

# รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การใช้กรดแลคติกร่วมกับการบ่มเนื้อที่มีต่ออายุการเก็บรักษา  
และคุณภาพเนื้อโค

Lactic acid solution associated with aging period affecting shelf life  
and beef quality



ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณปี 2550 เงินรายได้  
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อต่อคุณภาพเนื้อโค

## Effect of Lactic Acid Solution Associated with Aging

### Period on Beef Quality

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองและโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน โดยใช้การจัดกลุ่มการทดลองแบบ 2 x 5 แฟกทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้กล้ามเนื้อสันนอก (longissimus dorsi) แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกเจือจางความเข้มข้น 2 % (v/v) บรรจุในถุงสุญญากาศและบ่มเนื้อที่อุณหภูมิ 0 - 4 °C เป็นระยะเวลา 1, 14, 30, 60 และ 90 วัน ในแต่ละระยะเวลาบ่มเนื้อจะทำการศึกษาด้านคุณภาพเนื้อโดยวัดค่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสีของเนื้อ เปอรเซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% drip loss) เปอรเซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% cooking loss) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler shear force) และทำการศึกษาด้านจุลินทรีย์ จากการทดลองพบว่าเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองมีอุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อและค่าความเป็นกรดต่างในเนื้อทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกระยะเวลาที่ทำการศึกษา ทำนองเดียวกันกับค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีแดง ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) ในเนื้อทั้งสองกลุ่มก็ไม่แตกต่างกันทางสถิติทุกระยะเวลาที่ทำศึกษา อย่างไรก็ตามค่าสีของเนื้อแต่ละค่ามีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มเนื้อทั้งสองกลุ่ม สำหรับค่า % drip loss และ ค่า % cooking loss ของทั้งสองกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกระยะที่ทำการศึกษา แต่มีแนวโน้มว่าชิ้นเนื้อสันนอกโคที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกจะมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนค่าแรงตัดผ่านเนื้อในวันที่ 1, 30 และ 60 กลุ่มควบคุมมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงกว่า ( $P<0.01$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก ส่วนในวันที่ 14 และ 90 ค่าแรงตัดผ่านของเนื้อทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันในทางสถิติ หากพิจารณาระยะเวลาการบ่มที่เนื้อมานขึ้นในทุกระยะที่ศึกษา จะพบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* บนเนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองที่บ่มในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4°C และพบว่าสารละลายกรดแลกติกสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 30 วัน

ทางด้านคุณภาพเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน พบว่าอุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงและไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ค่าความเป็นกรดต่างเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อมานขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ส่วนค่าความสว่าง ( $L^*$ ) มีแนวโน้มว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกจะมีสีซีดจางกว่ากลุ่มควบคุม ค่าสีแดงของเนื้อทั้งสองกลุ่มจะไม่แตกต่างกันในทางสถิติทุกระยะเวลาที่ศึกษา แต่มีแนวโน้มว่าเนื้อของกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก จะมีค่าสีแดง ( $a^*$ ) สูงกว่ากลุ่มควบคุม สำหรับค่า  $b^*$  เมื่อบ่มที่ระยะเวลา 1, 14 30, 60 และ 90 วัน พบว่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติทั้งสองกลุ่ม อย่างไรก็ตามในกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก พบว่าค่า  $b^*$  มีแนวโน้มสูงกว่าควบคุม และเมื่อพิจารณาระยะเวลาบ่มที่นานขึ้นพบว่าค่า  $b^*$  มีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นเดียวกันทั้งสองกลุ่ม

ค่า % drip loss ของเนื้อสันนอกโคทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างในทางสถิติทุกระยะเวลาที่ศึกษา เมื่อพิจารณาค่า % cooking loss เมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อมานานขึ้นมีแนวโน้มว่ามีค่าสูงขึ้นทั้งสองกลุ่ม สำหรับค่าแรงตัดผ่านเนื้อพบว่าทุกระยะในการศึกษากลุ่มควบคุมจะมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก ( $P<0.01$ ) เมื่อพิจารณาที่ระยะเวลาการบ่มเนื้อค่าแรงตัดผ่านเนื้อจะมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) เนื้อโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันที่ขุนด้วยเปลือกสับปะรด พบว่าเกิดการเน่าเสียได้เร็วกว่าโคพื้นเมือง ผลดังกล่าวอาจเนื่องมาจากลักษณะของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรด เนื้อจะมีลักษณะแฉะและเมื่อนำเย็นทำให้มีความชื้นที่ผิวเนื้อสูงจึงเป็นปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ในขณะที่เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองเนื้อจะมีลักษณะที่แห้งกว่า ดังนั้นการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองจึงเจริญเติบโตได้น้อยกว่า



## กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำรายงานวิจัยฉบับนี้จนสำเร็จได้ด้วยดีนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รศ.ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล และ รศ.ดร. ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ ที่ได้กรุณาแนะนำแนวทาง ช่วยชี้แนะให้คำปรึกษา และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำวิจัย ทำให้ข้าพเจ้าสามารถดำเนินงาน เข้าใจ และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่วางไว้ และขอขอบคุณ นายอานัติ อุ้นเรือน นักศึกษาระดับปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ที่ได้ช่วยเหลือในการทำวิจัย ที่ขาดมิได้ขอขอบพระคุณ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่ได้สนับสนุนงบประมาณ ปี 2550 เงินรายได้ ในการทำวิจัยครั้งนี้

คุณค่า และประโยชน์ของรายงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ทุกท่านที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ต่อไป

คมแข พิลาสมบัติ  
10 มีนาคม 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| บทที่ 1 บทนำ                                                            |    |
| ความสำคัญและที่มา.....                                                  | 1  |
| ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                                            | 2  |
| บทที่ 2 อุปกรณ์และวิธีการ                                               |    |
| อุปกรณ์.....                                                            | 14 |
| วิธีการ.....                                                            | 16 |
| บทที่ 3 ผลการทดลองและวิจารณ์                                            |    |
| อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อคุณภาพเนื้อสันนอก          |    |
| โคปันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0-4 °C..... | 23 |
| อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อคุณภาพเนื้อสันนอก          |    |
| โคลูกผสมพันธุ์จิมเมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศ         |    |
| ที่อุณหภูมิ 0-4 °C.....                                                 | 41 |
| บทที่ 4 สรุปและข้อเสนอแนะ                                               |    |
| สรุป.....                                                               | 57 |
| ข้อเสนอแนะ.....                                                         | 59 |
| บรรณานุกรม.....                                                         | 60 |
| ภาคผนวก.....                                                            | 66 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                                                                                                                                | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 ผลของการล้างซากด้วยกรดแลกติกต่อจำนวน aerobic plate counts (APC) และจำนวน <i>Enterobacteriaceae</i> counts (EBC) ก่อนกระบวนการเอาเครื่องในออก.....     | 7    |
| 2 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อที่เก็บรักษาในระยะเวลาต่างๆ .....                                                                             | 11   |
| 3 แสดงค่าอุณหภูมิ (Temperature) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....                                                      | 23   |
| 4 แสดงค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง<br>ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....                                                    | 24   |
| 5 แสดงค่าความสว่าง (Lightness, $L^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง<br>ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....                                           | 26   |
| 6 แสดงค่าสีแดง (Redness, $a^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง<br>ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....                                                 | 27   |
| 7 แสดงค่าสีเหลือง (Yellowness, $b^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง<br>ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....                                           | 28   |
| 8 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss)<br>ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....            | 31   |
| 9 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss)<br>ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....               | 33   |
| 10 แสดงค่าความนุ่มเหนียวโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force)<br>ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ ..... | 34   |
| 11 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)<br>ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....                                 | 37   |
| 12 แสดงจำนวน Total Coliforms, Fecal Coliforms และ <i>E. coli</i><br>ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....                  | 40   |
| 13 แสดงค่าอุณหภูมิ (Temperature) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มัน<br>ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....                                  | 41   |
| 14 แสดงค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มัน<br>ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....                                    | 43   |
| 15 แสดงค่าความสว่าง (Lightness, $L^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มัน<br>ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....                           | 45   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

|    |                                                                                                                                                                     |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 16 | แสดงค่าสีแดง (Redness, $a^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มัน<br>ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....                                                | 46 |
| 17 | แสดงค่าสีเหลือง (Yellowness, $b^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มัน<br>ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....                                          | 47 |
| 18 | แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss)<br>ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....           | 48 |
| 19 | แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss)<br>ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....              | 49 |
| 20 | แสดงค่าความนุ่มเหนียวโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force)<br>ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ ..... | 51 |
| 21 | แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count )<br>ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....                                | 53 |
| 22 | แสดงจำนวน Total Coliforms, Fecal Coliforms และ <i>E. coli</i><br>ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันที่บ่มในระยะเวลาต่างๆ .....                                | 55 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่                                                                                                                                                              | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 แสดงตำแหน่งของจีนเนื้อที่สุมจากจีนส่วนใหญ่และการกระจายพื้นที่<br>การสุมตัวอย่างเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ .....                    | 17   |
| 2 แสดงตำแหน่งของจีนเนื้อที่สุมจากจีนส่วนใหญ่และการกระจายพื้นที่<br>การสุมตัวอย่างเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน<br>ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ ..... | 18   |





# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มา

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

สำหรับการผลิตเนื้อโคให้มีคุณภาพนอกเหนือจากความสะดวกและความปลอดภัยต่อผู้บริโภคแล้ว ความนุ่มของเนื้อเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญและมีผลในการพิจารณาเลือกซื้อเนื้อสัตว์ แต่เนื่องจากความนุ่มของเนื้อเป็นผลจากปัจจัยภายในและภายนอกตัวสัตว์ซึ่งมีความผันแปร (Destefanis *et al.* 2008) จึงได้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้เพื่อปรับปรุงความนุ่มของเนื้อ การบ่มซากเป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้ปรับปรุงความนุ่ม ในทางปฏิบัติการบ่มซากมี 2 วิธีคือ การบ่มซากแบบดั้งเดิม (dry aging) และการบ่มซากแบบบรรจุถุงสุญญากาศ (wet aging) ปกติการบ่มซากมักใช้เวลา 14 – 21 วัน ที่อุณหภูมิประมาณ 3-4 องศาเซลเซียส (Ahnström *et al.* 2006 ; Smith *et al.* 2007) ซึ่งถ้าบ่มเนื้อมานานเกินกว่านี้ เชื้อจุลินทรีย์จะเพิ่มจำนวนขึ้น จึงต้องมีการควบคุมจุลินทรีย์บนเนื้อที่ทำการบ่ม นอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาการบ่มซากที่นานขึ้น จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อยีสต์จะมีจำนวนเพิ่มขึ้น (Ahnström *et al.* 2006)

ในงานวิจัยนี้มีแนวคิดในการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อโคระหว่างการบ่มเนื้อ เพื่อให้ผู้บริโภคมีความพึงพอใจทั้งทางด้านรสชาติและความปลอดภัยในการบริโภค การใช้สารละลายกรดแลกติกเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่มีความปลอดภัยในการนำมาใช้เพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ แต่ข้อจำกัดของการใช้สารละลายกรดแลกติกคือ สารละลายกรดแลกติกจะทำให้เนื้อมีสีซีดจาง ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคไม่พึงประสงค์ อย่างไรก็ตามส่วนใหญ่การศึกษาผลของสารละลายกรดแลกติก จะทำการศึกษากับเนื้อสัตว์ที่ไม่ได้ผ่านการบ่ม ในการศึกษานี้จะทำการบ่มเนื้อแบบบรรจุถุงสุญญากาศ ซึ่งปกติการบ่มเนื้อแบบนี้จะทำให้เนื้อสัตว์มีสีเปลี่ยนไป ดังนั้นจึงคาดว่าจะการใช้สารละลายกรดแลกติกไม่ใช่ปัจจัยหลักที่จะทำให้เนื้อสัตว์มีสีที่ไม่พึงประสงค์ ผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้สารละลายกรดแลกติกเพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ร่วมกับการบ่มเนื้อ ซึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่าจะทำให้เนื้อสัตว์มีอายุในการเก็บรักษานานขึ้นและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1.2.1 ความสำคัญของจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์

เนื้อสัตว์เป็นแหล่งของจุลินทรีย์หลายชนิด ซึ่งจุลินทรีย์ที่มักพบการปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์ได้แก่ จุลินทรีย์ก่อโรค และจุลินทรีย์ที่ทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสีย ดังนั้นการปนเปื้อนการจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์จึงเป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ โดยทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งเนื้อสัตว์อาจเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดการติดเชื้อไปสู่มนุษย์ได้ (Gormley, 2000) เชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์ เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสีย คุณภาพของเนื้อต่ำลง ทำให้สูญเสียทางด้านเศรษฐกิจ ซึ่งจุลินทรีย์หลายชนิดมักอยู่ภายในระบบท่อทางเดินอาหารสัตว์รวมถึงอาจพบได้ที่ผิวหนังของสัตว์ด้วย (Podolak *et al.* 1996)

Bensink *et al.* (2002) รายงานว่าระบบทางเดินอาหารของโคเป็นแหล่งของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนซากโค ซึ่งการปนเปื้อนของจุลินทรีย์บนซากสัตว์จะเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการฆ่า Eisel *et al.* (1997) รายงานว่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่มักพบปนเปื้อนบนเนื้อโคได้แก่ *Salmonella* sp., *Campylobacter* sp., *E. coli* และ *Listeria* sp. เป็นต้น Nissen *et al.* (2001) กล่าวถึงเชื้อก่อโรคอีกชนิดที่มักพบในเนื้อโคคือ *E. coli* O157:H7 ในระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นสาเหตุของการป่วยและเสียชีวิตจากโรคอาหารเป็นพิษ นอกจากนี้ Eisel *et al.* (1997) ยังพบเชื้อที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสีย ได้แก่ *Pseudomonas* sp., *Acinetobacter* sp. และ *Moraxella* sp. เป็นต้น โดยเชื้อเหล่านี้สามารถปนเปื้อนบนเนื้อโคในระหว่างกระบวนการผลิต

ผลกระทบของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อโค

1. ความสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547) ได้กำหนดให้เนื้อโคที่มีคุณภาพและถูกสุขลักษณะ จะต้องมียาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน  $5.70 \log \text{cfu/g}$  ( $5 \times 10^5 \text{cfu/g}$ ) หากเนื้อโคมียาจำนวนจุลินทรีย์เกินมาตรฐานกำหนด จะทำให้เนื้อโคเน่าเสีย คุณภาพของเนื้อต่ำลง และไม่เป็นที่ยอมรับของประเทศคู่ค้า ซึ่งเป็นผลเสียต่อการส่งออกของประเทศ

2. ผู้บริโภคเกิดการเจ็บป่วยจากโรคอาหารเป็นพิษ เนื่องจากบริโภคเนื้อสัตว์ที่มีเชื้อเข้าไป (Borch and Arinder, 2002) โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์มี 2 ลักษณะคือ เกิดจากผู้บริโภครับประทานอาหารที่มีเชื้อเข้าไปแล้วเชื้อเจริญในระบบทางเดินอาหาร 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) การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์สามารถเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอนตลอดกระบวนการผลิตตั้งแต่กระบวนการผลิตสัตว์จากฟาร์ม โดยเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคซึ่งอาศัยอยู่ในระบบทางเดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารของสัตว์ จะปนเปื้อนไปสู่สัตว์ปกติตัวอื่น และแพร่ไปสู่มนุษย์ได้ในระหว่างกระบวนการผลิต การจัดการ การบริโภคเนื้อและผลิตภัณฑ์จากสัตว์เหล่านั้น (Nørrung and Buncic. 2008)

3. ก่อให้เกิดการเน่าเสียของเนื้อสัตว์ การปนเปื้อนจุลินทรีย์จากกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์มีผลกระทบต่ออายุการเก็บรักษาที่สั้นลง Evans *et al.* (2004) กล่าวว่า การเก็บรักษาที่ห้องเย็นหรือตู้เย็นเชื้อจุลินทรีย์อาจไม่เจริญเติบโต แต่เชื้อสามารถแพร่กระจายไปในอากาศ และปนเปื้อนไปสู่เนื้อสัตว์ได้ Gill and Badoni (2004) รายงานว่าจุลินทรีย์จำพวก mesophilic และ psychrotrophic สามารถเจริญเติบโตในระหว่างการเก็บรักษาที่ห้องเย็น ซึ่งเป็นสาเหตุการเน่าเสียของเนื้อสัตว์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ Nychas *et al.* (2008) กล่าวว่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มักพบเป็นสาเหตุของการเน่าเสียในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (-1 ถึง 25 องศาเซลเซียส) ในสภาวะที่มีอากาศคือ *Pseudomonas* sp. ซึ่งจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสียคือ 7–8 log cfu/g

### 1.2.2 การลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์

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

1. วิธีทางกายภาพได้แก่ การใช้แสงอุลตราไวโอเลต (ultraviolet light) และการฉายรังสี (ionizing radiation) เป็นต้น

2. วิธีการล้างซาก สามารถลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์รวมทั้งกำจัดสิ่งสกปรกที่มองเห็นได้ แต่ประสิทธิภาพของการล้างซากจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ชะล้าง จำนวนของจุลินทรีย์ที่ติดบนผิวซากสัตว์ และวิธีการใช้น้ำชะล้าง โดยมีปัจจัยคือ แรงดันในการฉีดพ่น อัตราการไหลของน้ำ ชนิดของหัวฉีด ลักษณะรูปร่างและมุมของละอองน้ำที่ฉีดพ่น การล้างด้วยน้ำแรงดันสูงสามารถลดการปนเปื้อนได้ดีกว่าการล้างด้วยแรงดันต่ำ แต่แรงดันน้ำที่มากเกินไปอาจทำให้จุลินทรีย์แทรกเข้าสู่เนื้อเยื่อได้ การฉีดพ่นด้วยไอน้ำเป็นการใช้ไอน้ำร้อนร่วมกับการปรับแรงดันน้ำ การใช้แรงดันต่ำอาจต้องฉีดพ่นซ้ำอีกครั้ง หรือการใช้แรงดันสูงจะใช้ระยะเวลาที่สั้นกว่า (Gormley. 2000)

