแปลงโปรตีนเส้นใยในกล้ามเนื้อและการเพิ่มขึ้นของโปรตีนในกลุ่ม 30 kDa ระหว่างการบ่มเนื้อนี้ จะเกิดขึ้นเช่นเดียวกันทั้งในเนื้อโคและเนื้อสุกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smith *et al.* (2008) เปรียบเทียบวิธีการบ่มซากแบบดั้งเดิมกับการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศ โดยใช้เนื้อสันนอกโค มีระยะเวลาบ่มที่ 14, 21, 28 และ 35 วัน พบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อของการบ่มทั้งสองแบบไม่แตกต่างกัน ระยะเวลาบ่มเนื้อนานขึ้นจะทำให้เนื้อโคมีความนุ่มเพิ่มขึ้นและนุ่มมากที่สุดเมื่อบ่มเป็นระยะเวลา 35 วัน ไม่พบความแตกต่างของลักษณะความน่ารับประทานของเนื้อทั้งสองวิธี ส่วนระยะเวลาบ่มมีผลต่อรสชาติและความฉ่ำน้ำ โดยเนื้อที่บ่มเป็นระยะเวลา 21 วัน จะมีคะแนนของรสชาติมากที่สุด และความฉ่ำน้ำของเนื้อจะมีคะแนนมากที่สุดเมื่อบ่มเป็นระยะเวลา 35 วัน

วิธีการบ่มและระยะเวลาในการบ่มเนื้อพบว่ามีอิทธิพลต่อการสูญเสียน้ำหนักจากการหดตัว (cooler shrink) การสูญเสียน้ำหนักระหว่างเก็บรักษา (purge) และการสูญเสียน้ำหนักจากการตัดแต่ง (cut loss) โดยการสูญเสียน้ำหนักจากการหดตัวของเนื้อที่ระยะเวลาบ่มที่ 14, 21, 28 จะไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อทำการบ่มแบบดั้งเดิมเป็นระยะเวลา 35 วัน พบว่ามีค่าสูงที่สุดและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับระยะเวลาบ่มอื่นๆ ส่วนการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศไม่พบการสูญเสียน้ำหนักจากการหดตัวของเนื้อทุกระยะเวลาในการบ่ม เมื่อเปรียบเทียบวิธีการบ่มเนื้อต่อค่านี้พบว่าการบ่มเนื้อแบบดั้งเดิมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศทุกระยะเวลาที่ศึกษา สำหรับการสูญเสียน้ำหนักระหว่างเก็บรักษาจากการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศจะมีค่าสูงที่สุดที่ระยะเวลา 14 วัน ส่วนการบ่มแบบดั้งเดิมมีค่าสูงที่สุดในวันที่ 28 สำหรับการสูญเสียน้ำหนักจากการตัดแต่ง พบว่าการบ่มเนื้อแบบดั้งเดิมเป็นระยะเวลา 28 วัน มีค่าสูงกว่าระยะเวลาอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศในวันที่ 21 การบ่มแบบดั้งเดิมมีค่าเปอร์เซ็นการสูญเสียน้ำหนักจากส่วนที่แห้ง (crust) ไม่แตกต่างทางสถิติทุกระยะเวลา ส่วนการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศไม่พบการสูญเสียนี้เลย อิทธิพลของวิธีและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในระยะเวลาต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 แสดงอิทธิพลของวิธีและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักที่ระยะเวลาต่างๆ

	การบ่มแบบดั้งเดิม				การบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศ			
	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน	14 วัน	21 วัน	28 วัน	35 วัน
cooler shrink	5.4 ^{b}	6.0 ^{b}	6.1 ^{b}	8.5 ^{a}	0.0 ^{c}	0.0 ^{c}	0.0 ^{c}	0.0 ^{c}
purge	0.1 ^{d}	0.5 ^{cd}	0.6 ^{bc}	0.3 ^{cd}	1.1 ^{a}	0.6 ^{bc}	1.0 ^{ab}	1.1 ^{a}
crust	3.3	4.0	3.4	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0
cut loss	1.4 ^{bc}	1.8 ^{bc}	2.6 ^{a}	1.4 ^{bc}	1.5 ^{bc}	2.0 ^{ab}	1.1 ^{c}	1.5 ^{bc}

อักษรที่แตกต่างในแถวเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Smith *et al.* (2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ahnström *et al.* (2006) ได้ทำการเปรียบเทียบการบ่มซากโคแบบดั้งเดิมกับการบ่มซากโคแบบดั้งเดิมแต่ห่อด้วยถุงพลาสติกที่อากาศสามารถผ่านเข้าออกได้ โดยใช้ระยะเวลาในการบ่ม 14 และ 21 วัน ที่อุณหภูมิ 3 °C จากการศึกษาไม่พบความแตกต่างของค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ความชื้น (moisture) ไขมัน (fat) จำนวนจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศทั้งหมด (Total aerobic, TPC) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (cook loss) และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (shear force) ในการบ่มซากทั้งสองวิธี อย่างไรก็ตาม หลังจาก 21 วันไปแล้ว การบ่มที่ห่อชิ้นส่วนด้วยถุงพลาสติกสามารถลดน้ำหนักสูญเสียระหว่างการบ่มซาก (weight loss during aging) น้ำหนักสูญเสียจากการตัดแต่ง (trim loss) และจำนวนยีสต์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับการบ่มซากแบบดั้งเดิม แสดงให้เห็นว่าการบ่มชิ้นส่วนที่ห่อด้วยถุงพลาสติกสามารถลดการเน่าเสียจากจุลินทรีย์ได้ และไม่เกิดผลเสียต่อคุณภาพของเนื้อ แสดงดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 แสดงอิทธิพลของวิธีการและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อคุณภาพเนื้อสันนอโคที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 14 และ 21 วัน

	วิธีการ			
	แบบดั้งเดิม 14 วัน	ห่อถุงพลาสติก 14 วัน	แบบดั้งเดิม 21 วัน	ห่อถุงพลาสติก 21วัน
pH	5.5x	5.5x	5.7y	5.7y
moisture (%)	68.2	68.0	68.0	68.1
fat (%)	7.6	7.5	7.8	7.3
weight loss during aging (%)	6.5x	6.3x	10.2z	8.9y
trim loss (%)	15.0x	15.3x	17.9y	15.6y
cook loss (%)	23.5	22.7	22.9	23.7
shear force (N)	23.5	23.5	24.5	26.5
TPC (log cfu/cm^2)	5.1	5.1	4.3	4.2
yeast (log cfu/cm^2)	4.2y	2.4x	5.2z	4.2y

อักษรที่แตกต่างในแถวเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Ahnström *et al.* (2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jeremiah and Gibson (2003) ได้ศึกษาผลของการจัดการเนื้อสัตว์ภายหลังสัตว์ตายและระยะเวลาการบ่มซากต่อลักษณะความน่ารับประทานของเนื้อโค โดยใช้กล้ามเนื้อสันนอก แบ่งการบ่มออกเป็น 4 วิธีคือ กลุ่มที่ไม่แต่งกระดูกออกและบ่มแบบดั้งเดิมเป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ไม่แต่งกระดูกออกและบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศ กลุ่มแต่งกระดูกออกและบรรจุถุงสุญญากาศ และกลุ่มแต่งกระดูกออกและบรรจุแบบควบคุมบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (controlled atmosphere, CAP) โดยมีระยะเวลาบ่มเป็น 7, 14, 21 และ 28 วัน ที่อุณหภูมิ 1±1°C พบว่ากลุ่มควบคุมกับกลุ่มไม่แต่งกระดูกออกและบรรจุถุงสุญญากาศ ใช้ระยะเวลาในการทำให้สุกสั้น มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกน้อย และมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำกว่ากลุ่มแต่งกระดูกออกและบรรจุถุงสุญญากาศกับกลุ่มควบคุมบรรยากาศ นอกจากนี้เนื้อที่ไม่แต่งกระดูกออกและบรรจุถุงสุญญากาศ กับกลุ่มแต่งกระดูกออกและบรรจุถุงสุญญากาศ จะมีคะแนนจากการทดสอบประสาทสัมผัสดีกว่ากลุ่มที่บ่มแบบดั้งเดิมกับกลุ่มควบคุมบรรยากาศ ระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ไม่มีความแตกต่างของรสชาติและลักษณะเนื้อสัมผัส แต่เมื่อระยะเวลาบ่มนานขึ้นคะแนนความนุ่มจะเพิ่มขึ้น โดยมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลง

Campbell *et al.* (2001) เปรียบเทียบการบ่มเนื้อสันนอกโคแบบดั้งเดิมและการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศต่อลักษณะความน่ารับประทานของเนื้อสันนอกโค โดยการบ่มแบบดั้งเดิมมีระยะเวลาบ่มที่ 0, 7, 14 และ 21 วัน ที่อุณหภูมิ 2°C หลังจากบ่มแบบดั้งเดิมแล้วจะนำมาบรรจุถุงสุญญากาศเพื่อการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศต่อ ซึ่งมีระยะเวลาบ่มที่ 0, 2, 9 และ16 วัน ที่อุณหภูมิ 2°C เช่นเดียวกัน จากการทดสอบประสาทสัมผัสและค่าแรงตัดผ่านเนื้อพบว่า การบ่มแบบดั้งเดิมจะมีค่าคะแนนเฉลี่ยของความนุ่มและความชุ่มฉ่ำเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อนานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ทำนองเดียวกันกับการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่มีค่าคะแนนความนุ่มและความชุ่มฉ่ำเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อนานขึ้นเช่นกัน ค่าแรงตัดผ่านเนื้อในการบ่มแบบดั้งเดิมพบว่าในการบ่มที่ 21 วันจะมีค่าต่ำที่สุดและมีค่าเท่ากับ 1.9 กิโลกรัม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับการบ่มเนื้อในวันที่ 0, 7 และ 14 ที่มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากันและมีค่าเท่ากับ 2.3 กิโลกรัม ส่วนการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศในวันที่ 0, 2, 9 และ 16 วัน จะมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 2.3, 2.3, 2.1 และ 2.0 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติทุกระยะเวลาบ่มเนื้อที่ศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 แสดงค่าเฉลี่ยของคะแนนความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และค่าแรงตัดผ่านเนื้อของการบ่มแบบดั้งเดิม และการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศในระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลา (วัน)	ความนุ่ม [a]	ความชุ่มฉ่ำ [a]	ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (kg)
แบบดั้งเดิม			
0	10.0 [d]	8.3 [d]	2.3 [c]
7	10.2 [c]	8.2 [d]	2.3 [c]
14	10.6 [b]	8.4 [c]	2.3 [c]
21	10.6 [b]	9.0 [b]	1.9 [b]
แบบบรรจุถุงสุญญากาศ			
0	10.0 [d]	8.2 [c]	2.3
2	10.2 [c]	8.4 [b]	2.3
9	10.6 [b]	8.6 [b]	2.1
16	10.6 [b]	8.5 [b]	2.0

a คือคะแนนของค่าความนุ่มเหนียวและความชุ่มฉ่ำของเนื้อจากการทดสอบประสาทสัมผัส ซึ่งมีเกณฑ์ช่วงคะแนนที่ 15 คะแนน โดย 1 = น้อยที่สุด และ 15 = มากที่สุด

อักษรที่แตกต่างในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่มา : ดัดแปลงจาก Campbell *et al.* (2001)

ผลการศึกษาทางด้านจุลินทรีย์พบว่าเนื้อสันนอกโคที่ทำการบ่มแบบดั้งเดิม จะมีจำนวนจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศเท่ากับ 1.4, 3.3, 3.9 และ 3.3 log cfu/g ในวันที่ 0, 7, 14 และ 21 ของการบ่มตามลำดับ ซึ่งที่วันเริ่มต้นของการบ่มแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับวันอื่นๆ ส่วนในวันที่ 7, 14 และ 21 ไม่พบความแตกต่างทางสถิติแต่อย่างใด เนื่องจากการบ่มแบบดั้งเดิมนั้นจะทำให้พื้นผิวภายนอกของเนื้อแห้งและการบ่มแบบนี้จะบ่มที่อุณหภูมิต่ำ (2°C) ซึ่งเป็นการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิดได้ จำนวนแบคทีเรียกรดแลกติกและ *Pseudomonas* มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาบ่มที่นานขึ้น ส่วนการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศศึกษาเพียงแบคทีเรียกรดแลกติกซึ่งพบว่ามีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาบ่มที่นานขึ้นเช่นกัน โดยมีจำนวนเท่ากับ 1.4, 0.6, 1.7 และ 2.4 log cfu/g ในวันที่ 0, 2, 9 และ 16 ตามลำดับ

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2539) กล่าวว่าการบ่มซากจะเป็นไปได้ดีเมื่อเนื้อมีความเป็นกรดมากขึ้นและอุณหภูมิของเนื้อสูงด้วย โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการบ่มซากแบ่งออกเป็น 2 ระดับคือ การบ่มที่อุณหภูมิต่ำ (cold temperature aging) เป็นการเก็บซากในห้องเย็นที่อุณหภูมิประมาณ 0-5 °C และการบ่มที่อุณหภูมิสูง (high temperature aging) เป็นการเก็บซากในห้องเย็นที่อุณหภูมิสูงกว่า 5 °C บางกรณีอาจเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วงอุณหภูมิ 15-20 °C โดยการเก็บซากที่อุณหภูมิสูงจะใช้ระยะเวลาในการบ่มซากสั้นกว่าการบ่มที่อุณหภูมิต่ำ และต้องระมัดระวังการเน่าเสียของเนื้อจากจุลินทรีย์ด้วย ในบางกรณีจะใช้แสงอุลตร้าไวโอเลตเพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ร่วมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ตัวอย่างเนื้อโคทดลอง

ใช้กล้ามเนื้อสันนอกส่วนหลัง (longissimus lumborum) ที่ตัดระหว่างกระดูกซี่โครงคู่ที่ 13 และกระดูกสันหลังข้อที่ 4 จากซากโคทั้งซีกซ้ายและขวา โคที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มี 2 สายพันธุ์คือ โคพันธุ์พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยหญ้า จากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 5 ตัว ขนาดน้ำหนักตัวเฉลี่ย 210 กก. อายุเฉลี่ย 2 ปี และโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันขุนด้วยอาหารข้นและมีเปลือกสับปะรดเป็นแหล่งอาหารหยาบ จากสถานีวิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์จังหวัดจันทบุรี จำนวน 8 ตัว ขนาดน้ำหนักตัวเฉลี่ย 570 กก. อายุเฉลี่ย 3 ปี ซึ่งทำการฆ่าและชำแหละที่โรงฆ่าศูนย์วิจัยและพัฒนาผลิตผลจากสัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ก่อนทำการฆ่าจะให้โคอดอาหารเป็นระยะเวลา 12 ชม. และมีน้ำให้กินตลอดเวลา

3.2 อุปกรณ์

1. เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อ (Mettler Toledo model SG-2, China)
2. เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Ebro model TTX100, Germany)
3. เครื่องมือวัดสีของเนื้อ (Minolta Chromameter CR-300, Japan)
4. เครื่องมือวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Instron model 1011, USA)
5. เครื่องบรรจุสุญญากาศ (Vacuum Package, Vama)
6. ถุงสุญญากาศชนิด Polyvinyl Chloride (PVC)
7. ตู้อบแห้ง (Hot air oven, Memmert model CM 500, Germany)
8. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Auto clave, Tomy, Japan)
9. ตู้เขี่ยเชื้อแบบ Laminar Flow (Dwyer model Mark II, USA)
10. ตู้อบเพาะเชื้อ (WTB Binder model BD, Germany)
11. อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath, Memmert, Germany)
12. ตู้ไมโครเวฟ (Turbora model TRX 249m, Korea)
13. ตู้เย็น (Hitachi model RZ 2605, Thailand)
14. เครื่องชั่งชนิดหยาบ (Tanita model 1144, Tanita Corporation, Japan)
15. เครื่องชั่งชนิดละเอียด (Sartorius, Basic, Germany)
16. เครื่องเขย่าสาร (Vortex, Vision Scientific co., ltd. model KMC-1300V, Korea)
17. ไมโครปิเปต ขนาด 200-1000 ไมโครลิตร (Eppendrof, USA)

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18. ปีเปตทิป

19. จานเพาะเชื้อ

20. เครื่องแก้วพร้อมอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็น

21. มีดและด้ามมีดผ่าตัดสำหรับสุ่มตัวอย่างเนื้อ

22. กรรไกรสำหรับสุ่มตัวอย่างเนื้อ

23. ตะเกียงแอลกอฮอล์

24. ถุงพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่างชิ้นเนื้อจากการสุ่ม

25. มีดสำหรับตัดแต่งเนื้อ

3.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

1. สารละลาย Peptone (Merck, Germany) ความเข้มข้น 0.1 %

2. Plate Count Agar (Merck, Germany)

3. Lauryl Sulfate Tryptose Broth (LST) (Biomark, India)

4. Brillian Green Bile Broth (BGLB) (Biomark, India)

5. *Eschericia coli* Broth (EC Broth) (Biomark, India)

6. Eosin Methylene Blue Agar (EMB Agar) (Biomark, India)

7. Trytophan Broth (Merck, Germany)

8. สารละลาย Kovac (Merck, Germany)

9. Methyl Red - Voges Proskauer Broth (MR-VP) (Merck, Germany)

10. α-Napthol ความเข้มข้น 5 % (Merck, Germany)

11. Potassiumhydroxide (KOH) ความเข้มข้น 40 % (Merck, Germany)

12. Simmon's Citrate Agar (Merck, Germany)

13. กรดแลกติก (L (+) Lactic acid) ระดับความเข้มข้น 80 % (PURAC 80, 80 % PURAC Biochem, Gorinchem, Netherlands)

14. แอลกอฮอล์ 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 การทดลองคือ

3.4.1 การทดลองที่ 1 การใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % (v/v) ร่วมกับการบ่มเนื้อที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเนื้อโค โดยใช้โคพันธุ์พื้นเมืองจำนวน 5 ตัว (5ซ้ำ)

3.4.1.1 วิธีการเตรียมตัวอย่าง

กล้ามเนื้อสันนอกส่วนหลังจากซากโคซีกซ้ายและขวาจะผ่านการบ่มเป็นระยะเวลา 1 วันก่อนทำการศึกษา โดยกล้ามเนื้อจากซีกซ้ายเป็นกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก ส่วนกล้ามเนื้อจากซีกขวาเป็นกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเนื้อสันนอกทั้งก้อน เพื่อตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นของเนื้อซีกขวาก่อนการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก จากนั้นตัดเนื้อสันนอกซีกซ้ายและขวาข้างละ 5 ชิ้นเท่าๆกัน ให้ได้ขนาดประมาณ 2 x 5x 3 นิ้ว ซึ่งแบ่งเป็นระยะเวลา 1, 14, 30, 60 และ 90 วัน โดยเนื้อที่ตัดแบ่งระยะเวลา 1 วัน จะใช้ทำการศึกษาทางด้านจุลินทรีย์เท่านั้น ส่วนเนื้อชิ้นอื่นๆจะบรรจุในถุงสุญญากาศและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0 - 4 °C เป็นระยะเวลา 14, 30, 60 และ 90 วัน

กล้ามเนื้อแต่ละชิ้นของซีกขวาจะฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกให้ทั่ว โดยฉีดพ่นห่างประมาณ 1 ฟุต แต่ละชิ้นใช้สารละลายกรดแลกติกประมาณ 4 มิลลิลิตร ทำเช่นเดียวกันจนครบทุกระยะเวลาในกล้ามเนื้อซีกขวา