3. วิธีการทางเคมีหรือการใช้สารเคมี ในการเลือกใช้สารเคมีเพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนซากหรือเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะในประเทศสหรัฐอเมริกา มีข้อกำหนดดังนี้

1) เป็นสารที่ได้รับการรับรองว่ามีความปลอดภัยในการใช้ (generally recognized as safe; GRAS)

2) ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงภายหลังการใช้

3) ต้องไม่ใช่สารที่เป็นส่วนผสมของอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



4) มีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ว่ามีประสิทธิภาพในการลดเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่ปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์

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

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

### 1.2.3 การใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์

กรดแลกติกแบ่งเป็น 2 ไอโซเมอร์คือ L (+) และ D (-) โดยแบ่งตามระบบการตั้งชื่อที่สัมพันธ์กับ stereospecificity ไอโซเมอร์ L (+) และ D (-) บ่งบอกถึงการหมุนระนาบแสงขาวและซ้ายตามลำดับ ในรูป D (-) จะได้มาจากการสังเคราะห์ ส่วนกรดแลกติกในรูป L (+) จะพบได้ในมนุษย์ สัตว์ และอาหารตามธรรมชาติ ซึ่งในร่างกายมนุษย์กรดแลกติกจะสร้างจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของกลูโคสหรือไกลโคเจน นอกจากนี้จุลินทรีย์บางชนิดยังสามารถสร้างกรดแลกติกได้เช่น แบคทีเรียกรดแลกติก (lactic acid bacteria) ซึ่งสร้างจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของแบคทีเรีย ส่วนใหญ่กระบวนการสร้างกรดแลกติกมักเกิดจากกระบวนการหมักน้ำตาลซูโครส (sucrose) และน้ำตาลเดกโตรส (dextrose) การผลิตกรดแลกติกในบางกรณีอาจมีสารตั้งต้นเป็นกากน้ำตาล (molasses) หางนมผง (whey) น้ำทิ้งจากการกลั่นกรดซัลฟูริก (sulphite waste liquor) เป็นต้น ซึ่งสามารถผลิตกรดแลกติกเป็นปริมาณมากและเหมาะสมสำหรับการใช้ในอุตสาหกรรม กรดแลกติกที่ผลิตได้จะเป็นไอโซเมอร์ใดขึ้นอยู่กับชนิดแบคทีเรียกรดแลกติก เวลา และค่าความเป็นกรดต่างในกระบวนการผลิต กรดแลกติกในทางการค้ามีอยู่ 3 ประเภทคือ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2. Edible grade เป็นกรดแลกติกที่สามารถรับประทานและใช้กับอาหารได้ ลักษณะเป็นของเหลวสีค่อนข้างเหลือง โดยกรดแลกติกประเภทนี้จะมีความเข้มข้น 50 หรือ 80 %

3. Pharmaceutical grade เป็นกรดแลกติกที่ใช้ในทางการแพทย์และเภสัชศาสตร์ ลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี และมีความเข้มข้น 88 หรือ 90 % (Smulder *et al.* 1986)

กรดแลกติกมีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากทำให้ค่าความเป็นกรดต่างลดต่ำลง ทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งในสภาวะนี้จะทำให้ช่วงการเจริญเติบโต (lag phase) ใช้ระยะเวลานานขึ้น จึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ช้าลง (Woolthuis and Smulders. 1985) การยับยั้งจุลินทรีย์โดยกรดนั้นเกิดจากส่วนที่เป็น lipophilic ของกรด ซึ่งอยู่ในรูปโมเลกุลที่ไม่แตกตัวซึมผ่านเข้าไปใน plasma membrane ของจุลินทรีย์ ซึ่งปกติมีค่าความเป็นกรดต่างค่อนข้างเป็นกลาง (pH 7) เมื่อกรดเข้าไปภายในจะทำให้เกิดสภาวะแตกตัวของโปรตอน (proton) และคอนจูเกตเตด เบส (conjugated base) มีผลในการทำลายออกซิเดทีฟ ฟอสฟอริเลชัน ฟอรัม (oxidative phosphorylation form) ของระบบการขนส่งอิเล็กตรอน (electron transport system) รวมถึงการยับยั้งระบบการขนส่งสารโมเลกุล (substrate molecule) เข้าสู่เซลล์ เป็นผลให้เกิดการทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Adam and Hall. 1988)

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

Van Netten *et al.* (1995) กล่าวว่า การใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1-2 % ที่อุณหภูมิของสารละลายกรดแลกติก 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 วินาที มีผลในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนซากโค และยังคงกล่าวเสริมว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ที่อุณหภูมิของสารละลายกรดแลกติก 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 120 วินาที สามารถขจัดเชื้อ *Salmonella* บนซากไก่โดยไม่มีผลต่อคุณภาพของซากไก่ ซึ่งในการศึกษา *In vitro* พบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ที่ค่าความเป็นกรดต่าง 2.6 อุณหภูมิของสารละลาย 37 องศาเซลเซียส สามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* ได้ถึง 5 log cfu/ml

Van Netten *et al.* (1995) ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงผลของอุณหภูมิสารละลายกรดแลกติกต่อประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* บนซากสุกร โดยมีอุณหภูมิของกรดที่ใช้คือ 11 องศาเซลเซียส (cold lactic) และ 55 องศาเซลเซียส (hot lactic) แต่เมื่อฉีดพ่นลงบนซากสุกรอุณหภูมิบนผิวซากจะมีค่าเท่ากับ 16 -18 องศาเซลเซียส และ 36-38 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกที่ใช้คือ 2 และ 5 % มีระยะเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นสำหรับ cold lactic เท่ากับ 30, 60 และ 120 วินาที สำหรับ hot lactic เท่ากับ 30, 60, 90 และ 120 วินาที ส่วนกลุ่มควบคุมฉีดพ่นด้วยน้ำอุณหภูมิ 11 และ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วินาที ผลการทดลองพบว่าสารละลายกรดแลกติกที่มีอุณหภูมิ 11 องศาเซลเซียส ไม่สามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* ได้เลย ในขณะที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส สามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* ได้ถึง 5 log cfu/ml

อุณหภูมิสูงมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* บนซากสุกร ได้ดีกว่าสารละลายกรดแลกติก ที่มีอุณหภูมิต่ำ ส่วนการฉีดพ่นด้วยน้ำเย็นและน้ำร้อนสามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* ได้ 0.2 และ 0.3 log cfu/cm<sup>2</sup> ตามลำดับ ในขณะที่สารละลายกรดแลกติกที่อุณหภูมิสูงความเข้มข้น 2 และ 5 % ฉีดพ่นนาน 120 วินาทีหรือสารละลายกรดแลกติกที่อุณหภูมิสูงความเข้มข้น 2 และ 5 % ฉีดพ่นนาน 30 วินาที สามารถลดเชื้อ *Salmonella* บนซากสุกรได้ 1.0 log cfu/cm<sup>2</sup> การใช้สารละลายกรดแลกติก อุณหภูมิสูงที่ความเข้มข้น 2 และ 5 % เป็นเวลา 60 วินาที สามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* ได้ถึง 2.9 log cfu/cm<sup>2</sup>

อย่างไรก็ตามพบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกที่อุณหภูมิสูงทั้งสองความเข้มข้น มีผลทำให้สีของเนื้อแดงซีดจางลงและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่ง Pipek *et al.* (2004) สนับสนุนว่า ประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นเมื่อสารละลายกรดแลกติก มีอุณหภูมิสูงขึ้น อย่างไรก็ตามอิทธิพลของกรดแลกติกที่มีต่อสีของเนื้อ บางรายงานพบว่ากรดแลกติกไม่มีอิทธิพลต่อสีเนื้อ Pipek *et al.* (2005b) รายงานว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ฉีดพ่นบนซากโคและซากสุกร จะทำให้สีของเนื้อซีดจางลง ทำนองเดียวกันกับ Pilasombut *et al.* (2007) ที่ศึกษาผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % จุ่มเนื้อสุกร เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่จุ่มน้ำกลั่น ทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30-38 องศาเซลเซียส พบว่าชิ้นเนื้อที่จุ่มสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % จะมีความสว่าง (lightness, L\*) เฉลี่ยเท่ากับ 43.25 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มจุ่มน้ำกลั่นที่มีค่าเท่ากับ 37.03 และ 37.09 ส่วนค่าความสดใส (redness, a\*) เฉลี่ยของเนื้อที่จุ่มสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % กลุ่มควบคุม และกลุ่มจุ่มน้ำกลั่น จะมีค่าเท่ากับ 11.50, 14.76 และ 13.37 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกมีผลต่อสีของเนื้อ โดยจะทำให้เนื้อสุกซีดจางและมีสีน้ำตาล