3.4.1.2 วิธีการสุ่มตัวอย่าง

ทำการสุ่มชิ้นเนื้อจากเนื้อสันนอกอย่างอิสระ เพื่อให้มีความสม่ำเสมอ และทำการบ่มเนื้อในถุงสุญญากาศ ดังตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 3.1 โดยโคตัวที่ 1 ใช้เนื้อชิ้นที่ 1 เก็บข้อมูลในวันที่ 1 โคตัวที่ 2 ใช้เนื้อชิ้นที่ 5 เก็บข้อมูลในวันที่ 1 โคตัวที่ 3 ใช้เนื้อชิ้นที่ 4 เก็บข้อมูลในวันที่ 1 โคตัวที่ 4 ใช้เนื้อชิ้นที่ 3 เก็บข้อมูลในวันที่ 1 และโคตัวที่ 5 ใช้เนื้อชิ้นที่ 2 เก็บข้อมูลในวันที่ 1 เป็นต้น

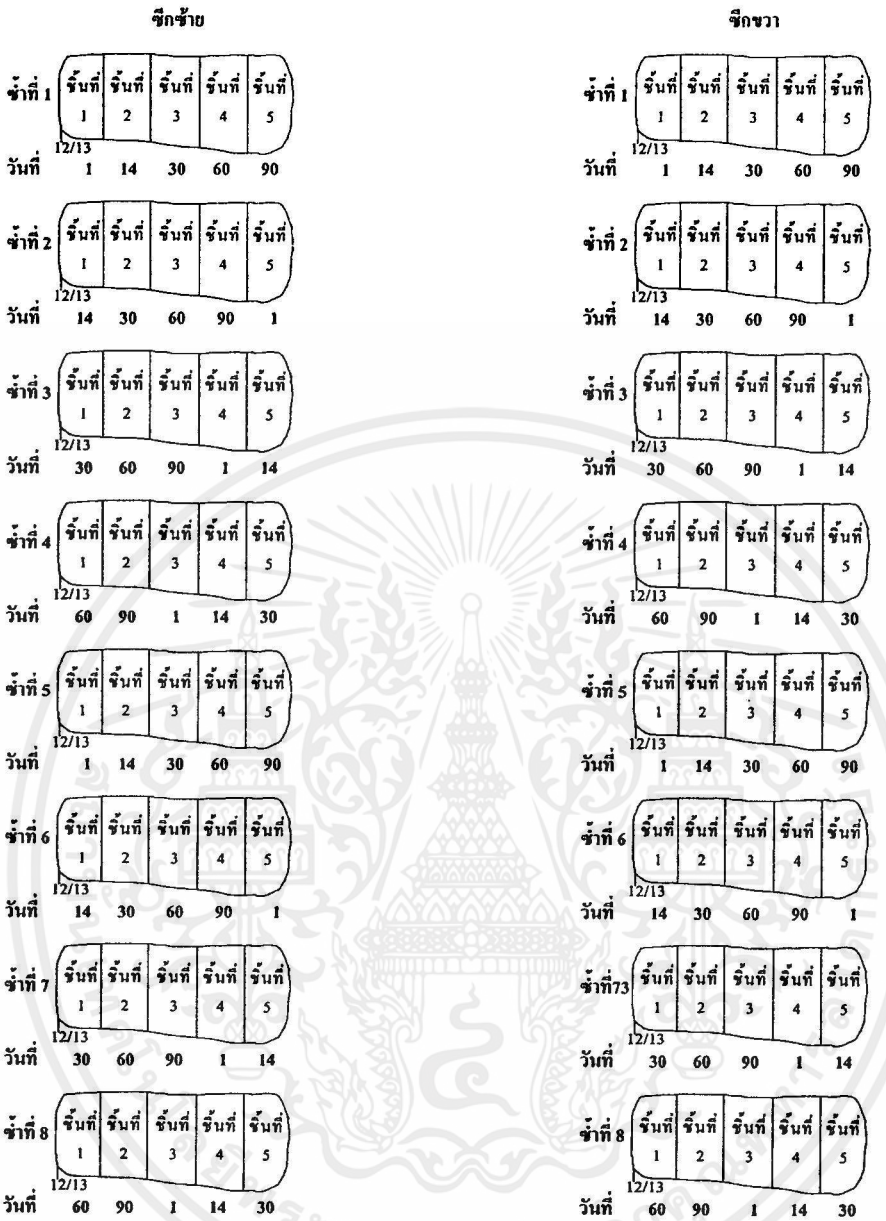
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.1 แสดงตำแหน่งของชิ้นเนื้อที่สุ่มจากชิ้นส่วนใหญ่และการกระจายพื้นที่การสุ่มตัวอย่างเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

3.4.2 การทดลองที่ 2 การใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % (v/v) ร่วมกับการบ่มเนื้อที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเนื้อโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ใช้โคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันจำนวน 8 ตัว (8 ซ้ำ) โดยการวางแผนการทดลอง วิธีการเตรียมตัวอย่าง การสุ่มตัวอย่าง การศึกษาทางด้านจุลินทรีย์ และการศึกษาทางด้านคุณภาพเนื้อทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 แสดงตำแหน่งของชิ้นเนื้อที่สุ่มจากชิ้นส่วนใหญ่และการกระจายพื้นที่การสุ่มตัวอย่างเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

3.5 ขั้นตอนการศึกษาและการเก็บข้อมูล

3.5.1 การศึกษาทางด้านจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)

สุ่มตัวอย่างชิ้นเนื้อที่บ่มในระยะเวลาต่างๆที่กำหนดมาประมาณตัวอย่างละ 25 กรัม ในสารละลาย Peptone ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จะได้สารละลาย Peptone ที่มีความเข้มข้น 1:10 เจือจาง

ต่อไปจนได้ความเจือจางที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาการบ่มเนื้อ จากนั้นดูดสารละลาย Peptone ที่ 3 ระดับความเจือจางสุดท้ายความเจือจางละ 1 มิลลิลิตร และถ่ายลงในจานเพาะเชื้อ เทอาหาร Plate Count Agar ลงจานเพาะเชื้อปริมาตรจานละ 15 – 20 มิลลิลิตรที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ รอจนอาหารแข็งแล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำจานเพาะเชื้อทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำมานับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และรายงานผลเฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี (AOAC. 2006) โดยตัวบ่งชี้อายุการเก็บรักษาของเนื้อสัตว์คือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งจำนวนจุลินทรีย์ที่ทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสียคือ 7–8 log cfu/g (10^7-10^8 cfu/g)

2. การศึกษาโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total coliform)

นำสารละลาย Peptone ที่ใช้ศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ที่ความเข้มข้น 1:10, 1:100 และ 1: 1000 โดยดูดสารละลาย Peptone ความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตรถ่ายลงในหลอดทดลองซึ่งภายในมีหลอดดักก๊าซและบรรจุอาหาร LST ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ทำความเข้มข้นละ 3 หลอด จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการตรวจผล หลอดของตัวอย่างใดมีก๊าซเกิดขึ้นภายในหลอดดักก๊าซ บันทึกผลเป็น + แล้วทำการถ่ายเชื้อลงในหลอดทดลองที่ ภายในมีหลอดดักก๊าซซึ่งมีอาหาร BGLB ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการตรวจผล หลอดของตัวอย่างใดมีก๊าซเกิดขึ้นภายในหลอดดักก๊าซ บันทึกผลเป็น + และรายงานผลเป็นจำนวนที่ตรวจพบได้มากที่สุด (Most probable numbers, MPN) (AOAC. 2006)

3. การศึกษาโคลิฟอร์มในมูล (Fecal coliform)

ถ่ายเชื้อจากหลอดที่มีก๊าซเกิดขึ้นภายในหลอดดักก๊าซของหลอดที่บรรจุอาหาร LST ลงในหลอดทดลองภายในมีหลอดดักก๊าซซึ่งมีอาหาร EC Broth ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 45.5 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการตรวจผล หลอดของตัวอย่างใดมีก๊าซเกิดขึ้นภายในหลอดดักก๊าซ บันทึกผลเป็น + และรายงานผลเป็น MPN (AOAC. 2006)

4. การศึกษาอีโคไล (*E. coli*)

นำหลอดที่มีอาหาร EC Broth ซึ่งมีก๊าซเกิดขึ้นไปทำการ streak plate ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร EMB Agar แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการตรวจผล จานเพาะเชื้อที่มีเชื้อ *E. coli* อยู่จะมีสีม่วง-ดำเกิดขึ้นบันทึกผลเป็น + และรายงานผลเป็น MPN (AOAC. 2006)

5. การศึกษาอีโคไลด้วยการทดสอบ Indole, MR, VP, Citrate (IMViC test)

ทำตามวิธีการของ AOAC (2006) โดยนำจานเพาะเชื้อที่มีเชื้อ *E. coli* มาเก็บโคโลนีเดี่ยวจำนวน 2 โคโลนี และถ่ายลงใน Plate Count Agar slant หลอดละ 1 โคโลนี นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง การทดสอบแบ่งออกเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

5.1 การทดสอบ Indole โดยการถ่ายเชื้อจากอาหาร Plate Count Agar slant ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptophan Broth แล้วบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24ชั่วโมง จากนั้นเติมสารละลาย Kovac จำนวน 0.2-0.3 มิลลิลิตร ถ้าให้ผล + จะปรากฏสีแดงที่ส่วนบนของ Tryptophan Broth

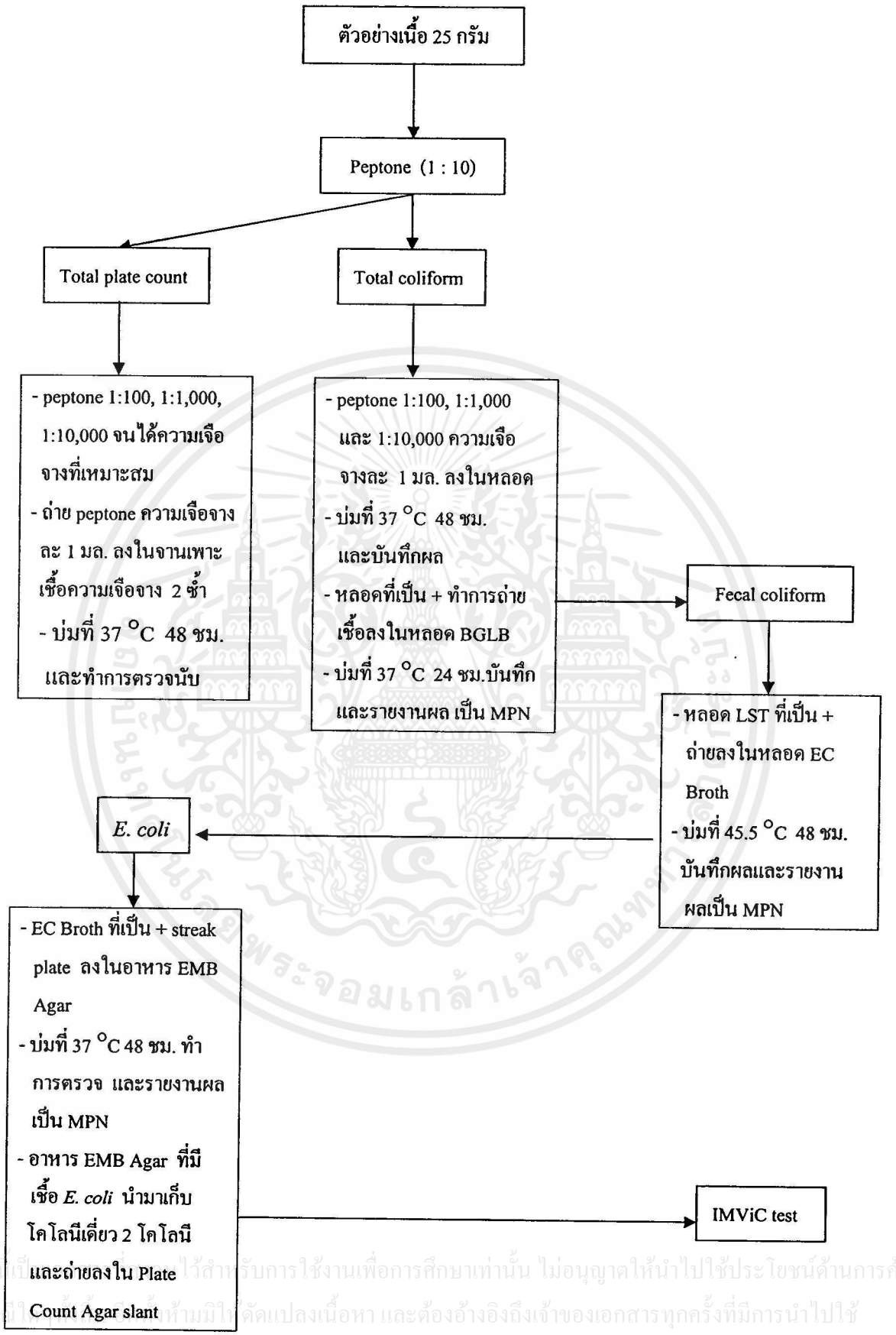
5.2 การทดสอบ Methyl Red และ Acetoin (MR-VP) โดยการถ่ายเชื้อจากอาหารใน Plate Count Agar slant ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ MR-VP บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

- สำหรับ MR ให้เติมสารละลาย Methyl Red 2-3 หยด ลงในสารลายเชื้อประมาณ 2 มิลลิลิตร ผล + จะเกิดสีแดง

- สำหรับ VP ให้ถ่ายเชื้อประมาณ 0.7 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองแล้วเติม 0.1 มิลลิลิตรของ 5% α-Napthol ลงในสารละลายแอลกอฮอล์ และ 40 % ของสารละลาย KOH ลงไป ผสม ทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ผล + จะให้สีชมพูแดง

5.3 การทดสอบ citrate ทำการถ่ายเชื้อใส่อาหาร Simmon's Citrate Agar บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ผล + จะให้สีน้ำเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.3 แสดงแผนภาพการศึกษาทางด้านจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การศึกษาคุณภาพเนื้อ ได้แก่ ค่าอุณหภูมิในชิ้นเนื้อ ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อ ค่าสีของเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% drip loss) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% cooking loss) และค่าแรงตัดผ่านของเนื้อ (Warner-Bratzler shear force)

1. วัดค่าอุณหภูมิในชิ้นเนื้อ

โดยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Ebro, model TTX100) แทงลงในชิ้นเนื้อสันนอก เก็บข้อมูลทุกระยะเวลาของการบ่มเนื้อ ซึ่งเครื่องมือวัดอุณหภูมิมีหน่วยเป็น °C

2. วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

โดยใช้ probe แทงลงในชิ้นกล้ามเนื้อสันนอก ด้วยเครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อ (Mettler Toledo, model SG-2) เก็บข้อมูลทุกระยะเวลาของการบ่มเนื้อ

3. วัดค่าสีของเนื้อ

ตัดผิวสัมผัสหน้าตัดของเนื้อที่แบ่งไว้แต่ละชิ้นและปล่อยให้สัมผัสกับอากาศประมาณ 30-45 นาที ก่อนทำการวัดสีด้วยเครื่องมือวัดสีของเนื้อ (Minolta Chromameter CR-300) เก็บข้อมูลทุกระยะเวลาของการบ่มเนื้อ บันทึกค่า L^*, a^* และ b^*

4. การหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% drip loss)

นำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ตัดแบ่งเพื่อบ่มตามระยะเวลาต่างๆ ชั่งน้ำหนักและบรรจุในถุงสุญญากาศด้วยเครื่องบรรจุสุญญากาศ เพื่อบันทึกน้ำหนักเริ่มต้น (D1) นำไปบ่มไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและบ่มตามระยะเวลาต่างๆ เมื่อครบระยะเวลาบ่มตามระยะต่างๆ นำเนื้อออกจากถุงสุญญากาศ เพื่อบันทึกน้ำหนักเนื้อสุดท้าย (D2) การหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา คำนวณได้จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา} = \frac{(D1 - D2)}{D1} \times 100$$

5. การหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% cooking loss)

นำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ตัดแบ่งตามระยะเวลาบ่ม มาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดประมาณ 2x3 นิ้ว หนาประมาณ 1.5 นิ้ว เพื่อให้เนื้อแต่ละชิ้นมีความสม่ำเสมอ ชั่งน้ำหนักเนื้อแต่ละชิ้นก่อนต้มโดยบันทึกเป็นน้ำหนักเริ่มต้น (C1) จากนั้นนำชิ้นเนื้อบรรจุและปิดปากถุงต้มในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 80 °C นาน 40-50 นาที หรือจนกระทั่งอุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อประมาณ 71 – 75 °C นำถุงเนื้อที่ผ่านการปรุงสุกแล้วแช่ในน้ำที่ไหลผ่านประมาณ 25-30 นาที เพื่อทำให้เนื้อเย็นลง นำเนื้อออกจากถุงและซับน้ำที่ติดชิ้นเนื้อด้วยกระดาษทิชชู แล้วชั่งน้ำหนักสุดท้าย (C2) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก ตามวิธีการของ Devine *et al.* (1999) โดยใช้สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก} = \frac{(C1 - C2)}{C1} \times 100$$

6. การวัดความนุ่มเหนียวของเนื้อโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear force)

ใช้ตัวอย่างเนื้อสันนอกโคที่บ่มระยะเวลา 1, 14, 30, 60 และ 90 วัน ซึ่งผ่านขั้นตอนการหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาวประมาณ 2.5 เซนติเมตร กว้าง 1 เซนติเมตร โดยตัดตามลายของเส้นใยกล้ามเนื้อ ให้มีความหนาของชิ้นเนื้อประมาณ 1 เซนติเมตร จากนั้นนำชิ้นเนื้อไปวัดแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อด้วยเครื่องมือวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Instron, model 1011) โดยวางชิ้นเนื้อให้อยู่ในแนวตัดขวางเส้นใยกล้ามเนื้อ การวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อทำตามวิธีของ Van Moeseke and De smet (1999)

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ปริมาณจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจนับได้จะถูกนำมาแปลงข้อมูลให้อยู่ในค่าลอการิธึม (y=log x) นำข้อมูลจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ ค่าสีของเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก และค่าแรงตัดผ่านของเนื้อสันนอกโคที่ระยะเวลาในการบ่มต่างๆ มาวิเคราะห์หาความแปรปรวนด้วยวิธี General Linear Models (GLM) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Least Square Means ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.6.1 ศึกษาอิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อลักษณะที่ศึกษาคือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ ค่าสีของเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก และค่าแรงตัดผ่านของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง โดยมีหุ่นทางสถิติดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + A_i B_j + E_{ijk}$$

เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษาที่ k (k = 1, 2, ..., 5)

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าสังเกตที่ศึกษา

A_i = อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกที่ i (i = 1 และ 2 โดย 1 คือ กลุ่มควบคุม และ 2 คือ กลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก)

B_j = อิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่ j (j = 1, 2, 3 และ 4 โดยบ่มที่ระยะเวลา 14, 30, 60 และ 90 วัน ตามลำดับ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา

$A_i B_j$ = อิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกที่ i กับระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่ j

E_{ijk} = ค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดของการทดลอง

3.6.2 ศึกษาอิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อลักษณะที่ศึกษาคือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ ค่าสีของเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก และค่าแรงตัดผ่านของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันโดยมีหุ่นทางสถิติดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + A_i B_j + E_{ijk}$$

เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษาที่ k (k = 1, 2, ..., 8)

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าสังเกตที่ศึกษา

A_i = อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกที่ i (i = 1 และ 2 โดย 1 คือ กลุ่มควบคุม และ 2 คือ กลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก)

B_j = อิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่ j (j = 1, 2, 3 และ 4 โดยบ่มที่ระยะเวลา 14, 30, 60 และ 90 วัน ตามลำดับ)

$A_i B_j$ = อิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกที่ i กับระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่ j

E_{ijk} = ค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดของการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อจุลินทรีย์บนเนื้อโคพื้นเมืองที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0-4 °C

4.1.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้อสันนอกโคซีกซ้ายและซีกขวาก่อนการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 3.67 และ 3.54 log cfu/g ตามลำดับ

อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % (v/v) ในการลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อโคพบว่า การใช้สารละลายกรดแลกติกสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อโคได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ซึ่งในกลุ่มควบคุมมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 8.51 log cfu/g ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นสาระลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 7.90 log cfu/g แสดงให้เห็นว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกฉีดพ่นบนเนื้อโคสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้

ด้านอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มเนื้อ พบว่ามีอิทธิพลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อสันนอกโค ซึ่งเมื่อระยะเวลาในการบ่มเนื้อนานขึ้นจะทำให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น($P<0.01$) ตามไปด้วย โดยมีค่าเท่ากับ 5.95, 6.57, 8.49 และ 11.80 log cfu/g ในระยะเวลาการบ่มเนื้อที่ 14, 30, 60 และ 90 วัน ตามลำดับ

การศึกษาครั้งนี้ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด อย่างไรก็ตามพบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อโคได้ โดยภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงจาก 3.54 เหลือ 3.19 log cfu/g และเมื่อบ่มเนื้อเป็นระยะเวลา 14, 30, 60 และ 90 วัน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 5.58, 6.12, 8.30 และ 11.60 log cfu/g ตามลำดับ ในขณะที่เนื้อสันนอกจากกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 6.33, 7.02, 8.68 และ 12.01 log cfu/g ตามลำดับ อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองแสดงดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

ระยะเวลา (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)			
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย	SEM
1				
ก่อนฉีดพ่น	3.67	3.54	3.60	
หลังฉีดพ่น	3.67	3.19	3.43	
14	6.33	5.58	5.95 ^{c}	0.160
30	7.02	6.12	6.57 ^{d}	0.224
60	8.68	8.30	8.49 ^{e}	0.199
90	12.01	11.60	11.80 ^{f}	0.099
เฉลี่ย	8.51 ^{b}	7.90 ^{a}		
SEM	0.577	0.620		

^{a,b} ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวนอนคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

^{c,d,e,f} ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

SEM คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of the mean)

4.1.2 จำนวน Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli*

จากตารางที่ 4.2 พบการปนเปื้อนเชื้อ Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* บนเนื้อโคกลุ่มควบคุมจำนวน 4 ตัวอย่างจากทั้งหมด 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 80 โดยปริมาณเชื้อที่ตรวจพบมีค่าระหว่าง 3.6-1100 MPN/g ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % (v/v) พบการปนเปื้อนเชื้อ Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* บนเนื้อโคก่อนการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกจำนวน 2 ตัวอย่างจากทั้งหมด 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 40 ปริมาณเชื้อที่ตรวจพบมีค่าระหว่าง 3.6-240 MPN/g แต่ภายหลังจากที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกแล้วทำการตรวจ จะไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสามชนิดในตัวอย่างเนื้อโค (ต่ำกว่ามาตรฐานการตรวจพบ <3 MPN/g)

การตรวจหาเชื้อ Toatl Coliforms บนตัวอย่างเนื้อโค ในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกภายหลังการฉีดพ่นในวันที่ 1 จะไม่พบเชื้อ Toatl Coliforms ส่วนในวันที่ 14 ของการบ่มเนื้อกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกตรวจพบเชื้อ Total Coliforms 2 ตัวอย่างจากทั้งหมด 5 ตัวอย่างเช่นเดียวกัน คิดเป็นร้อยละ 40 ปริมาณเชื้อที่ตรวจพบมีค่าเท่ากับ 3.6 และ <3.6 MPN/g ตามลำดับ แต่ภายหลังการบ่มเนื้อที่ 30, 60 และ 90 วัน จะไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้ในตัวอย่างเนื้อโคทั้งสองกลุ่ม

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจหาเชื้อ Fecal Coliforms บนตัวอย่างเนื้อโค ในวันที่ 1 กลุ่มควบคุมตรวจพบเชื้อ 4 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 80 เมื่อบ่มที่ 14 วัน ตรวจพบเพียง 1 ตัวอย่างจากทั้งหมด 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 20 และเมื่อบ่มเนื้อจนครบระยะเวลา 90 วัน จะไม่พบเชื้อ Fecal Coliforms (ต่ำกว่ามาตรฐานการตรวจพบ <3 MPN/g) ส่วนในกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้เฉพาะก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกเท่านั้น โดยตรวจพบ 2 ตัวอย่างจากทั้งหมด 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 40 แต่ภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกจนกระทั่งบ่มเนื้อครบ 90 วัน จะไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้ (ต่ำกว่ามาตรฐานการตรวจพบ <3 MPN/g)

การตรวจหาเชื้อ *E. coli* ตรวจพบ 4 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 5 ตัวอย่างในกลุ่มควบคุม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 80 ในตัวอย่างเนื้อโควันที่ 1 เมื่อทำการบ่มเนื้อจนกระทั่งครบระยะเวลา 90 วัน จะไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้ ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกก่อนการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกตรวจพบ 2 ตัวอย่างจากทั้งหมด 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 40 แต่หลังจากนั้นจนกระทั่งครบระยะเวลาบ่มที่ 90 วัน จะไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้อีกในตัวอย่างเนื้อโค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 จำนวน Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลา (วัน)	ควบคุม (n = 5)			กรดแลกติก (n = 5)		
	Total Coliform	**Fecal Coliform**	***E. coli***	**Total Coliform**	**Fecal Coliform**	***E. coli***
1 (ก่อนฉีดพ่น)						
จำนวนที่พบ	4/5	4/5	4/5	2/5	2/5	2/5
ร้อยละที่พบ	80	80	80	40	40	40
จำนวน (MPN/g)	<3.6 -1100	<3.6 -460	<3.6 -460	<3.6 -240	<3.6 -240	<3.6 -11
1 (หลังฉีดพ่น)						
จำนวนที่พบ	NS	NS	NS	0/5	0/5	0/5
ร้อยละที่พบ	NS	NS	NS	0	0	0
จำนวน (MPN/g)	NS	NS	NS	<3	<3	<3
14						
จำนวนที่พบ	2/5	1/5	0/5	2/5	0/5	0/5
ร้อยละที่พบ	40	20	0	40	0	0
จำนวน (MPN/g)	3.6	3.6	<3	<3.6	<3	<3
30						
จำนวนที่พบ	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5
ร้อยละที่พบ	0	0	0	0	0	0
จำนวน (MPN/g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3
60						
จำนวนที่พบ	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5
ร้อยละที่พบ	0	0	0	0	0	0
จำนวน (MPN/g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3
90						
จำนวนที่พบ	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5	0/5
ร้อยละที่พบ	0	0	0	0	0	0
จำนวน (MPN/g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3

หมายเหตุ NS = Not Sampled (ไม่ได้ทำการสุ่มตรวจ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0-4 °C

4.2.1 ค่าความเป็นกรดด่าง

จากตารางที่ 4.3 พบว่าสารละลายกรดแลกติกไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ โดยไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

เมื่อระยะเวลาในการบ่มเนื้อนานขึ้น ค่าความเป็นกรดด่างยังคงลดลง โดยในวันที่ 14 ของการบ่มเนื้อค่าความเป็นกรดด่างมีค่าเท่ากับ 5.48 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ 60 และ 90 ของการบ่มเนื้อ ที่มีค่าเท่ากับ 5.43 และ 5.43 ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบวันที่ 14 กับวันที่ 30 ของการบ่มเนื้อ ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

นอกจากนี้ยังไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะในเวลาการบ่มเนื้อต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อทุกระยะเวลาในการที่ศึกษา

ตารางที่ 4.3 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

ระยะเวลา (วัน)	ความเป็นกรดด่าง (pH)			
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย	SEM
14	5.48	5.48	5.48 ^{d}	0.014
30	5.45	5.45	5.45 ^{cd}	0.008
60	5.44	5.43	5.44 ^{c}	0.007
90	5.43	5.43	5.43 ^{c}	0.008
เฉลี่ย	5.45	5.45		
SEM	0.008	0.011		

^{c,d} ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

SEM คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of the mean)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ค่าสีของเนื้อ

จากตารางที่ 4.4 พบว่าค่าความสว่าง (Lightness, L^*) ของเนื้อสันนอกโคไม่ได้รับอิทธิพลจากการใช้สารละลายกรดแลกติก โดยกลุ่มควบคุมมีค่าความสว่างเท่ากับ 44.93 และกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 44.03

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าความสว่างของเนื้อ พบว่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติทุกระยะเวลาในการบ่มเนื้อ โดยที่ระยะเวลา 14, 30, 60 และ 90 วัน ค่าความสว่างของเนื้อมีค่าเท่ากับ 43.79, 45.00, 43.51 และ 45.62 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่นานขึ้นจะยิ่งทำให้เนื้อมีค่าความสว่าง (ซีดจาง) เพิ่มขึ้น

ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะในเวลาการบ่มเนื้อ โดยกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าความสว่างของเนื้อใกล้เคียงกันในทุกระยะเวลาการบ่มเนื้อ

ตารางที่ 4.4 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าความสว่าง (Lightness, L^*) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

ระยะเวลา (วัน)	ค่าความสว่าง (L^*)			
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย	SEM
14	43.72	43.86	43.79	0.480
30	45.05	44.95	45.00	0.786
60	44.81	42.20	43.51	1.385
90	46.14	45.09	45.62	0.929
เฉลี่ย	44.93	44.03		
SEM	0.478	0.669		

SEM คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of the mean)

ค่าสีแดง (Redness, a^*) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงระดับการมีสีแดงของเนื้อ โดยจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณของ myoglobin ในเนื้อ จากการทดลองครั้งนี้พบว่าสารละลายกรดแลกติกไม่มีผลต่อค่าสีแดงของเนื้อสันนอกโค แต่มีแนวโน้ม ($P = 0.072$) ว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกฉีดพ่นบนชิ้นเนื้อสันนอกโคจะทำให้ค่าสีแดงของเนื้อแตกต่างกัน โดยกลุ่มควบคุมมีค่าสีแดงของเนื้อเท่ากับ 23.29 ส่วนกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 21.55 อย่างไรก็ตามค่าสีแดงของเนื้อทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนระยะเวลาในการบ่มเนื้อพบว่ามีอิทธิพลต่อค่าสีแดงของเนื้อสันนอกโค โดยระยะเวลาการบ่มเนื้อในวันที่ 14, 30, 60 และ 90 มีค่าสีแดงเท่ากับ 22.41, 21.28, 25.18 และ 20.81 ตามลำดับ ซึ่งระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่ 60 วัน เนื้อสันนอกโคมีค่าสีแดงมากที่สุดเนื้อ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับวันที่ 30 และ 90 ของระยะเวลาในการบ่มเนื้อ

การศึกษาครั้งนี้ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีแดง โดยในวันที่ 14 ของการบ่มเนื้อค่าสีแดงของเนื้อทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน แต่อย่างไรก็ตามที่ระยะเวลาบ่มเนื้อ 30, 60 และ 90 วัน เนื้อกลุ่มควบคุมจะมีสีคล้ำไปทางสีน้ำตาล (ค่า a^* เพิ่มขึ้นและสูงกว่า) มากกว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก โดยในวันที่ 30 ของการบ่มเนื้อมีค่าสีแดงของเนื้อเท่ากับ 22.01 และ 20.56 ตามลำดับ วันที่ 60 ของการบ่มเนื้อ มีค่าเท่ากับ 26.49 และ 23.87 ตามลำดับ และที่ระยะเวลาการบ่มครบ 90 วัน มีค่าเท่ากับ 22.15 และ19.47 ตามลำดับ อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีแดงของเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีแดง (Redness, a^*) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

ระยะเวลา (วัน)	ค่าสีแดง (a^*)			
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย	SEM
14	22.51	22.31	22.41^{cd}	0.779
30	22.01	20.56	21.28^{c}	0.735
60	26.49	23.87	25.18^{d}	0.957
90	22.15	19.47	20.81^{c}	0.989
เฉลี่ย	23.29	21.55		
SEM	0.684	0.638		

^{c,d} ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

SEM คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of the mean)

สำหรับค่า Yellowness (b^*) คือค่าที่บ่งบอกถึงระดับการมีสีเหลืองของเนื้อ ซึ่งจะสัมพันธ์กับระดับการมีไขมันแทรกในเนื้อ พบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกมีอิทธิพลต่อค่าสีเหลืองของเนื้อ โดยเนื้อสันนอกโคกลุ่มควบคุมมีค่าสีเหลืองเท่ากับ 11.54 เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกที่มีค่าสีเหลืองเท่ากับ 9.94 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าระยะเวลาในการบ่มเนื้อมีอิทธิพลต่อค่าสีเหลืองเช่นเดียวกัน โดยที่ระยะเวลาบ่มเนื้อ 60 วัน มีค่าสีเหลืองของเนื้อมากที่สุด (12.35) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับการบ่มเนื้อที่ระยะเวลา 14, 30 และ90 วัน ซึ่งมีค่าค่าสีเหลืองเท่ากับ 10.73, 9.60, และ 10.27 ตามลำดับ

ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีเหลืองของเนื้อสันนอกโคทั้งสองกลุ่มทุกระยะเวลาที่ศึกษา อย่างไรก็ตามกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกจะมีค่า b^* ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีเหลืองของเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองแสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, b^*) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

ระยะเวลา (วัน)	ค่าสีเหลือง (b^*)			
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย	SEM
14	10.71	10.75	10.73 [c]	0.382
30	10.49	8.70	9.60 [c]	0.471
60	13.55	11.16	12.35 [d]	0.782
90	11.39	9.15	10.27 [c]	0.692
เฉลี่ย	11.54 [b]	9.94 [a]		
SEM	0.398	0.381		

[a, b] ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวนอนคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

[c, d] ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

SEM คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of the mean)

4.2.3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก และค่าความนุ่มเหนียวของเนื้อสันนอกโค

จากตารางที่ 4.7 พบว่าสารละลายกรดแลกติกไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา โดยกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 8.84 และ 8.80 % ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มเนื้อพบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษามีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อระยะเวลาการบ่มเนื้อนานขึ้นเป็น 30, 60 และ

90 วัน โดยมีค่าเท่ากับ 9.58, 9.63 และ 9.13 % ตามลำดับ เปรียบเทียบกับวันที่ 14 ของการบ่มเนื้อที่มีค่าเท่ากับ 6.93 % อย่างไรก็ตามเมื่อระยะเวลาบ่มเพิ่มขึ้นจนครบ 90 วันของการศึกษา ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามในการบ่มเนื้อที่ระยะเวลา 14, 30 และ 60 วัน ชิ้นเนื้อสันนอกโคที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 7.02, 9.92 และ 9.79 % ตามลำดับ ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 6.84, 9.24 และ 9.48 % ตามลำดับ ส่วนในวันที่ 90 ของการบ่มเนื้อกลุ่มควบคุมมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาสูงกว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกโดยมีค่าเท่ากับ 9.78 และ 8.47 % ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 4.7 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

ระยะเวลา (วัน)	ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss)			
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย	SEM
14	6.84	7.02	6.93 [c]	0.558
30	9.24	9.92	9.58 [d]	0.500
60	9.48	9.79	9.63 [d]	0.110
90	9.78	8.47	9.13 [d]	0.454
เฉลี่ย	8.84	8.80		
SEM	0.529	0.444		

[c,d] ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

SEM คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of the mean)

สารละลายกรดแลกติกไม่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก โดยพบว่ากลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 33.82 % ซึ่งไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกที่มีค่าเท่ากับ 33.27 %

อิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก พบว่าการบ่มเนื้อที่ระยะเวลา 14 วัน มีค่าสูงกว่า (38.31) ทุกระยะเวลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P<0.01$) ขณะที่ระยะเวลา 30, 60 และ 90 วัน มีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (34.11, 30.98 และ 30.78 ตามลำดับ)

เอกสารนี้เป็น... ไม่ว่า...

ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก การบ่มเนื้อที่ 14, 30, 60 และ 90 วัน กลุ่มควบคุมมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกเท่ากับ 39.30, 35.05, 29.29 และ 31.63 % ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 37.31, 33.17, 32.68 และ 29.92 % ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างในทางสถิติ อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกของเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองแสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

ระยะเวลา (วัน)	ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss)			
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย	SEM
14	39.30	37.31	38.31 ^{d}	0.617
30	35.05	33.17	34.11 ^{cd}	1.409
60	29.29	32.68	30.98 ^{c}	0.987
90	31.63	29.92	30.78 ^{c}	1.350
เฉลี่ย	33.82	33.27		
SEM	1.191	1.091		

^{c,d} ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

SEM คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of the mean)

สำหรับค่าแรงตัดผ่านเนื้อพบว่าได้รับอิทธิพลจากการใช้สารละลายกรดแลกติก โดยค่าแรงตัดผ่านเนื้อเฉลี่ยในกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 8.92 กิโลกรัม และกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 8.80 กิโลกรัม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

นอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาในการบ่มเนื้อมีอิทธิพลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อเช่นเดียวกัน ซึ่งเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อนานขึ้นค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยมีค่าเท่ากับ 10.76, 9.66, 8.50 และ 6.54 กิโลกรัม ในวันที่ 14, 30, 60 และ 90 ของการบ่มเนื้อตามลำดับ การลดลงของค่าแรงตัดผ่านเนื้อเมื่อระยะเวลาในการบ่มเนื้อนานขึ้นแสดงว่าชิ้นเนื้อที่ทำการศึกษามีความนุ่มเพิ่มขึ้นนั่นเอง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อทั้งสองกลุ่มในทุกระยะเวลาที่ศึกษา อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อความนุ่มเหนียวโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองแสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อความนุ่มเหนียวโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

ระยะเวลา (วัน)	ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear Force, kg.)			
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย	SEM
14	10.78	10.73	10.76[f]	0.032
30	9.76	9.55	9.66[e]	0.028
60	8.59	8.42	8.50[d]	0.038
90	6.57	6.50	6.54[c]	0.029
เฉลี่ย	8.92[b]	8.80[a]		
SEM	0.128	0.128		

[a,b] ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวนอนคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

[c,d,e,f] ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

SEM คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of the mean)

4.3 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อจุลินทรีย์บนเนื้อโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0-4 °C

4.3.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

จากตารางที่ 4.10 พบว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นเท่ากับ 3.85 log cfu/g และ 3.65 log cfu/g ตามลำดับ

การใช้สารละลายกรดแลกติกฉีดพ่นบนเนื้อโคมีอิทธิพลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยในกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 9.13 log cfu/g ซึ่งมีค่าต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีค่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 9.44 log cfu/g