Djenane *et al.* (2003) ได้ศึกษาการเก็บรักษาชิ้นเนื้อโคที่ใช้กรดแลกติกความเข้มข้น 1.5 % และเก็บรักษาภายใต้สภาพคัดแปลงบรรยากาศเป็นระยะเวลา 27 วัน (บรรจุก๊าซออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และไนโตรเจนความเข้มข้น 70, 20 และ 10 % ตามลำดับ และบรรจุก๊าซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ความเข้มข้น 60 และ 40 % ตามลำดับ) พบว่าการใช้กรดแลกติกกับชิ้นเนื้อที่บรรจุแบบคัดแปลงบรรยากาศที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 40 % สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Lactic acid bacteria*, *Brochothrix thermosphacta* และ *Pseudomonas* sp. ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ซึ่งดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชิ้นเนื้อที่บรรจุคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 20 % นอกจากนี้ยังพบว่าชิ้นเนื้อที่บรรจุแบบคัดแปลงบรรยากาศซึ่งบรรจุคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 40 % และการใช้กรดแลกติกหรือทั้งสองอย่างร่วมกัน ไม่มีผลต่อการออกซิเดชันของไมโอโกลบิน (myoglobin oxidation) หรือความสดใสของเนื้อ (a\*)

Pipek *et al.* (2005a) ศึกษาการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนซากโคด้วยไอน้ำร้อนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และร่วมกับการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% (v/v) อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส 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 องศาเซลเซียส 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) ได้ศึกษาประสิทธิภาพการล้างซากโดยการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % (v/v) ก่อนกระบวนการเอาเครื่องในออก พบว่าสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศ (aerobic plate counts, APC) ได้ 1.6 log cfu/100 cm<sup>2</sup> และการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกสามารถลดจำนวนเชื้อ *Enterobacteriaceae* ได้ 1.0 log cfu/100 cm<sup>2</sup> ดังตารางที่ 1 นอกจากนี้ยังพบว่าภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก สามารถลดจำนวน *E. coli* O157:H7 บนซากโคได้มากถึง 35 %

**ตารางที่ 1** ผลของการล้างซากด้วยกรดแลกติกต่อจำนวน aerobic plate counts (APC) และจำนวน *Enterobacteriaceae* counts (EBC) ก่อนกระบวนการเอาเครื่องในออก

|              | ค่าเฉลี่ยของ APC (log cfu/100 cm <sup>2</sup> ) | ค่าเฉลี่ยของ EBC (log cfu/100 cm <sup>2</sup> ) |
|--------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| ก่อนล้าง     | 6.1                                             | 4.0                                             |
| หลังล้าง     | 4.5                                             | 3.0                                             |
| จำนวนที่ลดลง | 1.6                                             | 1.0                                             |

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



### 1.2.4 คุณภาพเนื้อและมาตรฐานเนื้อโค

จุฬารัตน์ เศรษฐกุล (2543) กล่าวว่าในการกำหนดคุณภาพเนื้อ (Meat Quality) ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลัก 3 ประการคือ คุณลักษณะคุณภาพเนื้อ (meat quality characteristics) คุณภาพของการผลิต (production quality) และความพึงพอใจของผู้บริโภค (consumer appreciation) เนื้อที่มีคุณภาพดีจะต้องให้คุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน ได้แก่ โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และวิตามินในปริมาณที่เหมาะสม ปราศจากการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ ปรสิตร สารตกค้าง และมลพิษทางสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตจากฟาร์มจนถึงการแปรรูปเป็นเนื้อสัตว์ อีกทั้งยังต้องมีคุณสมบัติที่ดี เช่น ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ค่าความเป็นกรดของเนื้อ และลักษณะเนื้อสัมผัส เป็นต้น เมื่อนำเอาเนื้อนั้นไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ แต่สุดท้ายผู้บริโภคจะเป็นผู้ตัดสินว่าเนื้อนั้นมีคุณภาพดีหรือไม่ ซึ่งคุณสมบัติของเนื้อที่มีคุณภาพดีต้องประกอบด้วยคุณสมบัติดังนี้

- 1) คุณค่าทางโภชนาการ (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) การปนเปื้อนจากปรสิตร การปนเปื้อนจากมลพิษทางสิ่งแวดล้อม และสารตกค้าง สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547) ได้กำหนดคุณภาพขั้นต่ำของเนื้อโคที่มีมาตรฐาน โดยต้องผ่านการฆ่าและตัดแต่งจากโรงฆ่าที่ถูกสุขลักษณะตามข้อกำหนดของกฎหมาย เนื้อโคต้องอยู่ในสภาพที่สะอาด มีแดงสดจนถึงสีแดงเข้มและสม่ำเสมอ ปราศจากสิ่งปนเปื้อนที่ร้ายแรง เชื้อปรสิตรในเนื้อ สารพิษตกค้าง สิ่งแปลกปลอมที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และวัตถุเจือปนอาหาร ซึ่งข้อกำหนดด้านสุขลักษณะของเนื้อโคได้หมายรวมถึงการเก็บรักษาและการขนส่ง ต้องปฏิบัติอย่างถูกสุขลักษณะทุกขั้นตอน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค

ข้อกำหนดด้านจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนบนเนื้อโค ต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ

1. จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกินเกิน  $5 \times 10^5$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 966.23C หรือวิธีการทดสอบที่เทียบเท่า
2. โคลิฟอร์ม (coliform organism) กำหนดค่า Most Probable Number (MPN) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ต้องไม่เกินเกิน  $5 \times 10^3$  โคโลนี วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 966.24 หรือวิธีการทดสอบที่เทียบเท่า
3. ซาลโมเนลลา (*Salmonella* sp.) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 967.26 หรือวิธีการทดสอบที่เทียบเท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



4. สตาฟีโลคอคคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) กำหนดค่า Most Probable Number (MPN) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ต้องไม่เกินเกิน  $1 \times 10^2$  โคโลนี วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 975.55 หรือวิธีการทดสอบที่เทียบเท่า

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

5) คุณค่าทางด้านจริยธรรมและจิตใจ (ethical value) ได้แก่ การเลี้ยงและการจัดการสัตว์โดยการคำนึงถึงสวัสดิภาพสัตว์ให้สัตว์ได้รับความเครียดน้อยที่สุด ตั้งแต่การเลี้ยงในระดับฟาร์มจนถึงกระบวนการฆ่าในโรงฆ่าสัตว์

### 1.2.5 ผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อคุณภาพเนื้อ

Smulder *et al.* (1995) รายงานว่าการกรดแลกติกอาจมีผลต่อสีของเนื้อสัตว์ ซึ่งบางครั้งผู้บริโภคไม่ยอมรับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติก การใช้ที่ความเข้มข้นสูงจะทำให้เนื้อซีดจางและไม่สามารถกลับเป็นปกติได้ เช่น ในซากสุกรหากใช้ในระดับความเข้มข้น 2.5 % จะทำให้สีซีดจางและไม่สามารถกลับเป็นปกติได้ การใช้ความเข้มข้นต่ำเพียง 1% ฉีดพ่นบนซากโคจะทำให้สีซีดจางเพียงเล็กน้อยและสามารถกลับคืนเป็นปกติได้ ในเนื้อลูกโคการใช้ที่ความเข้มข้นต่ำ พบว่าไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อ กรณีซากสัตว์มีจุดเลือดการใช้สารละลายกรดแลกติกโดยเฉพาะที่ความเข้มข้นสูง จะทำให้จุดเลือดจับตัวและปรากฏเป็นจุดสีน้ำตาลดำคล้ายสนิม

การใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้นสูงอาจมีผลต่อกลิ่นและรสชาติของเนื้อโค ซึ่งการใช้ในระดับความเข้มข้น 4 % มีผลทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ แต่ถ้าหากเก็บเนื้อลูกแกะแบบบรรจุสุญญากาศจะสามารถใช้ความเข้มข้นได้ถึง 5 % โดยไม่มีผลต่อกลิ่นและรสชาติเมื่อเก็บนานถึง 12 สัปดาห์ ในเนื้อโคการใช้ในระดับความเข้มข้นเพียง 1 % จะมีผลต่อกลิ่นและรสชาติเพียงเล็กน้อยเท่านั้น บางกรณีอาจทำให้กลิ่นและรสชาติดีขึ้นได้

ด้านผลกระทบของการใช้สารละลายกรดต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% drip loss) เนื่องจากการใช้สารละลายกรดจะทำให้ค่าความเป็นกรดต่างภายในเซลล์กล้ามเนื้อลดลง อาจทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวและเป็นผลให้มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นได้ สำหรับชิ้นเนื้อสุกรที่จุ่มด้วยสารละลายกรด (กรดอะซิติก 3 % โซเดียมแอสคอเบต 3 %, กรดอะซิติก 3 % โซเดียมคลอไรด์ 1.5 % และกรดอะซิติก 1 % กรดแลกติก 1 %) และเก็บรักษาแบบบรรจุสุญญากาศในตู้เย็นเป็นเวลา 4 สัปดาห์ จะมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น กรณีเนื้อสันนอกโคที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1 % และเก็บรักษาแบบบรรจุสุญญากาศด้วยการแช่แข็งเป็นระยะเวลา 90 วันแล้วนำมาหาค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของการละลายและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก พบว่าสารละลายกรดแลกติกไม่มีผลต่อค่าทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pipek *et al.* (2004) รายงานการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาของซากโคและสุกร ที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % อุณหภูมิของสารละลายเท่ากับ 45 และ 15 องศาเซลเซียส และฉีดพ่นน้ำอุ่นอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ภายหลังจากและเก็บรักษาในห้องเย็นอุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 วัน จากการทดลองพบว่าสารละลายกรดแลกติกอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียสมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด โดยซากโคที่ฉีดพ่นน้ำอุ่นอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส สารละลายกรดแลกติกอุณหภูมิ 45 และ 15 องศาเซลเซียส จะมีน้ำหนักสูญเสียระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 2 วันเท่ากับ 2.14, 1.52 และ 1.78 % ตามลำดับ ส่วนในซากสุกรจะมีน้ำหนักสูญเสียระหว่างการเก็บรักษาเท่ากับ 3.10, 2.43 และ 2.13 % ตามลำดับ ซึ่งการใช้สารละลายกรดแลกติกมีผลทำให้โครงสร้างของโปรตีนที่ผิวซากเปลี่ยนแปลงและเสถียรภาพไป จึงทำให้ช่องว่างที่ผิวซากหดตัวแคบลง ซากสัตว์จึงมีการระเหยน้ำลดลง

### 1.2.6 การปรับปรุงความนุ่มของเนื้อด้วยการบ่มซาก

การบ่มซากเป็นวิธีการปรับปรุงคุณภาพเนื้อให้มีความนุ่มเพิ่มขึ้น เนื่องจากภายหลังจากสัตว์ตายจะเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างถาวร (rigor mortis) ทำให้เนื้ออยู่ในสภาพที่เหนียวมาก เพราะเป็นระยะที่เนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ต่ำสุด การบ่มซากระยะหนึ่งจะช่วยให้ซากนุ่มขึ้นได้ เนื่องจากการบ่มซากเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ที่มีอยู่ในเนื้อ ให้ออกมาย่อยโปรตีนให้แตกเป็นโมเลกุลได้มากขึ้น ช่วยย่อยเส้นใยกล้ามเนื้อให้อ่อนตัวลง (Epley. 2007) การบ่มซากมีหลายวิธีได้แก่

**1.2.6.1 การบ่มแบบดั้งเดิม (dry aging)** เป็นการบ่มซากทั้งซากไว้ที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส การบ่มทั้งซากมักใช้ระยะเวลานาน และซากควรมีไขมันหุ้มซากหนาพอที่จะป้องกันไม่ให้เนื้อเปลี่ยนสี และรักษาให้มีการระเหยของน้ำน้อยที่สุด บางกรณีจะให้มีความชื้นในห้องเก็บซาก 70-75 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้ผิวเนื้อแห้ง บางกรณีจะให้มีความชื้น 85-90 เปอร์เซ็นต์เพื่อให้เกิดราเกาะ ซึ่งจะทำให้เกิดกลิ่นหอมและลดการระเหยของน้ำให้น้อยลง การบ่มเนื้อเฉพาะชิ้นส่วนใหญ่แบบติดกระดูกสามารถบ่มได้นานถึง 14 สัปดาห์ การบ่มซากแบบนี้ในบางกรณีจะใช้ผ้าดิบสีขาวห่อซากให้ตึงและตรึงให้แนบชิดกับซากด้วยเหล็กปลายแหลม เพื่อให้ผ้าดูดซับน้ำและเลือดที่ติดอยู่กับซาก และป้องกันการระเหยของน้ำออกจากซากระหว่างการเก็บรักษาในห้องเย็น (กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ. 2549) ข้อเสียของการบ่มซากแบบดั้งเดิมคือ เป็นวิธีการที่มีค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากใช้พื้นที่ในการบ่มซากมาก ต้องใช้ระยะเวลานานเพื่อให้เนื้อนุ่ม (Destefanis *et al.* 2008) มีการหดตัวของผิวซากจึงต้องตัดแต่งผิวซากที่แห้งออกไป ซึ่งเป็นการสูญเสียน้ำหนักทำให้น้ำหนักซากหลังตัดแต่งลดต่ำลง (Ahnström *et al.* 2006 ; Destefanis *et al.* 2008) การแขวนเนื้อต้องมีความสะอาด และในช่วงระหว่าง 2 -4 สัปดาห์จะต้องมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นอีกด้วย

**1.2.6.2 การบ่มแบบบรรจุสุญญากาศหรือการบ่มแบบเปียก (vacuum aging or wet aging)** เป็นการบ่มในถุงพลาสติกที่สามารถป้องกันความชื้นระเหยออกได้ โดยไม่ให้มีออกซิเจนอยู่ภายใน ทำให้น้ำหนักเนื้อลดลงไม่มาก เนื้อสัตว์อาจดูความชื้นในถุงเป็นผลให้เพิ่มความฉ่ำและความนุ่มขึ้นได้ การบ่มแบบนี้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแต่งเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้จะเพิ่มความนุ่มได้เร็วและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการบ่มแบบดั้งเดิม (กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ. 2549) นอกจากนี้ Braghieri *et al.* (2007) ยังกล่าวสนับสนุนว่าวิธีนี้สามารถลดการสูญเสียพลังงาน ลดการสิ้นเปลืองพื้นที่ในห้องแช่เย็นระหว่างการบ่มเนื้อ อีกทั้งวิธีการนี้ไม่ก่อให้เกิดผลเสียใดๆ และยังสามารถขยายระยะเวลาบ่มเนื้อออกไปให้นานได้ หากต้องการให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้นอีก

Smith *et al.* (2007) เปรียบเทียบวิธีการบ่มซากแบบดั้งเดิมกับการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศ โดยใช้เนื้อสันนอกโคและมีระยะเวลาบ่มที่ 14, 21, 28 และ 35 วัน พบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อของการบ่มทั้งสองแบบไม่แตกต่างกัน ระยะเวลาบ่มที่นานขึ้นจะทำให้เนื้อโคมีความนุ่มเพิ่มขึ้นและนุ่มมากที่สุดเมื่อบ่มเป็นระยะเวลา 35 วัน ไม่พบความแตกต่างของลักษณะความน่ารับประทานของเนื้อที่บ่มทั้งสองวิธี ส่วนระยะเวลาบ่มมีผลต่อรสชาติและความฉ่ำน้ำ โดยเนื้อที่บ่มเป็นระยะเวลา 21 วัน จะมีคะแนนของรสชาติมากที่สุด และความฉ่ำน้ำของเนื้อจะมีคะแนนมากที่สุดเมื่อบ่มเป็นระยะเวลา 35 วัน

เมื่อพิจารณาถึงวิธีการบ่มเนื้อและระยะเวลาต่อการสูญเสียน้ำหนักของเนื้อ จะพบความแตกต่างของการสูญเสียน้ำหนักจากการหดตัว (cooler shrink) การสูญเสียน้ำหนักระหว่างเก็บรักษา (purge) และการสูญเสียน้ำหนักจากการตัดแต่ง (cut loss) โดยการสูญเสียน้ำหนักจากการหดตัวของเนื้อจะมีค่ามากที่สุดเมื่อทำการบ่มแบบดั้งเดิมเป็นระยะเวลา 35 วัน การสูญเสียน้ำหนักระหว่างเก็บรักษาจากการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศจะมีค่ามากที่สุดเมื่อบ่มเป็นระยะเวลา 14 วัน ส่วนการบ่มแบบดั้งเดิมจะมีค่ามากที่สุดในวันที่ 28 สำหรับการสูญเสียน้ำหนักจากการตัดเมื่อบ่มแบบดั้งเดิมในวันที่ 28 จะมีค่ามากที่สุด และการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศจะมีค่ามากที่สุดในวันที่ 21 ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อที่เก็บรักษาในระยะเวลาต่างๆ