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มเนื้อพบว่ามีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเช่นเดียวกัน โดยระยะเวลาในบ่มเนื้อที่นานขึ้นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดจะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ระยะเวลา (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)			
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย	SEM
1				
ก่อนฉีดพ่น	3.85	3.65	3.75	
หลังฉีดพ่น	3.85	3.43	3.65	
14	5.79^{h}	5.55^{g}	5.67^{c}	0.034
30	8.98^{j}	8.33^{i}	8.65^{d}	0.094
60	10.05^{l}	9.84^{k}	9.94^{e}	0.041
90	12.93^{n}	12.78^{m}	12.85^{f}	0.044
เฉลี่ย	9.44^{b}	9.13^{a}		
SEM	0.459	0.470		

^{a,b} ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวนอนคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

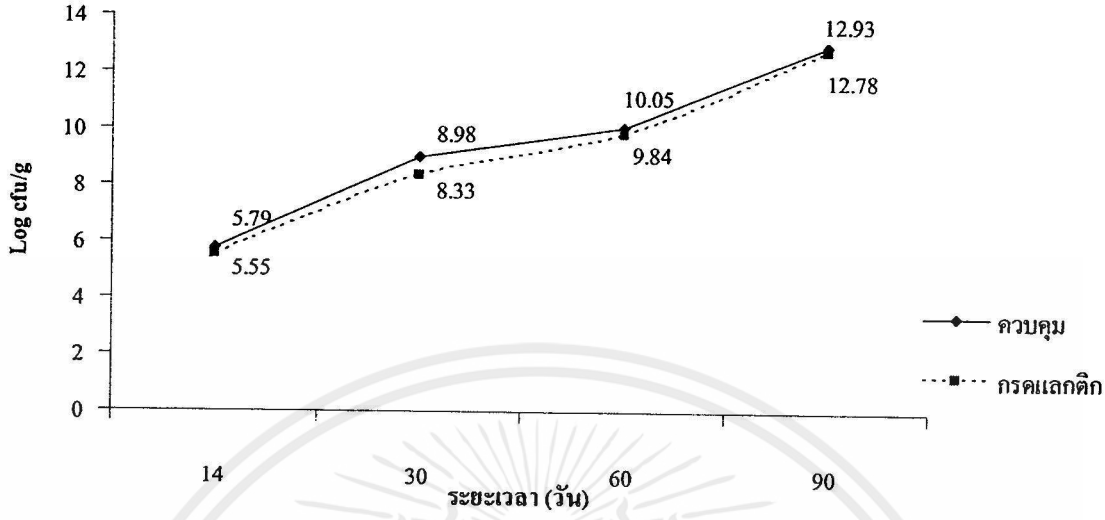
^{c,d,e,f} ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

ตัวอักษรที่แตกต่างคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

SEM คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of the mean)

พบว่ามีอิทธิพลร่วมระหว่างสารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบเนื้อโคทั้งสองกลุ่มพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ทุกระยะเวลาที่ทำศึกษา การบ่มเนื้อที่ระยะเวลา 14 วัน กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 5.79 และ 5.55 log cfu/g ตามลำดับ เมื่อทำการบ่มเนื้อถึง 90 วัน กลุ่มควบคุมมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 12.93 log cfu/g และกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 12.73 log cfu/g โดยระยะเวลาในการบ่มที่ 90 วัน เนื้อโคทั้งสองกลุ่มมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดสูงที่สุด อิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันแสดงดังภาพที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 อิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

4.3.2 จำนวน Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli*

จากตารางที่ 4.11 พบการปนเปื้อนเชื้อ Total Coliforms ในกลุ่มควบคุมจำนวน 4 ตัวอย่างจากทั้งหมด 8 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 50 มีปริมาณเชื้อที่ตรวจพบเท่ากับ 3.6-7.3 MPN/g เมื่อบ่มที่ระยะเวลา 14 และ 30 วัน สามารถตรวจพบเชื้อนี้ 2 ตัวอย่างจากทั้งหมด 8 ตัวอย่าง และเมื่อระยะเวลาในการบ่มเพิ่มขึ้นเป็น 60 และ 90 วัน ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้ในตัวอย่างเนื้อโคกลุ่มควบคุม (ต่ำกว่ามาตรฐานการตรวจพบ <3 MPN/g) ส่วนเชื้อ Fecal Coliforms และ *E. coli* ตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองชนิด (ต่ำกว่ามาตรฐานการตรวจพบ <3 MPN/g) ตั้งแต่เริ่มต้นทำการบ่ม

ในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % (v/v) ตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อ Total Coliforms ก่อนทำการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกจำนวน 5 ตัวอย่างจากทั้งหมด 8 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 62.5 ปริมาณเชื้อที่ตรวจพบมีค่าเท่ากับ <3.6-240 MPN/g หลังจากทำการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก ไม่พบเชื้อ Total Coliforms (ต่ำกว่ามาตรฐานการตรวจพบ <3 MPN/g) ในตัวอย่างเนื้อโค แต่หลังจากทำการบ่มเนื้อเป็นระยะเวลา 14 วัน กลับตรวจพบเชื้อ Total Coliforms 2 ตัวอย่างจากทั้งหมด 8 ตัวอย่าง และที่ระยะเวลา 30 วัน ตรวจพบเชื้อ Total Coliforms 4 ตัวอย่างจากทั้งหมด 8 ตัวอย่าง อย่างไรก็ตามเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อนานถึง 90 วัน จะไม่พบเชื้อจุลินทรีย์นี้

ส่วนการปนเปื้อนเชื้อ Fecal Coliforms และ *E. coli* ในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดเฉพาะก่อนการฉีดพ่น คิดเป็นร้อยละ 12.5 ปริมาณเชื้อที่ตรวจพบมีค่าเท่ากับ 9.1 MPN/g ซึ่งปริมาณการปนเปื้อนเชื้อ Fecal Coliform และ *E. coli* บนเนื้อโคมีปริมาณที่ต่ำ (ทั้งสองกลุ่มอยู่ในช่วง <3.6 ถึง 240 MPN/g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 จำนวน Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันที่บ่มในระยะเวลาต่างๆ (วัน)

ระยะเวลา (วัน)	ควบคุม (n = 8)			กรดแลกติก (n = 8)		
	Total Coliform	Fecal Coliform	*E. coli*	Total Coliform	Fecal Coliform	*E. coli*
1 (ก่อนฉีดพ่น)						
จำนวนที่พบ	4/8	0/8	0/8	5/8	1/8	1/8
ร้อยละที่พบ	50	0	0	62.5	12.5	12.5
จำนวน (MPN/g)	<3.6 -7.3	<3	<3	<3.6 -240	9.1	9.1
1 (หลังฉีดพ่น)						
จำนวนที่พบ	NS	NS	NS	0/8	0/8	0/8
ร้อยละที่พบ	NS	NS	NS	0	0	0
จำนวน (MPN/g)	NS	NS	NS	<3	<3	<3
14						
จำนวนที่พบ	2/8	0/8	0/8	2/8	0/8	0/8
ร้อยละที่พบ	25	0	0	25	0	0
จำนวน (MPN/g)	<3.6-9.1	<3	<3	<3	<3	<3
30						
จำนวนที่พบ	2/8	0/8	0/8	4/8	0/8	0/8
ร้อยละที่พบ	25	0	0	50	0	0
จำนวน (MPN/g)	<3.6-9.1	<3	<3	<3.6-9.1	<3	<3
60						
จำนวนที่พบ	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8
ร้อยละที่พบ	0	0	0	0	0	0
จำนวน (MPN/g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3
90						
จำนวนที่พบ	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8	0/8
ร้อยละที่พบ	0	0	0	0	0	0
จำนวน (MPN/g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3

หมายเหตุ NS = Not Sampled (ไม่ได้ทำการสุ่มตรวจ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อคุณภาพเนื้อโคลูกผสมพันธุ์ซิมแมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0-4 °C

4.4.1 ค่าความเป็นกรดด่าง

พบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกมีอิทธิพลต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ โดยเนื้อโคกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกมีค่าความเป็นกรดด่าง (5.45) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (5.48)

ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมีอิทธิพลต่อค่าความเป็นกรดด่าง โดยระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่นานขึ้นค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับการบ่มเนื้อที่ 14 วัน ซึ่งมีค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อค่าเท่ากับ 5.54 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาการบ่มที่ 30, 60 และ 90 วัน ที่มีค่าเท่ากับ 5.45, 5.44 และ 5.43 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาบ่มเพิ่มขึ้นจาก 14 วันจนครบ 90 วัน ค่าความเป็นกรดด่างค่อนข้างคงที่และไม่แตกต่างในทางสถิติ

อิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อ ไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดด่าง ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันในทางสถิติทุกระยะเวลาในการบ่มเนื้อ อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมแมนทอล-บราห์มันแสดงดังตารางที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ระยะเวลา (วัน)	ความเป็นกรดด่าง (pH)			
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย	SEM
14	5.55	5.54	5.54 [d]	0.006
30	5.47	5.44	5.45 [c]	0.009
60	5.45	5.42	5.44 [c]	0.008
90	5.45	5.42	5.43 [c]	0.008
เฉลี่ย	5.48 [b]	5.45 [a]		
SEM	0.009	0.010		

[ab] ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวนอนคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

[cd] ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

SEM คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of the mean)

4.4.2 ค่าสีของเนื้อ

จากตารางที่ 4.13 พบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกมีผลทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ของเนื้อสันนอกสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมีค่าความสว่างเท่ากับ 44.44 ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าความสว่างเท่ากับ 43.23

อิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มเนื้อมีผลต่อค่าความสว่างของเนื้อโค พบว่าระยะเวลาบ่มเนื้อที่นานขึ้นยิ่งทำให้เนื้อมีค่าความสว่างสูงขึ้น (สีซีดจางลง) โดยในวันที่ 14 และ 30 ของการศึกษามีค่าความสว่างเท่ากับ 41.24 และ 43.03 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับการบ่มที่ระยะเวลา 60 และ 90 วัน ที่มีค่าความสว่างเท่ากับ 45.23 และ 45.84 ตามลำดับ

ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าความสว่าง อย่างไรก็ตามค่าความสว่างของเนื้อโคกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ โดยในวันที่ 14, 30, 60 และ 90 ของการบ่มเนื้อ กลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมีค่าความสว่างของเนื้อเท่ากับ 41.98, 43.65, 45.51 และ 46.64 ตามลำดับ ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 40.51, 42.40, 44.96 และ 45.05 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าความสว่าง (Lightness, L^*) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าความสว่าง (L^*)			
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย	SEM
14	40.51	41.98	41.24 [c]	0.386
30	42.40	43.65	43.03 [d]	0.385
60	44.96	45.51	45.23 [e]	0.474
90	45.05	46.64	45.84 [e]	0.553
เฉลี่ย	43.23 [a]	44.44 [b]		
SEM	0.452	0.434		

[a,b] ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวนอนคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

[c,d,e] ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

SEM คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of the mean)

การใช้สารละลายกรดแลกติกไม่มีผลต่อค่าสีแดงของเนื้อ โดยค่าสีแดงของเนื้อทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน ในกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 22.36 และกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 23.14

ระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่นานขึ้นมีผลทำให้ค่าสีแดงของเนื้อค่าเพิ่มขึ้น ในวันที่ 14 ของการศึกษามีค่าเท่ากับ 21.56 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับการบ่มเนื้อที่ระยะเวลา 30 และ 90 วัน ที่มีค่าสีแดงเท่ากับ 23.31 และ 23.64 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาในการบ่มเนื้อเพิ่มขึ้นเป็น 14 วัน จนกระทั่งครบ 90 วัน ค่าสีแดงเฉลี่ยของเนื้อสันนอกโคจะไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีแดง ซึ่งชิ้นเนื้อสันนอกโคทั้งสองกลุ่มจะมีสีแดงคล้ำและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลตามระยะเวลาบ่มเนื้อที่นานขึ้น โดยเนื้อกลุ่มควบคุมในวันที่ 14, 30, 60 และ 90 มีค่าสีแดงของเนื้อเท่ากับ 21.07, 22.76, 22.05 และ 23.58 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 22.05, 23.87, 22.94 และ 23.71 ตามลำดับ อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีแดงของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันแสดงดังตารางที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีแดง (Redness, a^*) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าสีแดง (a^*)			
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย	SEM
14	21.07	22.05	21.56 ^{c}	0.321
30	22.76	23.87	23.31 ^{d}	0.438
60	22.05	22.94	22.50 ^{cd}	0.509
90	23.58	23.71	23.64 ^{d}	0.560
เฉลี่ย	22.36	23.14		
SEM	0.383	0.309		

^{cd}ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)
SEM คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of the mean)

การใช้สารละลายกรดแลกติกไม่มีผลต่อค่าสีเหลืองของเนื้อ (Yellowness, b^*) โดยเนื้อโคทั้งสองกลุ่มมีค่าสีเหลืองไม่แตกต่างในทางสถิติ

พบว่าระยะเวลาในการบ่มเนื้อมีอิทธิพลต่อค่าสีเหลืองของเนื้อ เมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อนานขึ้นค่าสีเหลืองของเนื้อมีค่าสูงขึ้น และที่ระยะเวลา 14วัน มีค่าสีเหลืองเท่ากับ 9.66 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่ 30, 60 และ 90 วัน ที่มีค่าเท่ากับ 10.75, 10.16 และ 11.22 ตามลำดับ และพบว่าระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่ 90 วัน มีค่าสีเหลืองสูงที่สุด

ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีเหลือง โดยค่าสีเหลืองของเนื้อทั้งสองกลุ่มเมื่อบ่มเป็นระยะเวลา 14, 30, 60 และ 90 วัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ โดยกลุ่มควบคุมมีค่า b^* เท่ากับ 9.22, 10.26, 10.05 และ 11.29 ตามลำดับ กลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่า b^* เท่ากับ 10.10, 11.24, 10.27 และ 11.14 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม ระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่นานขึ้น ค่านี้จะสูงขึ้นแต่ไม่สม่ำเสมอในชิ้นเนื้อทั้งสองกลุ่ม อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีเหลืองของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันแสดงดังตารางที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, b^*) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าสีเหลือง (b^*)			
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย	SEM
14	9.22	10.10	9.66 ^{c}	0.238
30	10.26	11.24	10.75 ^{d}	0.356
60	10.05	10.27	10.16 ^{cd}	0.323
90	11.29	11.14	11.22 ^{e}	0.392
เฉลี่ย	10.21	10.69		
SEM	0.294	0.198		

^{cde}ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

SEM คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of the mean)

4.4.3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก และค่าความนุ่มเหนียวของเนื้อสันนอกโค

จากตารางที่ 4.16 พบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกไม่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเฉลี่ยในเนื้อสันนอกโคทั้งสองกลุ่ม

การศึกษาครั้งนี้พบว่าระยะเวลาในการบ่มเนื้อมีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา โดยที่ระยะเวลา 14 วันของการศึกษามีค่าเท่ากับ 3.45 % เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลา 30, 60, และ 90 วัน ที่มีค่าเท่ากับ 5.30, 5.66, และ 6.77 % ตามลำดับ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ระยะเวลา 90 วันของการศึกษามีค่าเท่ากับ 6.77 % ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาอื่นๆ พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาสูงที่สุด ($P<0.01$) ขณะที่การบ่มเนื้อเป็นระยะเวลา 30 และ 60 วัน ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อสันนอกโคทั้งสองกลุ่ม ระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่ 14, 30, 60 และ 90 กลุ่มควบคุมมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเท่ากับ 3.39, 5.39, 5.70 และ 6.50 % ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 3.51, 5.22, 5.63 และ 7.03 % ตามลำดับ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss)			
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย	SEM
14	3.39	3.51	3.45[c]	0.191
30	5.39	5.22	5.30[d]	0.308
60	5.70	5.63	5.66[d]	0.220
90	6.50	7.03	6.77[e]	0.193
เฉลี่ย	5.24	5.35		
SEM	0.268	0.269		

[c,d,e] ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

SEM คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of the mean)

การใช้สารละลายกรดแลกติกมีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก โดยกลุ่มควบคุมมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกเท่ากับ 33.67 % ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกที่ค่ามีเท่ากับ 35.00 %

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าระยะเวลาในการบ่มเนื้อไม่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก โดยการบ่มเนื้อที่ระยะเวลา 14, 30, 60 และ 90 วัน มีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกเท่ากับ 35.01, 33.74, 34.39 และ 34.20 % ตามลำดับ

ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักจากการปรุงสุก โดยกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันแสดงดังตารางที่ 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss)			
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย	SEM
14	33.52	36.49	35.01	0.750
30	32.82	34.65	33.74	0.619
60	34.22	34.57	34.39	0.886
90	34.11	34.30	34.20	0.294
เฉลี่ย	33.67 [a]	35.00 [b]		
SEM	0.495	0.423		

[a,b] ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวนอนคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)
SEM คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of the mean)

จากตารางที่ 4.18 พบว่าสารละลายกรดแลกติกมีผลทำให้เนื้อนุ่มขึ้น โดยเนื้อโคกลุ่มควบคุมมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 5.08 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกที่มีค่าเท่ากับ 4.86 กิโลกรัม

ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมีผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ โดยค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาในการบ่มเนื้อเพิ่มขึ้น ค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีค่ามากที่สุดในวันที่ 14 ของการศึกษาและจะลดลงเรื่อยๆ จนสิ้นสุดการทดลอง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.51, 5.46, 4.58 และ 3.32 กิโลกรัม ในการบ่มที่ระยะเวลา 14, 30, 60 และ 90 วัน ($P<0.01$) การเพิ่มระยะเวลาในการบ่มเนื้อให้นานขึ้นจะทำให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลง แสดงให้เห็นว่าเนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 อิทธิพลของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อความนุ่มเหนียวโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear Force, kg.)			
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย	SEM
14	6.61^{n}	6.40^{m}	6.51^{f}	0.032
30	5.52^{l}	5.40^{k}	5.46^{e}	0.028
60	4.67^{j}	4.50^{i}	4.58^{d}	0.038
90	3.50^{h}	3.14^{g}	3.32^{c}	0.029
เฉลี่ย	5.08^{b}	4.86^{a}		
SEM	0.128	0.128		

^{a,b}ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวนอนคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

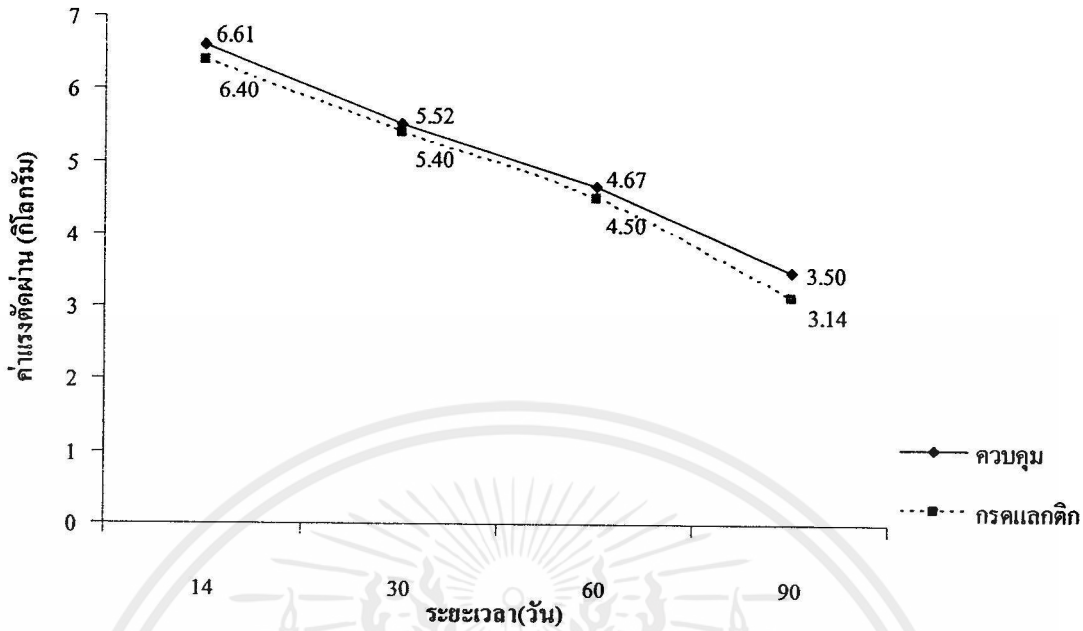
^{c,d,e,f}ตัวอักษรที่แตกต่างในแนวตั้งคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