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

อักษรที่แตกต่างในแถวเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

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

Ahnström *et al.* (2006) ได้ทำการเปรียบเทียบการบ่มซากโคแบบดั้งเดิมกับการบ่มซากโคแบบดั้งเดิมแต่ห่อด้วยถุงพลาสติกที่อากาศสามารถผ่านเข้าออกได้ โดยใช้ระยะเวลาในการบ่ม 14 และ 21 วัน ที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียส จากการศึกษาไม่พบความแตกต่างของค่าความเป็นกรด-ด่าง ความชื้น แลสสารเป็นเอกสารที่สวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไขมัน จำนวนจุลินทรีย์รวม เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลักษณะสัมผัสของเนื้อในการบ่มซากทั้งสองวิธีหลังจากบ่มซากไปทั้งสองระยะ อย่างไรก็ตามหลังจาก 21 วันไปแล้ว การบ่มที่ห่อขึ้นส่วนด้วยถุงพลาสติกสามารถลดน้ำหนักสูญเสียระหว่างการบ่มซาก น้ำหนักสูญเสียจากการตัดแต่ง และจำนวนยีสต์ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับ การบ่มซากแบบดั้งเดิม แสดงให้เห็นว่าการบ่มขึ้นส่วนที่ห่อด้วยถุงพลาสติกสามารถลดการเน่าเสีย จากจุลินทรีย์ได้ และไม่เกิดผลเสียใดต่อคุณภาพของเนื้อ

Jeremiah and Gibson (2003) ได้ศึกษาผลของการจัดการเนื้อสัตว์ภายหลังสัตว์ตายและระยะเวลา การบ่มซากต่อลักษณะความน่ารับประทานของเนื้อโค โดยใช้กล้ามเนื้อสันนอก แบ่งการบ่มออกเป็น 4 วิธีคือ กลุ่มที่ไม่แต่งกระดูกออกและบ่มแบบดั้งเดิมเป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ไม่แต่งกระดูกออกและบ่ม แบบบรรจุถุงสุญญากาศ กลุ่มแต่งกระดูกออกและบรรจุถุงสุญญากาศ และกลุ่มแต่งกระดูกออกและ บรรจุแบบควบคุมบรรยากาศด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (controlled atmosphere, CAP) โดยมี ระยะเวลาบ่มเป็น 7, 14, 21 และ 28 วัน พบว่ากลุ่มควบคุมกับกลุ่มไม่แต่งกระดูกออกและบรรจุถุง สุญญากาศ ใช้ระยะเวลาในการทำให้สุกสั้น มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกน้อย และมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำกว่ากลุ่มแต่งกระดูกออกและบรรจุถุงสุญญากาศกับกลุ่มควบคุมบรรยากาศ นอกจากนี้เนื้อที่ไม่แต่งกระดูกออกและบรรจุถุงสุญญากาศ กับกลุ่มแต่งกระดูกออกและบรรจุถุง สุญญากาศ จะมีคะแนนความชื้นชอบจากการทดสอบประสาทสัมผัสดีกว่ากลุ่มที่บ่มแบบดั้งเดิมกับกลุ่ม ควบคุมบรรยากาศ ที่ระยะเวลาบ่มต่างๆ ไม่พบความแตกต่างของรสชาติและลักษณะเนื้อสัมผัส แต่เมื่อ ระยะเวลาบ่มที่นานขึ้นคะแนนความนุ่มจะเพิ่มขึ้น ส่วนค่าแรงตัดผ่านเนื้อจะมีค่าลดลง

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2539) กล่าวว่า การบ่มซากจะเป็นไปได้ดีเมื่อเนื้อมีความเป็นกรดมากขึ้นและ อุณหภูมิของเนื้อสูงด้วย โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการบ่มซากแบ่งออกเป็น 2 ระดับคือ การบ่มที่อุณหภูมิต่ำ (cold temperature aging) เป็นการเก็บซากในห้องเย็นที่อุณหภูมิประมาณ 0-5 องศาเซลเซียส และการบ่ม ที่อุณหภูมิสูง (high temperature aging) เป็นการเก็บซากในห้องเย็นที่อุณหภูมิสูงกว่า 5 องศาเซลเซียส บางกรณีอาจเก็บในช่วงอุณหภูมิ 15-20 องศาเซลเซียส โดยการเก็บซากที่อุณหภูมิสูงจะใช้ระยะเวลาใน การบ่มซากสั้นกว่าการบ่มที่อุณหภูมิต่ำ และต้องระมัดระวังการเน่าเสียของเนื้อจากจุลินทรีย์ด้วย ใน บางกรณีจะใช้แสงอุลตราไวโอเลตเพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ร่วมด้วย

### 1.3. วัตถุประสงค์

1.3.1 ศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อโคพันธุ์พื้นเมือง (Thai native) และโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน (Simmental-Brahman)

1.3.2 ศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองและโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

#### 1.4. ระยะเวลาดำเนินงานและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน 1 ปี โดยมีสถานที่ดำเนินการทดลองคือ

1.4.1 ห้องปฏิบัติการเนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.4.2 ห้องปฏิบัติการจุลินทรีย์เนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

#### 1.5. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1. ทราบถึงผลของใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อต่อคุณภาพเนื้อ โคพันธุ์พื้นเมืองและโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

1.5.2. ทราบถึงผลและประสิทธิภาพของการใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาเนื้อ โคพันธุ์พื้นเมืองและโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

1.5.3. ทราบถึงระยะเวลาที่เหมาะสมในการบ่มเนื้อ โคพันธุ์พื้นเมืองและโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

## บทที่ 2

### วิธีการดำเนินงานทดลอง

#### 2.1. อุปกรณ์

##### 2.1.1 ตัวอย่างเนื้อโคทดลอง

ใช้กล้ามเนื้อสันนอก (longissimus dorsi) ส่วนหลังที่ตัดบริเวณระหว่างกระดูกซี่โครงคู่ที่ 12 – 13 จากซากโคทั้งซีกซ้ายและขวา ซึ่งโคที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มี 2 สายพันธุ์คือ โคพันธุ์พื้นเมืองเลี้ยงด้วยหญ้า จากอำเภอบรามบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 5 ตัว ขนาดน้ำหนักตัว 180-250 กก. อายุ 2-3 ปี และโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันขุนด้วยเปลือกถั่วปรีด จากสถานีวิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ จังหวัดจันทบุรี จำนวน 8 ตัว ขนาดน้ำหนักตัว 525-615 กก. อายุ 2-4 ปี ซึ่งทำการฆ่าและชำแหละที่โรงฆ่าสัตว์วิจัยและพัฒนาผลผลิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ก่อนทำการฆ่าจะให้โคอดอาหารเป็นระยะเวลา 12 ชม. และมีน้ำให้กินตลอดเวลา

##### 2.1.2 เครื่องมือสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ

1. เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อ (WTW Wiss, Tech-Werkstätten D812 weihem) (Electrode-WTW pH-Sentix<sup>SP</sup>)
2. เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Ebro model TTX100)
3. เครื่องมือวัดสีของเนื้อ (Minolta Chromameter CR-300, Japan)
4. เครื่องมือวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Instron Model 1011)
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. ตู้เจ็บบีบแบบ Laminar Flow (Dwyer model Mark II, USA)
10. ตู้อบเพาะเชื้อ (WTB Binder model BD, Germany)
11. อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath, Memmert)
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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



16. เครื่องเขย่าสาร (Vortex)
17. ไมโครปิเปต ขนาด 200-1000 ไมโครลิตร (Eppendorf, USA)
18. ปิเปตทิป
19. จานเพาะเชื้อ
20. เครื่องแก้วพร้อมอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็น
21. มีดและด้ามมีดผ่าตัดสำหรับส้อมตัวอย่างเนื้อ
22. กรรไกรสำหรับส้อมตัวอย่างเนื้อ
23. ตะเกียงแอลกอฮอล์
24. ถูพลาสติกสำหรับใส่ตัวอย่างขึ้นเนื้อจากการส้อม
25. มีดสำหรับตัดแต่งเนื้อ

### 2.1.3 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

1. สารละลาย Peptone (Merck, Germany) ความเข้มข้น 0.1 %
2. Plate Count Agar (Merck, Germany)
3. Lauryl Sulphate Broth (Biomark, India)
4. Brilliant Green Bile Broth (Biomark, India)
5. EC Broth (Biomark, India)
6. EMB Agar (Biomark, India)
7. Tryptophan Broth (Merck, Germany)
8. สารละลาย Kovac (Merck, Germany)
9. Methyl Red Voges Proskawer Broth (MR-VP) (Merck, Germany)
10.  $\alpha$ -Naphthol 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

## 2.1.4 การวางแผนการทดลอง

ใช้การจัดกลุ่มการทดลองแบบ  $2 \times 5$  แฟกทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ( $2 \times 5$  factorial in Completely Randomized Design, CRD) ทำการศึกษาจำนวน 5 ซ้ำ (5 ตัว) โดยทำการศึกษาอิทธิพลของ 2 ปัจจัย ดังต่อไปนี้

ปัจจัย A คือ การฉีดพ่นและไม่ได้ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกโดย

1. กลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกหรือกลุ่มควบคุม
2. กลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกเจือจางความเข้มข้น 2 % (v/v)

ปัจจัย B คือ ระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1, 14, 30, 60 และ 90 วัน

## 2.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย ในการศึกษารั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 การทดลองคือ

การทดลองที่ 1 การใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาเนื้อโคพันธุ์พื้นเมือง

### 1. วิธีการเตรียมตัวอย่าง

ใช้กล้ามเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง จากซากโคซีกซ้ายและขวา โดยซีกซ้ายเป็นกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก ส่วนซีกขวากเป็นกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก ซึ่งจะทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเนื้อสันนอกทั้งก้อน เพื่อตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นของเนื้อซีกขวาก่อนการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก จากนั้นตัดเนื้อสันนอกซีกซ้ายและขวาลงละ 5 ชิ้นเท่าๆกัน น้ำหนักประมาณชิ้นละ 300 กรัม ซึ่งเนื้อที่ตัดแบ่งนี้จะบรรจุในถุงสุญญากาศเพื่อเก็บไว้ตามระยะต่างๆ คือ 1, 14, 30, 60 และ 90 วัน

### 2. วิธีการสุ่มตัวอย่าง

จากภาพที่ 1 แสดงการกระจายบริเวณตัดตัวอย่างเนื้อ เพื่อความสม่ำเสมอของตัวอย่างเนื้อ 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

| ชิกซ้าย |         |         |         |         |         | ชิกขวา  |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ |
| 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |         |
| 12/13   |         |         |         |         |         | 12/13   |         |         |         |         |         |
| วันที่  | 1       | 14      | 30      | 60      | 90      | วันที่  | 1       | 14      | 30      | 60      | 90      |
| ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ |
| 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |         |
| 12/13   |         |         |         |         |         | 12/13   |         |         |         |         |         |
| วันที่  | 14      | 30      | 60      | 90      | 1       | วันที่  | 14      | 30      | 60      | 90      | 1       |
| ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ |
| 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |         |
| 12/13   |         |         |         |         |         | 12/13   |         |         |         |         |         |
| วันที่  | 30      | 60      | 90      | 1       | 14      | วันที่  | 30      | 60      | 90      | 1       | 14      |
| ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ |
| 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |         |
| 12/13   |         |         |         |         |         | 12/13   |         |         |         |         |         |
| วันที่  | 60      | 90      | 1       | 14      | 30      | วันที่  | 60      | 90      | 1       | 14      | 30      |
| ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ | ชั้นที่ |
| 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |         | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |         |
| 12/13   |         |         |         |         |         | 12/13   |         |         |         |         |         |
| วันที่  | 90      | 1       | 14      | 30      | 60      | วันที่  | 90      | 1       | 14      | 30      | 60      |

ภาพที่ 1 แสดงตำแหน่งของชั้นเนื้อที่สุมจากชั้นส่วนใหญ่และการกระจายพื้นที่การสุมตัวอย่างเนื้อ สันนอกโคพื้นรู้พื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

การทดลองที่ 2 การใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับการบ่มเนื้อที่มีผลต่อคุณภาพและอายุการ เก็บรักษาเนื้อ โคพื้นรู้ชิมเมนทอล-บราห์มัน

ใช้โคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันจำนวน 8 ตัว (8 ซัว) การเตรียมตัวอย่างเนื้อจะตัดเนื้อ สันนอกชิกซ้ายและขวาข้างละ 5 ชิ้นเท่าๆกัน น้ำหนักประมาณชิ้นละ 500 กรัม ส่วนการสุมตัวอย่าง การศึกษาคุณภาพเนื้อ และการศึกษาทางด้านจุลินทรีย์ทำเช่นเดียวกันกับการทดลองที่ 1



ภาพที่ 2 แสดงตำแหน่งของชั้นเนื้อที่สุ่มจากชิ้นส่วนใหญ่และการกระจายพื้นที่การสุ่มตัวอย่างเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์จิมเมทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

ขั้นตอนการศึกษาและการเก็บข้อมูล

1. การศึกษาคุณภาพเนื้อ ได้แก่ ค่าอุณหภูมิในชั้นเนื้อ ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อ ค่าสีของเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% drip loss) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% cooking loss) และค่าแรงตัดผ่านของเนื้อ (Warner-Bratzler shear force)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### 1.1 วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

โดยใช้ probe แทะลงในชิ้นกล้ามเนื้อสันนอก ด้วยเครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อ (pH-Meter, WTW Wiss) เก็บข้อมูลทุกระยะเวลาของการบ่มเนื้อ

### 1.2 วัดค่าอุณหภูมิในชิ้นเนื้อ

โดยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Ebro model TTX100) แทะลงในชิ้นเนื้อสันนอก เก็บข้อมูลทุกระยะเวลาของการบ่มเนื้อ ซึ่งเครื่องมือวัดอุณหภูมิมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

### 1.3 วัดค่าสีของเนื้อ

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

### 1.4 การหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% drip loss)

นำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ตัดแบ่งเพื่อบ่มตามระยะเวลาต่างๆ ชั่งน้ำหนักและบรรจุในถุงสุญญากาศด้วยเครื่องบรรจุสุญญากาศ เพื่อบันทึกน้ำหนักเริ่มต้น (D1) นำไปบ่มไว้ในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและบ่มตามระยะเวลาต่างๆ เมื่อครบระยะเวลาบ่มตามระยะต่างๆ นำเนื้อออกจากถุงสุญญากาศ เพื่อบันทึกน้ำหนักเนื้อสุดท้าย (D2) (วิจิต พรหมอินทร์, 2549) การหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา คำนวณได้จากสูตร

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

### 1.5 การหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% cooking loss)

นำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ตัดแบ่งตามระยะเวลาบ่ม มาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดประมาณ 2x3 นิ้ว หนาประมาณ 1.5 นิ้ว ชั่งน้ำหนักเนื้อแต่ละชิ้นก่อนต้ม โดยบันทึกเป็นน้ำหนักเริ่มต้น (C1) จากนั้นนำชิ้นเนื้อบรรจุและปิดปากถุงต้มในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 40-50 นาที หรือจนกระทั่งอุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อประมาณ 71 – 75 องศาเซลเซียส นำเนื้อที่ผ่านการปรุงสุกแล้วแช่ในน้ำที่ไหลผ่านประมาณ 25-30 นาที เพื่อให้เนื้อเย็นลง นำเนื้อออกจากถุงและซับน้ำที่ติดชิ้นเนื้อด้วยกระดาษทิชชู แล้วชั่งน้ำหนักสุดท้าย (C2) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักจากการปรุงสุก ตามวิธีการของ Devine *et al.* (1999) โดยใช้สูตร

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

## 1.6 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)

## 2. การศึกษาทางด้านจุลินทรีย์

### 2.1 การศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)

สุ่มตัวอย่างชิ้นเนื้อที่บ่มในระยะเวลาต่างๆที่กำหนดมาประมาณตัวอย่างละ 25 กรัม ในสารละลาย Peptone ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จะได้สารละลาย Peptone ที่มีความเข้มข้น 1:10 ทำจนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลากการบ่มเนื้อ จากนั้นดูดสารละลาย Peptone ที่ 3 ระดับความเจือจางสุดท้ายความเจือจางละ 1 มิลลิลิตร และถ่ายลงในจานเพาะเชื้อ เทอาหาร Plate Count Agar ลงจานเพาะเชื้อปริมาตรจานละ 15 – 20 มิลลิลิตรที่ระดับความเจือจางละ 2 จ้า รอจนอาหารแข็งแล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำจานเพาะเชื้อทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำมานับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และรายงานผลเฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี (AOAC. 2006) โดยตัวบ่งชี้อายุการเก็บรักษาของเนื้อสัตว์คือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งจำนวนจุลินทรีย์ที่ทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสียคือ  $7-8 \log \text{cfu/g}$  ( $10^7-10^8 \text{cfu/g}$ )

### 2.2 การศึกษาโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total coliform)

นำสารละลาย Peptone ที่ใช้ศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ที่ความเข้มข้น 1:10, 1:100 และ 1: 1000 โดยดูดสารละลาย Peptone ความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตรถ่ายลงในหลอดทดลองซึ่งภายในมีหลอดดักก๊าซและบรรจุอาหาร Lauryl Sulphate Broth ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ทำความเข้มข้นละ 3 หลอด จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการตรวจผล หลอดของตัวอย่างใดที่มีก๊าซเกิดขึ้นภายในหลอดดักก๊าซ บันทึกผลเป็น + แล้วทำการถ่ายเชื้อลงในหลอดทดลองที่ ภายในมีหลอดดักก๊าซซึ่งมีอาหาร Brilliant Green Bile Broth ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการตรวจผล หลอดของตัวอย่างใดที่มีก๊าซเกิดขึ้นภายในหลอดดักก๊าซ บันทึกผลเป็น + และรายงานผลเป็น MPN (AOAC. 2006)

### 2.3 การศึกษาโคลิฟอร์มในมูล (Fecal coliform)

ถ่ายเชื้อจากหลอดที่มีก๊าซเกิดขึ้นภายในหลอดดักก๊าซของหลอดที่บรรจุอาหาร Lauryl Sulphate Broth ลงในหลอดทดลองภายในมีหลอดดักก๊าซซึ่งมีอาหาร EC Broth ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 45.5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการตรวจผล หลอดของตัวอย่างใดมีก๊าซเกิดขึ้นภายในหลอดดักก๊าซ บันทึกผลเป็น + และรายงานผลเป็น MPN (AOAC. 2006)