ตัวอักษรที่แตกต่างคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$)

SEM คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย (standard error of the mean)

การใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ พบว่ามีอิทธิพลร่วมกัน ซึ่งทุกระยะเวลาในการศึกษาค่าแรงตัดผ่านเนื้อของกลุ่มควบคุมมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยกลุ่มควบคุมมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อในวันที่ 14, 30, 60 และ 90 ของการบ่มเท่ากับ 6.61, 5.52, 4.67 และ 3.50 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 6.40, 5.40, 4.50 และ 3.14 กิโลกรัม ตามลำดับ อิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อความนุ่มเหนียวโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันแสดงดังภาพที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 อิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อความนุ่มเหนียวโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 จำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อโค

5.1.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง และโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นมีค่าค่อนข้างต่ำ บ่งชี้ให้เห็นว่าเนื้อโคมีสุขลักษณะในการผลิตที่ดี เนื่องจากจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547) ซึ่งกำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่อาจปนเปื้อนบนเนื้อโคต้องไม่เกิน 5×10^5 cfu/g หรือ 5 log cfu/g

สารละลายกรดแลกติกมีผลในการลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองและโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม การที่สารละลายกรดแลกติกสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้นั้น เนื่องจากกรดแลกติกมีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ โดยทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดต่ำลง สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งในสภาวะนี้จะทำให้ช่วงเตรียมพร้อมสำหรับการแบ่งตัวเพื่อเจริญเติบโต (lag phase) ใช้ระยะเวลานานขึ้น จึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ช้าลง (Woolthuis and Smulders. 1985) การยับยั้งจุลินทรีย์โดยกรดนั้นเกิดจากส่วนที่เป็น lipophilic ของกรด ซึ่งอยู่ในรูปโมเลกุลที่ไม่แตกตัวซึมผ่านเข้าไปใน plasma membrane ของจุลินทรีย์ ซึ่งปกติมีค่าความเป็นกรดด่างค่อนข้างเป็นกลาง (pH 7) เมื่อกรดเข้าไปภายในจะทำให้เกิดสภาวะแตกตัวของโปรตอน (proton) และคอนจูเกตเบส (conjugated base) มีผลในการทำลายออกซิเดทีฟ ฟอสฟอรีเลชั่นฟอร์ม (oxidative phosphorelation form) ของระบบการขนส่งอิเล็กตรอน (electron transport system) รวมถึงการยับยั้งระบบการขนถ่ายสารโมเลกุล (substrate molecule) เข้าสู่เซลล์ เป็นผลให้เกิดการทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Adam and Hall. 1988)

เมื่อระยะเวลาในการบ่มเนื้อนานขึ้นจะทำให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น ($P<0.01$) ตามไปด้วย อย่างไรก็ตามเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อได้นานถึง 30 วัน โดยเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 6.12 log cfu/g ในขณะที่กลุ่มควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่า 7.02 log cfu/g ซึ่งจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสียมีค่าเท่ากับ 10^7-10^8 cfu/g หรือ 7-8 log cfu/g (Nychas *et al.*, 2008) โดยเนื้อสัตว์ที่มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 10^7 cfu/g เนื้อจะเริ่มมีกลิ่นเน่าเหม็น และเมื่อมีจำนวนถึง 10^8 cfu/g พบว่าบริเวณผิวของเนื้อเริ่มมีเมือกเกิดขึ้น (Garcia-Lopez *et al.* 1998) แต่เนื้อโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันเมื่อทำการบ่มถึง 30 วัน พบว่าเนื้อทั้งสองกลุ่มเกิดการเน่าเสียแล้วเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อโคพื้นเมือง ผลดังกล่าวอาจเนื่องมาจากเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซิมเมนทอล-บราห์มัน มีลักษณะแฉะและมีน้ำเยิ้ม ทำให้มีความชื้นที่ผิวเนื้อสูง ซึ่งเป็นปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ในขณะที่เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองเนื้อจะมีลักษณะที่แห้งกว่า การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองจึงเจริญเติบโตได้น้อยกว่า ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงกล่าวได้ว่าสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อสันนอกโคและสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อโคได้นานถึง 30 วัน ในสภาวะการบรรจุสุญญากาศและเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C

5.1.2 จำนวน Total Coliforms , Fecal Coliforms และ *E. coli*

การตรวจพบเชื้อTotal Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* ในเนื้อโคบ่งชี้ให้เห็นว่าอาจมีการปนเปื้อนเชื้อจากของเหลวในระบบทางเดินอาหารหรืออุจจาระบนเนื้อโคในระหว่างกระบวนการฆ่า (Eisel *et al.* 1997) ถ้าพบเชื้อนี้ปริมาณสูงในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน แสดงให้เห็นถึงสุขลักษณะในการผลิตที่ไม่ดี แต่ถ้ายังตรวจพบในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่ผ่านความร้อนแล้ว แสดงว่าความร้อนที่ใช้ไม่สูงพอหรืออาจเกิดการปนเปื้อนของเชื้อดังกล่าวภายหลังกระบวนการให้ความร้อนแล้ว เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มนี้ถูกทำลายง่ายด้วยความร้อนและความเย็น (ศศิธร คณะรัตน์ และกาญจณี ธรรมาพิพัฒนกุล. 2534) อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ปริมาณการปนเปื้อนเชื้อ Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* เริ่มต้นบนเนื้อโคมีปริมาณค่อนข้างต่ำ ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547) ระบุว่าการตรวจพบเชื้อดังกล่าวในเนื้อโคต้องไม่เกิน $5x10^3$ MPN/g ในเนื้อโคที่ได้มาตรฐานและถูกสุขอนามัย จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าเนื้อโคที่ทำการศึกษาผ่านการฆ่าจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและมีสุขลักษณะในการปฏิบัติงานที่ดี

เนื้อโคพื้นเมืองภายหลังจากฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกและบ่มเนื้อเป็นระยะเวลา 14 วันกลับตรวจพบเชื้อ Total Coliforms ส่วนเนื้อโคลูกผสมซิมเมนทอล-บราห์มันการบ่มเนื้อที่ระยะเวลา 14 และ 30 วัน ยังคงตรวจพบเชื้อ Total Coliforms เช่นกัน ผลดังกล่าวอาจเนื่องมาจากเกิดการปนเปื้อนอีกครั้งหรืออาจเกิดจากการที่จุลินทรีย์บาดเจ็บเนื่องจากกรดแลกติก แต่สามารถเจริญเติบโตขึ้นมาได้อีกภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ อย่างไรก็ตามเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อนานถึง 90 วัน จะไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้

การตรวจเชื้อ Fecal Coliforms และ *E. coli* บนเนื้อโคพื้นเมืองและโคลูกผสมซิมเมนทอล-บราห์มัน จะตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้เฉพาะก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกเท่านั้น ภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกและบ่มเนื้อจนครบ 90 วัน จะไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองชนิด แสดงให้เห็นว่าสารละลายกรดแลกติกมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ Fecal Coliforms และ *E. coli* ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Baird *et al.* (2006) ที่ทำการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % (L- lactic) บนซากโคเพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ พบว่าการการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้น 2 % สามารถลดจำนวนเชื้อ Coliform และ *E. coli* ได้ 2.6 และ 2.1 log cfu/100cm^2 ตามลำดับ

5.2 คุณภาพเนื้อโค

5.2.1 ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ

สารละลายกรดแลกติกไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดด่างเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง ซึ่งให้ผลทำนองเดียวกับ Visser *et al.* (1998) ที่ศึกษาผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % (v/v) ฉีดพ่นบนลิ้นลูกโคและบรรจุถุงสุญญากาศเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 3 ± 1 °C พบว่าลิ้นที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมีค่าความเป็นกรดด่างบริเวณผิวลดลง แต่ค่าความเป็นกรดด่างที่ใจกลางลิ้นไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ใช้กรดแลกติก ส่วนเนื้อโคซิมเมนทอล-บราห์มันพบว่าสารละลายกรดแลกติกมีผลต่อค่าความเป็นกรดด่าง ซึ่งคล้ายกับผลจากการศึกษาของ Hardin *et al.* (1995) ที่พบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ฉีดพ่นบนซากโคจะทำให้ค่าความเป็นกรดด่างบริเวณผิวซากลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมีผลต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อโคทั้งสองสายพันธุ์ โดยระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่นานขึ้นค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับการบ่มเนื้อที่ 14 วัน อย่างไรก็ตามการลดลงของค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อโคในการบ่มที่ 30, 60 และ 90 วัน ค่าความเป็นกรดด่างค่อนข้างคงที่และไม่แตกต่างในทางสถิติ

ผลการทดลองนี้แตกต่างเล็กน้อยจากการศึกษาของจุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2551) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของซาร์โคเมียร์และความนุ่มของเนื้อโคขุนพันธุ์กำแพงแสนในระยะเวลาบ่มต่างๆ โดยทำการบ่มเนื้อที่ระยะเวลา 1, 5, 7, 14 และ 20 วัน พบว่าค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อลดลงอย่างต่อเนื่องภายหลังสัตว์ตายที่ระยะเวลา 16 และ 24 ชั่วโมง และจะไม่ลดลงอีกเมื่อบ่มเนื้อที่ระยะเวลา 5, 7, 14 และ 20 วัน แต่ในการทดลองนี้ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อยังลดลงอีก อาจเนื่องมาจากมีจุลินทรีย์บางชนิดเจริญเติบโตและผลิตสารบางชนิดที่ทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อลดลง โดย Ray (2004) กล่าวว่าเนื้อสัตว์ที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศ จุลินทรีย์ในกลุ่มแบคทีเรียกรดแลกติกจะเจริญเติบโตได้ดี ซึ่ง Campbell *et al.* (2001) รายงานว่าการบ่มเนื้อโคแบบบรรจุถุงสุญญากาศเป็นระยะเวลา 16 วัน แบคทีเรียกรดแลกติกมีจำนวนเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการบ่ม นอกจากนี้ Ray (2004) ยังอธิบายว่าแบคทีเรียกรดแลกติก เช่น *Lactobacillus curvatus* และ *L. sake* สามารถผลิตกรดแลกติก และกรดอะมิโนบางชนิดขึ้นมาระหว่างการเก็บรักษาได้ โดยอาศัยกลูโคสในเนื้อสัตว์ซึ่งเป็นสารที่แบคทีเรียกลุ่มนี้ใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโต แต่หลังจากกลูโคสในเนื้อหมดไปแบคทีเรียกลุ่มนี้จะมีจำนวนลดลง อย่างไรก็ตามสารเคมีที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นยังคงอยู่ในเนื้อสัตว์ จึงอาจทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อลดลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 ค่าสีของเนื้อ

สารละลายกรดแลกติกไม่มีผลต่อค่า L^* และ a^* แต่มีผลต่อค่า b^* ($P<0.01$) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง ส่วนเนื้อโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันการใช้สารละลายกรดแลกติกมีผลต่อค่า L^* ($P<0.01$) แต่ไม่มีผลต่อค่า a^* และ b^* ของเนื้อ อย่างไรก็ตาม Pipek *et al.* (2005) รายงานว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ฉีดพ่นบนซากโคและซากสุกร จะทำให้สีของเนื้อซีดจางลง สอดคล้องกับ Pilasombut *et al.* (2007) ที่ศึกษาผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % จุ่มเนื้อสุกรเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มจุ่มน้ำกลั่น พบว่าชิ้นเนื้อที่จุ่มสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % จะมีความสว่างแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มจุ่มน้ำ ส่วนค่าสีแดง ของเนื้อที่จุ่มสารละลายกรดแลกติก กลุ่มควบคุมและกลุ่มจุ่มน้ำกลั่น มีค่าเท่ากับ 11.50, 14.76 และ 13.37 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกมีผลต่อสีของเนื้อ โดยทำให้เนื้อสุกรซีดจางและมีสีน้ำตาล ซึ่ง Pipek *et al.* (2005) อธิบายว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกฉีดพ่นบนเนื้อสัตว์จะทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อลดลง เป็นเหตุให้โปรตีนและ heme pigment ของเนื้อเกิดการเสื่อมสภาพภายหลังการฉีดพ่น สีของเนื้อสัตว์จึงเปลี่ยนแปลงไป ทางด้านผลของสารละลายกรดแลกติกต่อค่า b^* นั้น เนื้อโคพื้นเมืองพบว่าทำให้ค่า b^* ต่ำกว่า ($P<0.01$) หรือมีการหืนน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนเนื้อโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันค่า b^* ของเนื้อโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันในทางสถิติ อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % จึงอาจให้ผลต่อค่า b^* ไม่ชัดเจนนัก ซึ่งให้ผลขัดแย้งกับ Shrestha and Min (2006) ที่ศึกษาผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 4-6 % ต่อค่า thiobarbituric acid (TBA) ของเนื้อ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่า b^* จากการศึกษาพบว่าสารละลายกรดแลกติกจะทำให้โปรตีนที่ผิวเนื้อเกิดการเสื่อมสภาพและปล่อยธาตุเหล็ก (ที่ไม่ใช่ส่วนประกอบของ heme) ออกมา จึงมีผลทำให้ค่า TBA สูงขึ้น แสดงว่าไขมันในเนื้อเกิดการ oxidation หรือเกิดการหืนนั่นเอง

ระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่นานขึ้นทำให้ค่า L^* ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองสูงขึ้นแต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติทุกระยะเวลาในการบ่มเนื้อ ส่วนเนื้อโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันค่า L^* สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อระยะเวลาในการบ่มเนื้อนานขึ้น ซึ่ง Insausti *et al.* (2001) อธิบายว่าเมื่อระยะเวลาในการบ่มเนื้อนานขึ้น โปรตีนจะเกิดการเสื่อมสภาพ เป็นผลให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนต่ำลง ทำให้มีน้ำที่บริเวณผิวเนื้อมากขึ้น เมื่อทำการวัดสีจึงเกิดการสะท้อนแสงได้มากหรือมีความสว่างมากขึ้นนั่นเอง

สำหรับค่า a^* เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น เนื้อสันนอกโคทั้งสองพันธุ์มีค่า a^* สูงขึ้น ($P<0.01$) หรือมีสีเปลี่ยนเป็นสีแดงคล้ำถึงสีน้ำตาล แต่ค่า a^* ของเนื้อจะเพิ่มขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอ สอดคล้องกับการศึกษาของ Boakye and Mittal (1996) ที่พบว่าค่า a^* ของเนื้อสันนอกโค ในการบ่มที่ 0, 2, 4, 8, 12 และ 16 วัน มีค่าเท่ากับ 16.2, 16.2, 15.9, 16.2, 16.3 และ 17.2 ตามลำดับ ซึ่งในวันที่ 16 จะแตกต่างจากวันอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงว่าสีของเนื้อค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลนั่นเอง ทั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจเกิดขึ้นเนื่องจากความสามารถของไมโอโกลบินในการจับกับออกซิเจนสูญเสียไป และเกิดการเสื่อมสภาพของไมโอโกลบิน จึงทำให้สีของเนื้อเปลี่ยนจากสีแดงสดเป็นสีน้ำตาลแดงของเมทไมโอโกลบิน (metmyoglobin) (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539)

ค่า b^* ได้รับอิทธิพลจากระยะเวลาในการบ่มเนื้ออย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยโคพื้นเมืองมีค่า b^* ของเนื้อสูงที่สุดเมื่อบ่มที่ระยะเวลา 60 วัน และโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันมีค่า b^* ของเนื้อสูงที่สุดเมื่อบ่มที่ระยะเวลา 90 วัน โดย Warriss. (2000) ได้อธิบายว่าเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อนานขึ้นค่า b^* ของเนื้อจะสูงขึ้น เนื่องจากการที่ไขมันในเนื้อได้สัมผัสกับอากาศที่มีออกซิเจนเป็นระยะเวลานานๆ จะทำให้ไขมันเกิดการ oxidation หรือเกิดการหืนขึ้น ส่งผลให้ไขมันที่เคยมีลักษณะอ่อนและมีสีเหลืองใส เปลี่ยนสภาพเป็นลักษณะแข็ง ข้น และสีมีความขุ่นขึ้น จึงเป็นเหตุให้ค่า b^* ของเนื้อเพิ่มขึ้น

5.2.3 ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก และค่าความนุ่มเหนียวของเนื้อสันนอกโค

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาในเนื้อโคทั้งสองสายพันธุ์ไม่ได้รับอิทธิพลจากสารละลายกรดแลกติก สอดคล้องกับ Pipek *et al.* (2004) ซึ่งพบว่าเนื้อโคที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ภายหลังการเก็บรักษาที่ 48 ชม. มีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาลดลง เนื่องจากการใช้สารละลายกรดแลกติกมีผลทำให้โครงสร้างของโปรตีนที่ผิวซากเปลี่ยนแปลงและเสียสภาพไป จึงทำให้ช่องว่างที่ผิวซากหดตัวแคบลง เป็นผลให้การระเหยของน้ำลดลง ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาจึงลดลงนั่นเอง ส่วน Smulder *et al.* (1995) กล่าวการใช้สารละลายกรดจะทำให้ค่าความเป็นกรดด่างภายในกล้ามเนื้อลดต่ำลง ซึ่งอาจทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวและเป็นผลให้มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นได้

อิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มเนื้อมีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา ($P<0.01$) มีค่าสูงขึ้นเมื่อระยะเวลาการบ่มเนื้อนานขึ้นในเนื้อทั้งสองพันธุ์ สอดคล้องกับการศึกษาของจุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2542) ที่ศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติกที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อ โดยการบ่มเนื้อในถุงสุญญากาศเป็นระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน พบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ($P<0.05$)

สารละลายกรดแลกติกไม่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง แต่มีผลต่อเนื้อโคลูกผสมซิมเมนทอล-บราห์มัน โดยกลุ่มควบคุมแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก คล้ายกับผลจากการศึกษาของ Jimenes-Villarreal *et al.* (2003) ที่พบว่ากรดแลกติกมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกในเนื้อโคพื้นเมือง พบว่าการบ่มเนื้อที่ระยะเวลา 14 วัน มีค่าสูงกว่าทุกระยะเวลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่ง ($P<0.01$) ขณะที่ระยะเวลา 30, 60 และ 90 วัน มีค่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ซึ่งปิยะดา ทวิชศรี (2544) พบว่าการบ่มเนื้อเป็นระยะเวลา 7 วัน จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกสูงกว่าการบ่มเนื้อที่ 1 วัน ($P<0.05$) เนื่องจากเนื้อที่ทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาสูงกว่าที่ระยะเวลา 1 วัน หากปริมาณน้ำภายในเนื้อสูญหายไปในระหว่างการเก็บรักษามาก จะส่งผลให้ปริมาณน้ำสูญหายในระหว่างการทำให้สุกมากขึ้นตามไปด้วย ส่วนเนื้อโคลูกผสมซิมเมนทอล-บราห์มันระยะเวลาในการบ่มเนื้อไม่มีผลค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก

สำหรับค่าแรงตัดผ่านเนื้อพบว่าได้รับอิทธิพลจากการใช้สารละลายกรดแลกติก ($P<0.01$) ในเนื้อโคทั้งสองสายพันธุ์ ซึ่งให้ผลทำนองเดียวกับ Medynski *et al.* (2000) ที่ศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติก (ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0 และ 1.5 %) ผสมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2.0 % โดยการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ *M. bicep femoris* โค พบว่าเนื้อที่ไม่ฉีดสารละลายกรดแลกติกมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 7.21 กิโลกรัม กลุ่มที่ฉีดสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ1.5 % มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 7.29, 6.79 และ 5.14 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งการฉีดสารละลายกรดแลกติกเข้ากล้ามเนื้อมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่างในกล้ามเนื้อเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างในเนื้อจะมีผลต่อจุดไอโซอิเลคตริค (iosoelectric point, IEP) โดยจุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2539) กล่าวว่าที่จุด IEP ของโปรตีนที่มีส่วนสำคัญในการอุ้มน้ำคือ โปรตีนไมโอซิน จะมีค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 5.4-5.6 ณ จุดนี้ประจุบวกและลบจะเท่ากันจึงดึงดูดกันเองแทนที่จะจับกับน้ำ ทำให้ความสามารถในการจับกับน้ำต่ำที่สุด จากสภาพนี้หากเพิ่มความเป็นกรดลงไปจะทำให้มีการแตกตัวของประจุบวกอิสระที่จะไปจับกับน้ำเพิ่มมากขึ้น ความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนในเนื้อจึงเพิ่มขึ้น เนื้อที่ผ่านการปรุงสุกจึงมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักต่ำ เมื่อวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อจึงมีค่าต่ำหรือเนื้อมีความนุ่มมากกว่านั่นเอง อย่างไรก็ตามในการทดลองครั้งนี้ทำการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกที่ผิวเนื้อเท่านั้น

ด้านอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มเนื้อพบว่ามีอิทธิพลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อเช่นเดียวกัน เมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อนานขึ้น ค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) สอดคล้องกับการศึกษาของ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และคณะ (2551) ซึ่งทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของซาร์โคเมียร์และความนุ่มของเนื้อโคขุนพันธุ์กำแพงแสน โดยทำการบ่มที่ระยะเวลา 1, 5, 7, 14 และ 20 วัน พบว่าเนื้อจะนุ่มมากขึ้นเป็นลำดับอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการบ่มที่นานขึ้น ($P<0.05$) และพบว่าเนื้อนุ่มมากที่สุดเมื่อบ่มนาน 20 วัน Epley (2007) อธิบายว่าการบ่มเนื้อสามารถทำให้เนื้อนุ่มขึ้นได้เนื่องจากการบ่มเนื้อเป็นการอาศัยการทำงานของเอนไซม์ย่อยโปรตีนที่มีอยู่ในเนื้อ ซึ่งจะทำการย่อยโปรตีนให้มีขนาดเล็กลงและแตกเป็นโมเลกุลได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยย่อยเส้นใยกล้ามเนื้อให้อ่อนตัวลง ดังนั้นเนื้อที่ผ่านการบ่มจึงมีความนุ่มเพิ่มขึ้นนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้ง

บทที่ 6
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

จุลินทรีย์บนเนื้อโค

สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* บนเนื้อโคที่บ่มในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4°C นอกจากนี้สารละลายกรดแลกติกสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองได้นาน 30 วัน ขณะที่เนื้อโคลูกผสมซิมเมนทอล-บราห์มันเกิดการเน่าเสียได้เร็วกว่าโคพื้นเมือง ผลดังกล่าวอาจเนื่องมาจากเนื้อสันนอกโคลูกผสมซิมเมนทอล-บราห์มัน มีลักษณะแฉะและมีน้ำเยิ้ม ทำให้มีความชื้นที่ผิวเนื้อสูง ซึ่งเป็นปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ในขณะที่เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองเนื้อจะมีลักษณะที่แห้งกว่า การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองจึงเจริญเติบโตได้น้อยกว่า

ด้านคุณภาพเนื้อโค

ในเนื้อโคพื้นเมืองพบว่าสารละลายกรดแลกติกทำให้ค่า b^* ต่ำลงและมีผลทำให้เนื้อนุ่มขึ้น โดยเนื้อในกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลง ($P<0.01$) แต่สารละลายกรดแลกติกไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดด่าง ค่า L^* ค่า a^* เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาและค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก ส่วนระยะเวลาในการบ่มเนื้อนั้นมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่าง ค่า a^* ค่า b^* ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกและค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลง และทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาสูงขึ้น แต่ระยะเวลาในการบ่มเนื้อไม่มีผลต่อค่า L^*

ส่วนเนื้อโคลูกผสมซิมเมนทอล-บราห์มันพบว่าสารละลายกรดแลกติกทำให้ค่าความเป็นกรดด่างและค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.01$) แต่ทำให้ค่า L^* และค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกสูงกว่ากลุ่มควบคุม ($P<0.01$) โดยสารละลายกรดแลกติกไม่มีผลต่อค่า a^* ค่า b^* และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา สำหรับระยะเวลาในการบ่มเนื้อมีผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่าง และค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลง และทำให้ค่า L^* ค่า a^* ค่า b^* และค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาสูงขึ้น แต่ระยะเวลาในการบ่มเนื้อไม่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาครั้งนี้เน้นศึกษาผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อโค จึงต้องแบ่งระยะเวลาในการบ่มเนื้อแต่ละช่วงที่ค่อนข้างนาน เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์ ซึ่งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อโคได้ อย่างไรก็ตามในการศึกษาการบ่มเนื้อแบบบรรจุถุงสุญญากาศครั้งต่อไป ควรมีการกำหนดระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างให้ถี่ขึ้น โดยการศึกษาทุกสัปดาห์จะให้ผลชัดเจนมากกว่า และควรมีการศึกษาแบคทีเรียกรดแลกติกร่วมด้วย เพื่อให้มีข้อมูลของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้ประกอบในการอธิบายผลต่อคุณภาพเนื้อด้านอื่นๆ

2. เนื่องจากตัวอย่างเนื้อโคที่ทำการศึกษามีจำนวนซ้ำน้อย การศึกษาผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อคุณภาพเนื้อในแต่ละด้านจึงอาจให้ผลไม่ชัดเจน ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีตัวอย่างเนื้อโคมากขึ้น และศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกที่ความเข้มข้นหลายๆระดับ เพื่อให้เห็นผลของต่อคุณภาพเนื้อชัดเจนมากยิ่งขึ้น

3. การใช้สารละลายกรดแลกติกในการควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อโค เป็นวิธีการที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อสัตว์ได้ เนื่องจากกรดแลกติกเป็นสารเคมีที่มีราคาถูก มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งสามารถลดการปนเปื้อนและลดอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ ตลอดจนทำให้เนื้อสัตว์ที่ผลิตมีคุณภาพได้มาตรฐานอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ. 2549. **การผลิตเนื้อโคคุณภาพ.** กองบำรุงพันธุ์สัตว์. กรมปศุสัตว์. [Online]. Available : http://www.dld.go.th/lcta_tak/qbeef.htm. [24/3/2007].

คมแข พิลาสมบัติ. 2550. เอกสารประกอบการสอนวิชาสุขศาสตร์เนื้อสัตว์. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

คมแข พิลาสมบัติ, ปริตา ธนสุกาญจน์, พิสิฐ วงศ์สง่าศรี และ ปุณฑริกา รัตนตรัยวงศ์. 2550. "การยืดอายุการเก็บรักษาและยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Escherichia coli* และ *Salmonella typhimurium* ในเนื้อสุกรแช่เย็นด้วยกรดและเกลือของกรดอินทรีย์." หน้า 75- 82. **ใน นเรศวรวิจัยครั้งที่ 3.** [CD-ROM]. พิษณุโลก.

คมแข พิลาสมบัติ, อังคณา ทุมดี, พงศ์ศักดิ์ ศรีธเนศชัย และธำรงค์ เมฆโหรา. 2551. "การสำรวจการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อโคในเขตกรุงเทพมหานคร. " หน้า 318-321. **ใน การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ครั้งที่ 4.** ขอนแก่น: คลังนานาวิทยา.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539. **เอกสารประกอบการสอนวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ขั้นสูง.** ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2543. **การจัดการโรงฆ่า.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพ ฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ และ คมแข พิลาสมบัติ. 2542. "การลดขั้นตอนกระบวนการจัดการเนื้อสัตว์จากการชำแหละซากอุ่นร่วมกับการบ่มเนื้อเพื่อปรับปรุงคุณภาพเนื้อโค 2: อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติกที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อ." หน้า 473-481. **ใน รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการเกษตรภาคเหนือครั้งที่ 2.**

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ และปีย์ชนิตร์ อินทรพรอุดม 2551. "ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของซาร์โคเมียร์และความนุ่มของเนื้อโคขุนกำแพงแสนในระยะเวลาการบ่มต่างๆ." หน้า 160-163. **ใน การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ครั้งที่ 4.** ขอนแก่น: คลังนานาวิทยา.

ปิยะดา ทวิชศรี. 2544. **"อิทธิพลของชนิดสัตว์เคี้ยวเอื้องและอัตราการเจริญเติบโตต่อคุณภาพเนื้อ."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศศิธร คณะรัตน์ และกาญจณี ธรรมาพิพัฒนกุล. 2534. การตรวจวิเคราะห์เนื้อสัตว์ในห้องปฏิบัติการ. **เอกสารประกอบการฝึกอบรมพนักงานตรวจเนื้อฝ่ายสัตวแพทย์.** สาธารณะสุข. กรมปศุสัตว์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์ควบคุมโรคไข้หวัดนก. 2549. **การควบคุมและป้องกันโรคไข้หวัดนกในประเทศไทย**. สำนักควบคุม ป้องกัน และ บำบัดโรคสัตว์. กรมปศุสัตว์. [Online]. Available : http://www.dld.go.th/dcontrol/13HPAI/book_AI/01control_HPAI.pdf.. [15/1/2009].

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. **จุลชีววิทยาทางอาหาร**. กรุงเทพ ฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547. **มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. เนื้อโค**. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [Online]. Available : http://www.acfs.go.th/standard/download/cow.pdf. [27/3/2007].

Adam, M.R. and Hall, C.A. 1988. "Growth inhibition of food-born pathogens by lactic acid and acetic acid and their mixture." **J. Food Sci. Technol.** 23: 287-292.

Adams, M.R. and Moss, M.O. 1995. **Food Microbiology**. The royal society of chemistry: Cambridge.

Ahnström, L.M., Seyfert, M., Hunt, M.C. and Johnson, D.E. 2006. "Dry aging of beef in a bag highly permeable to water vapour." **Meat Sci.** 73: 674–679.

AOAC. 2006. "Chaper 17 AOAC Official Method 966.23c-24." p. 5-6. in Horwitz, W. and Latimer, G.W. **Official methods of analysis of AOAC international**. Maryland: AOAC international.

Álvarez-Ordóñez, A., Fernández, A., Bernardo, A. and López, M. 2009. "Comparison of acids on the induction of an acid tolerance response in *Salmonella typhimurium*, consequences for food safety." **Meat Sci.** 81: 65–70.

Baird, B.E., Lucia, L.M., Acuff, G.R., Harris, K.B and Savell, J.W. 2006. "Beef hide antimicrobial intervention as a means of reducing bacterial contamination." **Meat Sci.** 73: 245-248.

Belk, K.E. 2001. **Beef decontamination technologies**. National Cattle men's Beef Association. [Online]. Available : http://www.beefresearch.org/CMDocs/BeefResearch/ACFFC.pdf. [17/5/2008].

Bensink, J.C., Dobrenov, B., Mulenga, M.P., Bensink, Z.S. and McKee, J.J. 2002. "The microbio logical quality of beef tripe using different processing techniques." **Meat Sci.** 62 : 85–92.

Boakye, K. and Mittal, G.S. 1996. "Changes in colour of beef *M. longissimus dorsi* muscle during ageing." **Meat Sci.** 42: 347-354.

Borch, E. and Arinder, P. 2002. "Bacteriogical safety issues in red meat and ready-to-eat meat products as control measures." **Meat Sci.** 62: 381-390.

Borch, E., Louise, Kant-Muemansb, M.L. and Blixt, Y. 1996. "Bacterial spoilage of meat products and cured meat." **Int. J. Food Microbiol.** 33: 103-120.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ให้ดัดแปลง เผยแพร่ ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bosilevac, J.M., Nou, X., Barkocy-Gallagher, G.A., Arthur, T.M. and Koohmaraie, M. 2006. "Treatment using hot water instead of lactic acid reduce levels of aerobic bacteria and *Enterobacteriaceae* and reduce the prevalence of *Escherichia coli* 0157:H7 on preevisceration beef carcasses." **J. Food Prot.** 69: 1808–1813.

Braghieri, A., Girolami, A., Cifuni, G.F. Riviezzi, A.M., Pacelli, C. and Napolitano, F. 2007. "Shlef life of meat from Podolian young bulls in relation to the aging method." **J. Food Qual.** 30: 496-510.

Brown, C.G., Longworth, J.W. and Waldron, S. 2002. "Food safety and development of the beef industry in China." **Food Policy**. 27: 269–284.

Campbell, R.A., Hunt, M.C., Levis, P. and Chambers IV, E. 2001. "Dry-anging effects on palatability of beef Longissimus muscle." **J. Food Sci.** 66: 196-199.

Chabela, M.L.P., Serrano, G.M. R., Calderón, P.L. and Guerrero, I. 1999. "Microbial spoilage of meats offered for retail sale in Mexico City." **Meat Sci.** 51: 279-282.

Cobbaut, K., Houf, K., Douidah, L., Van Hende, J. and De Zutter, L. 2008. "Alternative sampling to establish the *Escherichia coli O157* status on beef cattle farms." **Vet. Microbiol.** 132: 205-210.

Destefanis, G., Brugiapaglia, A.M., Barge, T. and Dal Molin, E. 2008. "Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force." **Meat Sci.** 78: 153-156.

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

Djenane, D., Sánchez-Escalante, A., Beltrán, J.A. and Roncalés, P. 2003. "The shelf-life of beef steaks treated with DL-lactic acid and antioxidants and stored under modified atmospheres." **Food Microbiol.** 20: 1-7.

Eisel, W.G., Linton, R.H. and Muriana, P.M. 1997. "A survey of microbial levels for incoming raw beef environmental sources and ground beef in a red meat processing plant." **J. Food Microbiol.** 14: 273-282.

Epley, J.R. 2007. **Meat Tenderness**. University of Minnesota. [Online]. Available : http://www.extension.umn.edu/distribution/nutrition/DJ0856.html. [28/2/2007].

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Evans, J.A., Russell, S.L., James, C. and Corry, J.E.L. 2004. "Microbial contamination of food refrigeration equipment." **J. Food Eng.** 62: 225-232.

FAO/WHO. 1974. "Toxicology evaluation of some food additive". 461-465. in **The 17th report of the joint FAO/WHO expert committee on food additive. FAO nutrition meeting report series No. 53 Rome**. Geneva. WHO technical report series.

García-López, M.L., Prieto, M. and Otero, A. 1998. "The physio attributes of gram-negative bacteria associated with spoilage of meat and meat products." 1-28. in **The microbiology of meat and poultry**. London: Blackie Acadmic& Professinal.

Gill, C.O. and Badoni, M. 2004. "Effects of peroxyacetic acid acidified sodium chlorite or lactic acid solutions on the microflora of chilled beef carcasses." **J. Food Microbiol.** 91: 43-50.

Gormley, R. 2000. **Microbial Control in the Meat Industry**. [Online]. Available : http://www.teagasc.ie/ashtown/research/preparedfoods/microbial_control_meat_industry.pdf. [27/3/2007[.

Gun, H., Yilmaz. A., Turker, S., Tanlasi, A. and Yilmaz, H. 2003. "Contamination of bovine carcasses and abattoir environment by *Escherichia coli* 0157:H7 in Istanbul." **Int. J. Food Microbiol.** 84: 339-344.

Hajmeer, M.N., Marsden, J.L., Fung, D.Y.C. and Kemp, G.K. 2004. "Water, sodium chloride and acidified sodium chloride effects on *Escherichia coli* 0157:H7 and *Staphylococcus aureus* on beef briskets." **Meat Sci.** 68: 277-281.

Hardin, M.D., Acuff, G.R., Lucia, L.M., Oman, L.S. and Savell, J.W. 1995. "Comparison of methods for decontamination from beef carcass surfaces." **J. Food Prot.** 58: 368-374.

Insausti, K., Beriain, .M.J., Purroy, A., Alberti, P., Gorraiz, C. and Alzueta, M.J. 2001 "Shelf life of beef from local Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere." **Meat Sci.** 57: 273-281.

Jay, J.M. 2000. **Modern Food Microbiology**. U.S.A.: Aspen publishers.

Jeremiah, L.E. and Gibson, L.L. 2003. "The effects of postmortem product handling and aging time on beef palatability." **Food Res. Int.** 36: 929–941.

Jimenez-Villarreal, J.R., Pohlman, F.W., Johnson, Z.B. and Brown Jr., A.H. 2003. "Effects of chlorine dioxide, cetylpyridinium chloride, lactic acid and trisodium phosphate on physical, chemical and sensory properties of ground beef." **Meat Sci.** 65: 1055-1062.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Keeley, A. and Faulkner, B.R. 2008. "Influence of land use and watershed characteristics on protozoa contamination in a potential drinking water resources reservoir." **Water research**. 42: 2803-2813.

Kołczak, T., Pospiech, E., Palka, K. and Łącki, J. 2003. "Changes of myofibrillar and centrifugal drip and shear force of *psoas major* and *minor* and *semitendinosus* muscles from calves, heifers and cows during post-mortem ageing." **Meat Sci**. 64: 69-75.

Maciorowski, K.G., Herrera, P., Jones, F.T., Pillai, S.D. and Ricke, S.C. 2007. "Effects on poultry and livestock of feed contamination with bacteria and fungi." **Anim. Feed. Technol.** 133: 109–136.

Medynski, A., Pospiech, E. and Kniat, R. 2000. "Effect of various concentrations of lactic acid and sodium chloride on selected physico-chemical meat traits." **Meat Sci**. 66:285-290.

Nel, S., Luesa, J.F.R., Buysb, E.M. and Ventera, P. 2004. "Bacterial populations associated with meat from the deboning room of a high throughput red meat abattoir." **Meat Sci**. 66: 667-674.

Nissen, H., Maugesten, T. and Lea, P. 2001. "Survival and growth of *Escherichia coli* 0157:H7 *Yersinia enterocolitica* and *Salmonella enteritidis* on decontaminated and untreated meat." **Meat Sci**. 57: 291-298.

Nørrung, B. and Buncic, S. 2008. "Microbial safety of meat in the European Union." **Meat Sci**. 78: 14-24.

Nychas, G.J.E., Skandamis, P.N., Tassou, C.C. and Koutsoumanis, K.P. 2008. "Meat spoilage during distribution." **Meat Sci**. 78: 77-89.

Okumura, T., Yamada, R. and Nishimura, T. 2003. "Survey of conditioning indicators for pork loins: changes in myofibrils, proteins and peptides during postmortem conditioning of vacuum-packed pork loins for 30 days." **Meat Sci**. 64: 467-473.

Özdemir, H., Yildirm, Y., Küplülü, Ö., Koliman, A., Göncüoglu, M. and Ínat, G. 2006. "Effects of lactic acid and hot water treatments on *Salmonella* typhimurium and *Listeria monocytogenes* on beef." **Food Control**. 17: 299–303.

Pearson, A.M. and Dutson, T.R. 1986. "Meat and pourltry microbiology." **in Advance in Meat Research vol 2**. Connecticut : Avi.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pilasombut, K., Opatpatanakit, Y., Thumdee, A. and Sethakul, J. 2007. "Microbial deconta mination by dipping lactic acid solution on pork stored at room temperature." p.35-36. **in Proceedings of 53rd International Congress of Meat Science and Technology**. Beijing

Pipek, P., Fíla, P., Jelení-Ková, J., Bryechta J. and Miyahara, M. 2004. "Technological aspects of acid decontamination of carcasses." Chem Listy. 98: 885-869.

Pipek, P., Houška, M. Hoke, K., Jeleníková, J. Kýhos, K. and Šikulová, M. 2006. "Decon tamination of pork carcasses by steam and lactic acid." **J. Food Eng.** 74: 224-231.

Pipek, P., Houška, M., JeleníKová, J., Kýhos, K., Hoke, K. and Šikulová, M. 2005. "Microbial decontamination of beef carcasses by combination of steaming and lactic acid spray." **J. Food Eng.** 67: 309–315.

Pipek, P., Šikulová, M., JeleníKová, J. and Izumimoto, M. 2005. "Colour changes after car casses decontamination by steam and lactic acid." **J. Food Eng.** 69: 309–315.

Podolak, R.K., Zayas, J.F., Kastner, C.L. and Fung, D.Y.C. 1996. "Reduction of bacteria populations on vacuum-pakaged ground beef patties with fumaric and lactic acids." **J. Food Prot.** 59: 1037–1040.

Pohlman, F.W., Stivariusb, M.R., McElyeaa, K.S. and Waldroup, A.L. 2002. "Reduction of *E. coli*, *Salmonella typhimurium*, coliforms, aerobic bacteria, and improvement of ground beef color using trisodium phosphate or cetylpyridinium chloride before grinding." **Meat Sci.** 60: 349-356.

Ray, B. 2004. **Fundamental Food Microbiology**. 3rd ed. CRC Press LLC: Florida.

Reid, C.A., Small, A., Avery, S.M. and Buncic, S. 2002. "Presence of food-borne pathogens on cattle hides." **Food Control.** 13: 411-415.

Shrestha, S and Min, Z. 2006. "Effect of lactic acid pretreatment on the quality of fresh pork packed in modified atmosphere." **J. Food Eng.** 72: 254-260.

Smith, R.D., Nicholson, K.L., Nicolson, J.D.W., Harris, K.B., Miller, R.K., Griffin, D.B. and Savell, J.W. 2008. "Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US choice and US select short loins." **Meat Sci.** 79: 631-639.

Smulders, F.J.M., Barendsen, P., Van Logtestijn, J.G., Mossel, D.A.A. and Van der Marel, G.M. 1986. "Review : Lactic acid considerations in favour of its acceptance as a meat decontaminant." **J. Food Technol.** 21: 419-436.

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smulders, F.J.M., Gould, G.W., editor. 1995. "Preservation by microbial decontamination ; the surface treatment of meat by organic acids." **New methods of Food preservation.** Glasgow : Blackie academic and professional an imprint of Chapman & Hall.

Snijder, J.M.A., Walsh, J. and Scott, J. 1985. "Lacticacid as a decontamination in slaughter and processing producted." **Vet. Quart.** 7: 277-282.

Sofos, J.N. 2007. "Meat decontamination in the US : An overview." **Fleisch Wirtschaft Inter national.** 22: 58-61.

Sofos, J.N. and Smith, G.C. 1998. "Nonacid meat decontamination technologies: Model studies and commercial applications." **Int. J. Food Microbiol.** 44: 171-188.

Van Moeseke, W. and De Smet, S. 1999. "Effect of time of deboning and sample size on drip loss of pork." **Meat Sci.** 52: 151-156.

Van Netten, P., Mossel D.A.A. and Huis In 't Veld, J. 1995. "Lactic acid decontamination of fresh pork carcasses: A pilot plant study." **Int. J. Food Microbiol.** 25: 1-9.

Visser, I.J.R., Koolmees, P.A. and Bijker, P.G.H. 1988. "Microbiological conditions and keeping quality of veal tongues as affected by lactic acid decontamination and vacuum packaging. **J. Food Prot.** 51: 208-213.

Warriss, P.D. 2000. **Meat science an introductory text.** Wallinford: CABL.

Whyte, P., McGill, K. and Collins, J.D. 2003. "An assessment of steam pasteurization and hot Water immersion treatments for the microbiological decontamination of broiler carcasses." **Food Microbiol.** 20: 111-117.

Williams, A.P., Avery, L.M., Killham, K. and Jones, D.L. 2008. "Moisture, sawdust, and bleach regulate the persistence of *Escherichia coli* O157:H7 on floor surfaces in butcher shops." **Food Control.** 19: 1119-1125.

Wong, E., Linton, R.H., and Gerrard, D.E. 1998. "Reduction of *Escherichia coli* and *Salmonella senftenberg* on pork skin and pork muscle using ultraviolet light." **Food Microbiol.** 15: 415-423.

Woolthuis, C.H.J. and Smulders, F.J.M. 1985. "Microbiological contamination of calf carcasses by lactic acid sprays." **J. Food Prot.** 48: 832-837.

Zinedine, A. and Mañes, J. 2009. "Occurrence and legislation of mycotoxins in food and feed from Morocco." **Food Control.** 20: 334-344.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

1. การเตรียมสารละลายกรดแลกติก

กรดแลกติกที่ใช้มีชื่อทางการค้าว่า PURAC 80 ในการทดลองใช้ที่ระดับความเข้มข้น 2 % ปริมาตรโดยปริมาร (v/v)

การเตรียมความเข้มข้นที่ 2 % สามารถทำได้โดย ละลายกรดแลกติก 2 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น 1 ลิตร จะได้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 %

2. ราคาสารละลายกรดแกลติก

กรดแลกติกที่มีชื่อทางการค้าว่า PURAC ราคาลิตรละ 90 บาท

สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % (v/v) คิดเป็นเงิน 0.18 บาท/ 1 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางภาคผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	150.54	21.51	124.92	0.0001
Error	22	3.79	0.17		
Total	29	154.33			
Source	df	Type III SS	MS	F	Pr>F
Treat	1	2.40	2.40	13.95	0.0011
Time	3	146.74	48.91	284.13	0.0001
Treat x Time	3	0.33	0.11	0.63	0.6019

C.V. = 5.41 %, R-Square = 0.98, Root MSE = 0.41

หมายเหตุ Treat หมายถึง การใช้สารละลายกรดแลกติกมี 2 ระดับคือ กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

Time หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมี 4 ระดับคือ 14, 30, 60 และ 90 วัน

ตารางภาคผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	0.012	0.00175	1.49	0.2220
Error	22	0.0258	0.0012		
Total	29	0.03799			
Source	df	Type III SS	MS	F	Pr>F
Treat	1	0.000052	0.000052	0.04	0.8349
Time	3	0.0121	0.0040	3.43	0.0347
Treat x Time	3	0.00015	0.000051	0.04	0.9875

C.V. = 0.63 %, R-Square = 0.32, Root MSE = 0.03

หมายเหตุ Treat หมายถึง การใช้สารละลายกรดแลกติกมี 2 ระดับคือ กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

Time หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมี 4 ระดับคือ 14, 30, 60 และ 90 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าความสว่าง (Lightness, L^*) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	27.53	3.93	0.74	0.6398
Error	22	116.66	5.30		
Total	29	144.19			
Source	df	Type III SS	MS	F	Pr>F
Treat	1	5.28	5.28	0.99	0.3294
Time	3	19.01	6.34	1.20	0.3347
Treat x Time	3	6.32	2.11	0.40	0.7562

C.V. = 5.17 %, R-Square = 0.19, Root MSE = 2.30

หมายเหตุ Treat หมายถึง การใช้สารละลายกรดแลกติกมี 2 ระดับคือ กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

Time หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมี 4 ระดับคือ 14, 30, 60 และ 90 วัน

ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าสีแดง (Redness, a^*) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	78.52	11.22	2.05	0.0943
Error	22	120.59	5.48		
Total	29	199.11			
Source	df	Type III SS	MS	F	Pr>F
Treat	1	19.60	19.60	3.57	0.0719
Time	3	55.50	18.50	3.37	0.0366
Treat x Time	3	7.54	2.51	0.46	0.7139

C.V. = 10.60 %, R-Square = 0.39, Root MSE = 2.34

หมายเหตุ Treat หมายถึง การใช้สารละลายกรดแลกติกมี 2 ระดับคือ กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

Time หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมี 4 ระดับคือ 14, 30, 60 และ 90 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, b^*) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	44.07	6.30	4.14	0.0048
Error	22	33.47	1.52		
Total	29	77.53			
Source	df	Type III SS	MS	F	Pr>F
Treat	1	16.54	16.54	10.87	0.0033
Time	3	22.74	7.58	4.98	0.0087
Treat x Time	3	7.60	2.53	1.67	0.2032

C.V. = 11.77 %, R-Square = 0.57, Root MSE = 1.23

หมายเหตุ Treat หมายถึง การใช้สารละลายกรดแลกติกมี 2 ระดับคือ กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

Time หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมี 4 ระดับคือ 14, 30, 60 และ 90 วัน

ตารางภาคผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	47.22	6.75	2.80	0.0302
Error	22	52.93	2.41		
Total	29	100.15			
Source	df	Type III SS	MS	F	Pr>F
Treat	1	0.008	0.008	0.00	0.9535
Time	3	43.28	14.43	6.00	0.0038
Treat x Time	3	3.91	1.30	0.54	0.6589

C.V. = 18.01 %, R-Square = 0.47, Root MSE = 1.55

หมายเหตุ Treat หมายถึง การใช้สารละลายกรดแลกติกมี 2 ระดับคือ กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

Time หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมี 4 ระดับคือ 14, 30, 60 และ 90 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	313.80	44.83	4.03	0.0055
Error	22	244.63	11.12		
Total	29	558.42			
Source	df	Type III SS	MS	F	Pr>F
Treat	1	1.96	1.96	0.18	0.6787
Time	3	279.03	93.01	8.36	0.0007
Treat x Time	3	24.26	8.09	0.73	0.5466

C.V. = 9.69 %, R-Square = 0.56, Root MSE = 3.33

หมายเหตุ Treat หมายถึง การใช้สารละลายกรดแลกติกมี 2 ระดับคือ กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

Time หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมี 4 ระดับคือ 14, 30, 60 และ 90 วัน

ตารางภาคผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าความนุ่มเหนียวโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	709.37	101.34	366.09	0.0001
Error	292	21.66	0.07		
Total	299	731.03			
Source	df	Type III SS	MS	F	Pr>F
Treat	1	0.99	0.99	13.34	0.0003
Time	3	707.83	235.94	3180.63	0.0001
Treat x Time	3	0.43	0.14	1.92	0.1259

C.V. = 2.95 %, R-Square = 0.97, Root MSE = 0.27

หมายเหตุ Treat หมายถึง การใช้สารละลายกรดแลกติกมี 2 ระดับคือ กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

Time หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมี 4 ระดับคือ 14, 30, 60 และ 90 วัน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	428.13	61.16	3205.38	0.0001
Error	56	1.07	0.02		
Total	63	429.19			
Source	df	Type III SS	MS	F	Pr>F
Treat	1	1.53	1.53	80.26	0.0001
Time	3	425.95	141.98	7441.22	0.0001
Treat x Time	3	0.64	0.21	11.24	0.0001

C.V. = 1.49 %, R-Square = 1.00, Root MSE = 0.14

หมายเหตุ Treat หมายถึง การใช้สารละลายกรดแลกติกมี 2 ระดับคือ กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

Time หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมี 4 ระดับคือ 14, 30, 60 และ 90 วัน

ตารางภาคผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	0.14	0.02	24.14	0.0001
Error	56	0.05	0.0008		
Total	63	0.19			
Source	df	Type III SS	MS	F	Pr>F
Treat	1	0.01	0.01	14.78	0.0003
Time	3	0.13	0.04	51.21	0.0001
Treat x Time	3	0.0004	0.0001	0.18	0.9122

C.V. = 0.53 %, R-Square = 0.75, Root MSE = 0.03

หมายเหตุ Treat หมายถึง การใช้สารละลายกรดแลกติกมี 2 ระดับคือ กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

Time หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมี 4 ระดับคือ 14, 30, 60 และ 90 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าความสว่าง (Lightness, L^*) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	239.88	34.27	11.11	0.0001
Error	56	172.77	3.09		
Total	63	412.65			
Source	df	Type III SS	MS	F	Pr>F
Treat	1	23.46	23.46	7.60	0.0078
Time	3	213.83	71.28	23.10	0.0001
Treat x Time	3	2.59	0.86	0.28	0.8398

C.V. = 4.01 %, R-Square = 0.58, Root MSE = 1.76

หมายเหตุ Treat หมายถึง การใช้สารละลายกรดแลกติกมี 2 ระดับคือ กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

Time หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมี 4 ระดับคือ 14, 30, 60 และ 90 วัน

ตารางภาคผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าสีแดง (Redness, a^*) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	53.45	7.64	2.18	0.0500
Error	56	196.33	3.51		
Total	63	249.78			
Source	df	Type III SS	MS	F	Pr>F
Treat	1	9.66	9.66	2.76	0.1024
Time	3	41.43	13.81	3.94	0.0128
Treat x Time	3	2.35	0.78	0.22	0.8794

C.V. = 8.23 %, R-Square = 0.21, Root MSE = 1.87

หมายเหตุ Treat หมายถึง การใช้สารละลายกรดแลกติกมี 2 ระดับคือ กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

Time หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมี 4 ระดับคือ 14, 30, 60 และ 90 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, b^*) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	29.49	4.21	2.39	0.0329
Error	56	98.85	1.77		
Total	63	128.35			
Source	df	Type III SS	MS	F	Pr>F
Treat	1	3.70	3.70	2.09	0.1535
Time	3	22.27	7.42	4.21	0.0094
Treat x Time	3	3.53	1.18	0.67	0.5767

C.V. = 12.72 %, R-Square = 0.23, Root MSE = 1.33

หมายเหตุ Treat หมายถึง การใช้สารละลายกรดแลกติกมี 2 ระดับคือ กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

Time หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมี 4 ระดับคือ 14, 30, 60 และ 90 วัน

ตารางภาคผนวกที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	92.81	13.26	14.64	0.0001
Error	56	50.70	0.91		
Total	63	143.50			
Source	df	Type III SS	MS	F	Pr>F
Treat	1	0.18	0.18	0.19	0.6606
Time	3	91.49	30.50	33.69	0.0001
Treat x Time	3	1.14	0.38	0.42	0.7391

C.V. = 17.97 %, R-Square = 0.65, Root MSE = 0.95

หมายเหตุ Treat หมายถึง การใช้สารละลายกรดแลกติกมี 2 ระดับคือ กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

Time หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมี 4 ระดับคือ 14, 30, 60 และ 90 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	62.66	8.95	1.30	0.2690
Error	56	386.60	6.90		
Total	63	449.27			
Source	df	Type III SS	MS	F	Pr>F
Treat	1	28.44	28.44	4.12	0.0472
Time	3	13.32	4.44	0.64	0.5907
Treat x Time	3	20.91	6.97	1.01	0.3954

C.V. = 7.65 %, R-Square = 0.14, Root MSE = 2.63

หมายเหตุ Treat หมายถึง การใช้สารละลายกรดแลกติกมี 2 ระดับคือ กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

Time หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมี 4 ระดับคือ 14, 30, 60 และ 90 วัน

ตารางภาคผนวกที่ 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าความนุ่มเหนียวโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Source	df	SS	MS	F	Pr>F
Model	7	884.84	126.41	1278.95	0.0001
Error	632	62.46	0.10		
Total	639	947.31			
Source	df	Type III SS	MS	F	Pr>F
Treat	1	7.81	7.81	79.07	0.0001
Time	3	875.71	291.90	2953.42	0.0001
Treat x Time	3	1.32	0.44	4.45	0.0042

C.V. = 6.33 %, R-Square = 0.93, Root MSE = 0.31

หมายเหตุ Treat หมายถึง การใช้สารละลายกรดแลกติกมี 2 ระดับคือ กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

Time หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อมี 4 ระดับคือ 14, 30, 60 และ 90 วัน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

Time	LSMean	Number	1	2	3	4
14 Day	5.95	1	.	0.0030	0.0001	0.0001
30 Day	6.57	2		.	0.0001	0.0001
60 Day	8.49	3			.	0.0001
90 Day	11.80	4				.

หมายเหตุ 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 18 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

Time	LSMean	Number	1	2	3	4
14 Day	5.48	1	.	0.0916	0.0269	0.0102
30 Day	5.45	2		.	0.3109	0.2130
60 Day	5.43	3			.	0.9405
90 Day	5.43	4				.

หมายเหตุ 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 19 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าความสว่าง (Lightness, L^*) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

Time	LSMean	Number	1	2	3	4
14 Day	43.79	1	.	0.2507	0.8379	0.1385
30 Day	45.00	2		.	0.2837	0.6114
60 Day	43.51	3			.	0.1698
90 Day	45.62	4				.

หมายเหตุ 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 20 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าสีแดง (Redness, a^*) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

Time	LSMean	Number	1	2	3	4
14 Day	22.41	1	.	0.2951	0.0579	0.1999
30 Day	21.28	2		.	0.0102	0.6984
60 Day	25.18	3			.	0.0085
90 Day	20.81	4				.

หมายเหตุ 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 21 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, b^*) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

Time	LSMean	Number	1	2	3	4
14 Day	10.73	1	.	0.0515	0.0370	0.4759
30 Day	9.60	2		.	0.0010	0.3014
60 Day	12.35	3			.	0.0158
90 Day	10.27	4				.

หมายเหตุ 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 22 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

Time	LSMean	Number	1	2	3	4
14 Day	6.93	1	.	0.0010	0.0075	0.0120
30 Day	9.58	2		.	0.9523	0.5783
60 Day	9.63	3			.	0.6173
90 Day	9.13	4				.

หมายเหตุ 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 23 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

Time	LSMean	Number	1	2	3	4
14 Day	38.31	1	.	0.0101	0.0012	0.0002
30 Day	34.11	2		.	0.1272	0.0659
60 Day	30.98	3			.	0.9247
90 Day	30.78	4				.

หมายเหตุ 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 24 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าความนุ่มเหนียวของเนื้อโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

Time	LSMean	Number	1	2	3	4
14 Day	10.76	1	.	0.0001	0.0001	0.0001
30 Day	9.66	2		.	0.0001	0.0001
60 Day	8.50	3			.	0.0001
90 Day	6.54	4				.

หมายเหตุ 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 25 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Time	LSMean	Number	1	2	3	4
14 Day	5.67	1	.	0.0001	0.0001	0.0001
30 Day	8.65	2		.	0.0001	0.0001
60 Day	9.94	3			.	0.0001
90 Day	12.85	4				.

หมายเหตุ 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 26 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Time	LSMean	Number	1	2	3	4
14 Day	5.54	1	.	0.0001	0.0001	0.0001
30 Day	5.45	2		.	0.1655	0.0722
60 Day	5.44	3			.	0.6705
90 Day	5.43	4				.

หมายเหตุ 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 27 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าความสว่าง (Lightness, L^*) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Time	LSMean	Number	1	2	3	4
14 Day	41.24	1	.	0.0058	0.0001	0.0001
30 Day	43.03	2		.	0.0008	0.0001
60 Day	45.23	3			.	0.3292
90 Day	45.84	4				.

หมายเหตุ 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 28 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าสีแดง (Redness, a^*) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Time	LSMean	Number	1	2	3	4
14 Day	21.56	1	.	0.0106	0.1634	0.0027
30 Day	23.31	2		.	0.2227	0.6207
60 Day	22.50	3			.	0.0890
90 Day	23.64	4				.

หมายเหตุ 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 29 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, b^*) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Time	LSMean	Number	1	2	3	4
14 Day	9.66	1	.	0.0234	0.2905	0.0016
30 Day	10.75	2		.	0.2119	0.3265
60 Day	10.16	3			.	0.0282
90 Day	11.22	4				.

หมายเหตุ 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 30 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Time	LSMean	Number	1	2	3	4
14 Day	3.45	1	.	0.0001	0.0001	0.0001
30 Day	5.30	2		.	0.2891	0.0001
60 Day	5.66	3			.	0.0018
90 Day	6.77	4				.

หมายเหตุ 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 31 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Time	LSMean	Number	1	2	3	4
14 Day	35.01	1	.	0.1764	0.5107	0.3902
30 Day	33.74	2		.	0.4824	0.6168
60 Day	34.39	3			.	0.8392
90 Day	34.20	4				.

หมายเหตุ 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 32 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าความนุ่มเหนียวของเนื้อโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Time	LSMean	Number	1	2	3	4
14 Day	6.51	1	.	0.0001	0.0001	0.0001
30 Day	5.46	2		.	0.0001	0.0001
60 Day	4.58	3			.	0.0001
90 Day	3.32	4				.

หมายเหตุ 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 33 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

Treatment	Time	LSMean	Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Control	14 Day	6.33	1	.	0.0154	0.0001	0.0001	0.0091	0.4448	0.0001	0.0001
Control	30 Day	7.02	2		.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0025	0.0013	0.0001
Control	60 Day	8.68	3			.	0.0001	0.0001	0.0001	0.3655	0.0001
Control	90 Day	12.01	4				.	0.0001	0.0001	0.0001	0.2428
Lactic	14 Day	5.58	5					.	0.0494	0.0001	0.0001
Lactic	30 Day	6.12	6						.	0.0001	0.0001
Lactic	60 Day	8.30	7							.	0.0001
Lactic	90 Day	11.60	8								.

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 34 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

Treatment	Time	LSMean	Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Control	14 Day	5.48	1	.	0.2795	0.1662	0.0792	0.8551	0.2424	0.0887	0.0611
Control	30 Day	5.45	2		.	0.5588	0.3882	0.2092	0.9272	0.3559	0.3218
Control	60 Day	5.44	3			.	0.8743	0.1303	0.6056	0.7729	0.7922
Control	90 Day	5.43	4				.	0.0579	0.4321	0.8743	0.9061
Lactic	14 Day	5.48	5					.	0.1796	0.0678	0.0442
Lactic	30 Day	5.45	6						.	0.3920	0.3606
Lactic	60 Day	5.43	7							.	0.9579
Lactic	90 Day	5.43	8								.

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก

14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 35 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าความสว่าง (Lightness, L^*) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

Treatment	Time	LSMean	Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Control	14 Day	43.72	1	.	0.3696	0.5759	0.1641	0.9232	0.4045	0.4398	0.4216
Control	30 Day	45.05	2		.	0.9020	0.5249	0.4219	0.9480	0.1533	0.9797
Control	60 Day	44.81	3			.	0.5345	0.6261	0.9411	0.2692	0.8940
Control	90 Day	46.14	4				.	0.1892	0.4893	0.0745	0.5846
Lactic	14 Day	43.86	5					.	0.4597	0.3988	0.4704
Lactic	30 Day	44.95	6						.	0.1669	0.9347
Lactic	60 Day	42.20	7							.	0.1826
Lactic	90 Day	45.09	8								.

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 36 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีแดง (Redness, a^*) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

Treatment	Time	LSMean	Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Control	14 Day	22.51	1	.	0.7408	0.0545	0.8370	0.8938	0.2014	0.4935	0.0893
Control	30 Day	22.01	2		.	0.0323	0.9355	0.8434	0.3368	0.3527	0.1511
Control	60 Day	26.49	3			.	0.0548	0.0443	0.0062	0.2761	0.0034
Control	90 Day	22.15	4				.	0.9281	0.3613	0.4296	0.1744
Lactic	14 Day	22.31	5					.	0.2499	0.4331	0.1110
Lactic	30 Day	20.56	6						.	0.1048	0.5306
Lactic	60 Day	23.87	7							.	0.0514
Lactic	90 Day	19.47	8								.

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก

14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 37 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, b^*) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

Treatment	Time	LSMean	Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Control	14 Day	10.71	1	.	0.7825	0.0118	0.4574	0.9596	0.0170	0.6684	0.0962
Control	30 Day	10.49	2		.	0.0073	0.3289	0.7440	0.0311	0.5253	0.1489
Control	60 Day	13.55	3			.	0.0691	0.0129	0.0001	0.0661	0.0008
Control	90 Day	11.39	4				.	0.4839	0.0067	0.8377	0.0362
Lactic	14 Day	10.75	5					.	0.0152	0.6964	0.0885
Lactic	30 Day	8.70	6						.	0.0261	0.6233
Lactic	60 Day	11.16	7							.	0.0875
Lactic	90 Day	9.15	8								.

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก
14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 38 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

Treatment	Time	LSMean	Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Control	14 Day	6.84	1	.	0.0233	0.0549	0.0165	0.8593	0.0048	0.0334	0.1661
Control	30 Day	9.24	2		.	0.8556	0.6337	0.0341	0.4942	0.6736	0.5041
Control	60 Day	9.48	3			.	0.8296	0.0718	0.7361	0.8409	0.4839
Control	90 Day	9.78	4				.	0.0232	0.9064	0.9963	0.3098
Lactic	14 Day	7.02	5					.	0.0073	0.0442	0.2149
Lactic	30 Day	9.92	6						.	0.9223	0.2135
Lactic	60 Day	9.79	7							.	0.3602
Lactic	90 Day	8.47	8								.

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 39 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

Treatment	Time	LSMean	Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Control	14 Day	39.30	1	.	0.0563	0.0016	0.0046	0.3552	0.0081	0.0267	0.0009
Control	30 Day	35.05	2		.	0.0506	0.1741	0.2959	0.3804	0.4040	0.0466
Control	60 Day	29.29	3			.	0.4486	0.0088	0.1781	0.3197	0.8367
Control	90 Day	31.63	4				.	0.0293	0.5356	0.7342	0.5356
Lactic	14 Day	37.31	5					.	0.0621	0.1110	0.0061
Lactic	30 Day	33.17	6						.	0.8633	0.1962
Lactic	60 Day	32.68	7							.	0.3744
Lactic	90 Day	29.92	8								.

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 40 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อความนุ่มเหนียวของเนื้อโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

Treatment	Time	LSMean	Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Control	14 Day	10.78	1	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.4220	0.0001	0.0001	0.0001
Control	30 Day	9.76	2		.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Control	60 Day	8.59	3			.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0480	0.0001
Control	90 Day	6.57	4				.	0.0001	0.0001	0.0001	0.3439
Lactic	14 Day	10.73	5					.	0.0001	0.0001	0.0001
Lactic	30 Day	9.55	6						.	0.0001	0.0001
Lactic	60 Day	8.42	7							.	0.0001
Lactic	90 Day	6.50	8								.

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 41 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Treatment	Time	LSMean	Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Control	14 Day	5.79	1	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0011	0.0001	0.0001	0.0001
Control	30 Day	8.98	2		.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Control	60 Day	10.05	3			.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0049	0.0001
Control	90 Day	12.93	4				.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0389
Lactic	14 Day	5.55	5					.	0.0001	0.0001	0.0001
Lactic	30 Day	8.33	6						.	0.0001	0.0001
Lactic	60 Day	9.84	7							.	0.0001
Lactic	90 Day	12.78	8								.

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก

14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 42 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าอุณหภูมิของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Treatment	Time	LSMean	Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Control	14 Day		1	.							
Control	30 Day		2		.						
Control	60 Day		3			.					
Control	90 Day		4				.				
Lactic	14 Day		5					.			
Lactic	30 Day		6						.		
Lactic	60 Day		7							.	
Lactic	90 Day		8								.

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก

14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 43 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Treatment	Time	LSMean	Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Control	14 Day	5.55	1	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.2003	0.0001	0.0001	0.0001
Control	30 Day	5.47	2		.	0.3043	0.2003	0.0001	0.0351	0.0029	0.0011
Control	60 Day	5.45	3			.	0.7964	0.0001	0.2662	0.0427	0.0188
Control	90 Day	5.45	4				.	0.0001	0.3913	0.0750	0.0351
Lactic	14 Day	5.54	5					.	0.0001	0.0001	0.0001
Lactic	30 Day	5.44	6						.	0.3460	0.2003
Lactic	60 Day	5.42	7							.	0.7309
Lactic	90 Day	5.42	8								.

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก

14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 44 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าความสว่าง (Lightness, L^*) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล- บราห์มัน

Treatment	Time	LSMean	Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Control	14 Day	40.51	1	.	0.0355	0.0001	0.0001	0.1006	0.0007	0.0001	0.0001
Control	30 Day	42.40	2		.	0.0051	0.0038	0.6293	0.1610	0.0008	0.0001
Control	60 Day	44.96	3			.	0.9165	0.0013	0.1414	0.5365	0.0614
Control	90 Day	45.05	4				.	0.0009	0.1159	0.6074	0.0767
Lactic	14 Day	41.98	5					.	0.0618	0.0002	0.0001
Lactic	30 Day	43.65	6						.	0.0390	0.0012
Lactic	60 Day	45.51	7							.	0.2035
Lactic	90 Day	46.64	8								.

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก

14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 45 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีแดง (Redness, a^*) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Treatment	Time	LSMean	Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Control	14 Day	21.07	1	.	0.0764	0.2985	0.0096	0.2973	0.0042	0.0503	0.0067
Control	30 Day	22.76	2		.	0.4530	0.3848	0.4546	0.2418	0.8461	0.3165
Control	60 Day	22.05	3			.	0.1084	0.9979	0.0576	0.3459	0.0828
Control	90 Day	23.58	4				.	0.1089	0.7599	0.4987	0.8932
Lactic	14 Day	22.05	5					.	0.0579	0.3472	0.0832
Lactic	30 Day	23.87	6						.	0.3274	0.8639
Lactic	60 Day	22.94	7							.	0.4181
Lactic	90 Day	23.71	8								.

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก

14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 46 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, b^*) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล- บราห์มัน

Treatment	Time	LSMean	Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Control	14 Day	9.22	1	.	0.1218	0.2140	0.0028	0.1907	0.0035	0.1205	0.0054
Control	30 Day	10.26	2		.	0.7545	0.1262	0.8062	0.1452	0.9955	0.1907
Control	60 Day	10.05	3			.	0.0672	0.9462	0.0786	0.7502	0.1068
Control	90 Day	11.29	4				.	0.0774	0.9403	0.1276	0.8207
Lactic	14 Day	10.10	5					.	0.0903	0.8019	0.1218
Lactic	30 Day	11.24	6						.	0.1468	0.8794
Lactic	60 Day	10.27	7							.	0.1925
Lactic	90 Day	11.14	8								.

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก

14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 47 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Treatment	Time	LSMean	Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Control	14 Day	3.39	1	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.8018	0.0003	0.0001	0.0001
Control	30 Day	5.39	2		.	0.5140	0.0227	0.0002	0.7320	0.6104	0.0010
Control	60 Day	5.70	3			.	0.0972	0.0001	0.3211	0.8856	0.0069
Control	90 Day	6.50	4				.	0.0001	0.0095	0.0724	0.2678
Lactic	14 Day	3.51	5					.	0.0007	0.0001	0.0001
Lactic	30 Day	5.22	6						.	0.3953	0.0004
Lactic	60 Day	5.63	7							.	0.0046
Lactic	90 Day	7.03	8								.

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก

14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 48 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Treatment	Time	LSMean	Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Control	14 Day	33.52	1	.	0.5943	0.5976	0.6558	0.0277	0.3934	0.4308	0.5589
Control	30 Day	32.82	2		.	0.2907	0.3294	0.0071	0.1683	0.1892	0.2659
Control	60 Day	34.22	3			.	0.9343	0.0892	0.7432	0.7938	0.9547
Control	90 Day	34.11	4				.	0.0753	0.6819	0.7311	0.8893
Lactic	14 Day	36.49	5					.	0.1669	0.1479	0.1000
Lactic	30 Day	34.65	6						.	0.9471	0.7865
Lactic	60 Day	34.57	7							.	0.8379
Lactic	90 Day	34.30	8								.

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก

14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 49 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายกรดแลกติกและระยะเวลาในการบ่มเนื้อต่อความนุ่มเหนียวของเนื้อโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

Treatment	Time	LSMean	Number	1	2	3	4	5	6	7	8
Control	14 Day	6.61	1	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Control	30 Day	5.52	2		.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0105	0.0001	0.0001
Control	60 Day	4.67	3			.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0006	0.0001
Control	90 Day	3.50	4				.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Lactic	14 Day	6.40	5					.	0.0001	0.0001	0.0001
Lactic	30 Day	5.40	6						.	0.0001	0.0001
Lactic	60 Day	4.50	7							.	0.0001
Lactic	90 Day	3.14	8								.

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก

14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 50 แสดงจำนวน Total Colifroms ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองที่บ่มในระยะเวลาต่างๆ (MPN/g)

ตัวอย่าง / วัน	กลุ่มควบคุม					กลุ่มที่ใช้กรดแลกติก				
	1	14	30	60	90	1		14	30	60	90
						ก่อน	หลัง				
1	240	<3	<3	<3	<3	240	<3	<3	<3	<3	<3
2	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	3.6	<3	<3	<3
3	3.6	3.6	<3	<3	<3	<3	<3	3.6	<3	<3	<3
4	3.6	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
5	1100	3.6	<3	<3	<3	3.6	<3	<3	<3	<3	<3

หมายเหตุ < 3 หมายถึง จำนวนที่สามารถตรวจพบได้มากที่สุด มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g

ตารางภาคผนวกที่ 51 แสดงจำนวน Fecal Coliforms ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองที่บ่มในระยะเวลาต่างๆ (MPN/g)

ตัวอย่าง / วัน	กลุ่มควบคุม					กลุ่มที่ใช้กรดแลกติก				
	1	14	30	60	90	1		14	30	60	90
						ก่อน	หลัง				
1	11	<3	<3	<3	<3	240	<3	<3	<3	<3	<3
2	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
3	3.6	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
4	9.2	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
5	460	3.6	<3	<3	<3	3.6	<3	<3	<3	<3	<3

หมายเหตุ < 3 หมายถึง จำนวนที่สามารถตรวจพบได้มากที่สุด มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 52 แสดงจำนวน *E. coli* ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองที่บ่มในระยะเวลาต่างๆ (MPN/g)

ตัวอย่าง / วัน	กลุ่มควบคุม					กลุ่มที่ใช้กรดแลกติก				
	1	14	30	60	90	1		14	30	60	90
						ก่อน	หลัง				
1	11	<3	<3	<3	<3	11	<3	<3	<3	<3	<3
2	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
3	3.6	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
4	9.2	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
5	460	<3	<3	<3	<3	3.6	<3	<3	<3	<3	<3

หมายเหตุ < 3 หมายถึง จำนวนที่สามารถตรวจพบได้มากที่สุด มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g

ตารางภาคผนวกที่ 53 แสดงจำนวน Total Coliforms ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล- บราห์มันที่บ่มในระยะเวลาต่างๆ (MPN/g)

ตัวอย่าง / วัน	กลุ่มควบคุม					กลุ่มที่ใช้กรดแลกติก				
	1	14	30	60	90	1		14	30	60	90
						ก่อน	หลัง				
1	<3	<3	<3	<3	<3	240	<3	<3	9.1	<3	<3
2	3.6	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	7.3	<3	<3
3	<3	9.1	<3	<3	<3	3.6	<3	<3	<3	<3	<3
4	3.6	3.6	<3	<3	<3	3.6	<3	<3	<3	<3	<3
5	7.3	<3	3.6	<3	<3	3.6	<3	<3	<3	<3	<3
6	<3	<3	9.1	<3	<3	<3	<3	<3	9.1	<3	<3
7	3.6	<3	<3	<3	<3	9.1	<3	<3	9.1	3	<3
8	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3

หมายเหตุ < 3 หมายถึง จำนวนที่สามารถตรวจพบได้มากที่สุด มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 54 แสดงจำนวน Fecal Coliforms ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันที่บ่มในระยะเวลาต่างๆ (MPN/g)

ตัวอย่าง / วัน	กลุ่มควบคุม					กลุ่มที่ใช้กรดแลกติก				
	1	14	30	60	90	1		14	30	60	90
						ก่อน	หลัง				
1	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
2	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
4	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
5	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
6	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
7	<3	<3	<3	<3	<3	9.1	<3	<3	<3	3	<3
8	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3

หมายเหตุ < 3 หมายถึง จำนวนที่สามารถตรวจพบได้มากที่สุด มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g

ตารางภาคผนวกที่ 55 แสดงจำนวน *E. coli* ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันที่บ่มในระยะเวลาต่างๆ (MPN/g)

ตัวอย่าง / วัน	กลุ่มควบคุม					กลุ่มที่ใช้กรดแลกติก				
	1	14	30	60	90	1		14	30	60	90
						ก่อน	หลัง				
1	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
2	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
4	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
5	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
6	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
7	<3	<3	<3	<3	<3	9.1	<3	<3	<3	3	<3
8	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3

หมายเหตุ < 3 หมายถึง จำนวนที่สามารถตรวจพบได้มากที่สุด มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/ g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 56 แสดงอุณหภูมิ (Temperature) ของเนื้อสันนอกโคพื้นเมือง

ระยะเวลา (วัน)	ค่าอุณหภูมิ (°C)		
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย
14	21.50	24.10	22.80
30	18.28	17.88	18.08
60	12.35	13.15	12.75
90	12.97	13.77	13.37
เฉลี่ย	15.45	16.32	

ตารางภาคผนวกที่ 57 แสดงอุณหภูมิ (Temperature) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าอุณหภูมิ (°C)		
	ควบคุม	กรดแลกติก	เฉลี่ย
14	9.21	8.50	8.86
30	9.45	10.18	9.81
60	8.03	7.95	7.99
90	7.38	6.91	7.14
เฉลี่ย	8.96	8.94	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายอาณัติ อุ่นเรือน
วัน/เดือน/ปีเกิด	วันที่ 9 กรกฎาคม 2525
ที่อยู่	เลขที่ 72 ถนนพินิจรังสรรค์ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม 48000
ประวัติการศึกษา	2547 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานวิชาการ	ผลงานตีพิมพ์ "Effects of lactic acid solution associated with postmortem aging on *Longissimus* M. quality of Thai native beef." **The 13 th Animal Science congress of the AsianAustralasian Association of Animal Production Societies.** Hanoi, Vietnam. 22nd-26th September 2008.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้