### 2.4 การศึกษาอีโคไล (*E. coli*)

นำหลอดที่มีอาหาร EC Broth ซึ่งมีก๊าซเกิดขึ้นไปทำการ streak plate ลงในงานเพาะเชื้อที่มีอาหาร EMB Agar แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการตรวจผล งานเพาะเชื้อที่มีเชื้อ *E. coli* อยู่จะมีสีม่วง-ดำเกิดขึ้นบันทึกผลเป็น + และรายงานผลเป็น MPN (AOAC. 2006)

#### 2.4.1 การศึกษาอีโคไลด้วยการทดสอบ IMViC test (Indole, MR, VP, Citrate)

ทำตามวิธีการของ AOAC (2006) โดยนำงานเพาะเชื้อที่มีเชื้อ *E. coli* มาเก็บโคโลนีเดี่ยว จำนวน 2 โคโลนี และถ่ายลงใน Plate Count Agar slant หลอดละ 1 โคโลนี นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง การทดสอบแบ่งออกเป็น

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

2.4.3 การทดสอบ Methyl Red และ Acetoin (MR-VP) โดยการถ่ายเชื้อจากอาหารใน Plate Count Agar slant ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ MR-VP บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

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

- สำหรับ VP ให้ถ่ายเชื้อประมาณ 0.7 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองแล้วเติม 0.1 มิลลิลิตรของ 5%  $\alpha$ -Naphthol ลงในสารละลายแอลกอฮอล์ และ 40 % ของสารละลาย KOH ลงไป ผสมทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ผล + จะให้สีชมพูแดง

2.4.4 การทดสอบ citrate ทำการถ่ายเชื้อใส่อาหาร Simmon's Citrate Agar บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ผล + จะให้สีน้ำเงิน

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ปริมาณจำนวนจุลินทรีย์รวมทั้งหมดที่ตรวจนับได้จะถูกนำมาแปลงข้อมูลให้อยู่ในค่าลอการิทึม ( $y = \log x$ ) นำข้อมูลจำนวนจุลินทรีย์รวมทั้งหมด ค่าอุณหภูมิในชั้นเนื้อ ค่าความเป็นกรดต่างของเนื้อ ค่าสีของเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก และค่าแรงตัดผ่านของเนื้อสันนอกโคสุกที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์หาความแปรปรวนด้วย General Linear Models (GLM) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Least Square Means ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำเร็จรูป





บทที่ 3

ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อคุณภาพเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0-4 °C

3.1.1 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อค่าอุณหภูมิและค่าความเป็นกรดต่าง

จากตารางที่ 3 พบว่าอุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน แต่อุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อภายหลังการเก็บรักษาไว้นาน 14 วัน ในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกจะมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) ซึ่งค่าดังกล่าวอาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนของการวัดหรือระยะเวลาในการวัดอาจทิ้งช่วงไว้นานเกินไป ส่วนที่ระยะเวลาอื่นๆของการศึกษานั้น ไม่พบความแตกต่างของค่าอุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อทั้งสองกลุ่ม

ตารางที่ 3 แสดงค่าอุณหภูมิ (Temperature) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา<br>(วัน) | ค่าอุณหภูมิ (°C)    |      |                    |      |                    |
|-------------------|---------------------|------|--------------------|------|--------------------|
|                   | ควบคุม              | S.D. | กรดแลกติก          | S.D. | เฉลี่ย             |
| 1                 | 12.14 <sup>a</sup>  | 2.13 | 12.68 <sup>a</sup> | 1.04 | 12.41 <sup>d</sup> |
| 14                | 21.50 <sup>bc</sup> | 1.68 | 24.10 <sup>c</sup> | 0.62 | 22.80 <sup>f</sup> |
| 30                | 18.28 <sup>b</sup>  | 0.88 | 17.88 <sup>b</sup> | 1.74 | 18.08 <sup>e</sup> |
| 60                | 12.35 <sup>a</sup>  | 1.77 | 13.15 <sup>a</sup> | 1.06 | 12.75 <sup>d</sup> |
| 90                | 12.97 <sup>a</sup>  | 0.76 | 13.77 <sup>a</sup> | 2.34 | 13.37 <sup>d</sup> |
| เฉลี่ย            | 15.45               |      | 16.32              |      |                    |

a, b และ c ในแนวดิ่งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

e, f และ g ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

สำหรับค่าความเป็นกรดต่างของเนื้อ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกในทุกระยะเวลาที่ทำการศึกษา อย่างไรก็ตามเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นค่าความเป็นกรดต่ำมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนในวันที่ 1 และ 14 โดยมีค่าเท่ากับ 5.70 และ 5.48 ในกลุ่มควบคุมและมีค่าเท่ากับ 5.68 และ 5.48 กลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ ) แต่ภายหลังจากทำการบ่มไปแล้ว 14 วัน ค่าความเป็นกรดต่ำมีแนวโน้มคงที่ในเนื้อสันนอกโคทั้งสองกลุ่ม ค่าความเป็นกรดต่ำของเนื้อแสดงดังในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่าความเป็นกรดต่ำ (pH) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา |                   | ความเป็นกรดต่ำ (pH) |                   |      |                   |
|----------|-------------------|---------------------|-------------------|------|-------------------|
| (วัน)    | ควบคุม            | S.D.                | กรดแลกติก         | S.D. | เฉลี่ย            |
| 1        | 5.70 <sup>a</sup> | 0.16                | 5.68 <sup>a</sup> | 0.11 | 5.69 <sup>c</sup> |
| 14       | 5.48 <sup>b</sup> | 0.04                | 5.48 <sup>b</sup> | 0.05 | 5.48 <sup>d</sup> |
| 30       | 5.45 <sup>b</sup> | 0.02                | 5.45 <sup>b</sup> | 0.03 | 5.45 <sup>d</sup> |
| 60       | 5.44 <sup>b</sup> | 0.02                | 5.42 <sup>b</sup> | 0.01 | 5.43 <sup>d</sup> |
| 90       | 5.43 <sup>b</sup> | 0.02                | 5.43 <sup>b</sup> | 0.03 | 5.43 <sup>d</sup> |
| เฉลี่ย   | 5.50              |                     | 5.49              |      |                   |

a ในแนวตั้งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ )

b ในแนวตั้งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

c, d ในแนวตั้งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ )

S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

Silva *et al.* (1999) กล่าวว่ากรณีที่เนื้อสัตว์มีค่าความเป็นกรดต่ำสูงนั้น เป็นผลเนื่องมาจากขณะที่สัตว์มีชีวิตมีปริมาณการสะสมไกลโคเจนในกล้ามเนื้อน้อยมาก ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพเนื้อในภายหลังได้ ความเครียดในสัตว์ก่อนตายมีผลทำให้ปริมาณไกลโคเจนน้อยลง ซึ่งความเครียดนี้เกิดจากลักษณะวิธีการและระยะเวลาในการขนย้ายสัตว์จากฟาร์มถึงโรงฆ่า การจำกัดอาหารสัตว์ การขนส่งสัตว์จากหลายแหล่งพร้อมกัน ระยะเวลาพักสัตว์ก่อนเข้าฆ่า สภาพภูมิอากาศ โรคและความผิดปกติของสัตว์ และพันธุกรรมของตัวสัตว์เอง จากภาวะดังกล่าวนี้จะส่งผลให้ไกลโคเจนในกล้ามเนื้อสัตว์น้อยลง และเป็นผลให้ค่าความเป็นกรดต่ำสุดท้าย (ultimate pH, pH<sub>u</sub>) ในเนื้อสัตว์มีค่าสูง ซึ่งเนื้อที่มีค่าความเป็นกรดต่ำสุดท้ายสูง เนื้อสัตว์จะมีสีคล้ำ ไวต่อการเข้าทำลายของแบคทีเรีย และมีกลิ่นรสของเนื้อ

ลดลง อย่างไรก็ตามเนื้อสัตว์ที่มีค่าความเป็นกรดต่ำสุดท้ายสูง มีแนวโน้มว่าความนุ่มจะมีอัตราที่สูงตามไปด้วย

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2539) กล่าวว่าภายหลังสัตว์ตายค่าความเป็นกรดต่ำลงในเนื้อจะลดลงเรื่อยๆ โดยพลังงานที่ใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อหลังจากสัตว์ตาย จะได้จากการขบวนการ anaerobic metabolism เป็นหลัก ซึ่งเป็นขบวนการสลายไกลโคเจนเป็นพลังงานโดยไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้เกิดกรดแลคติกและความร้อนขึ้นร่วมด้วย โดยทั่วไปในโคที่ยังมีชีวิตอยู่และไม่ได้อยู่ในสภาวะเครียด กล้ามเนื้อจะมีค่าค่าความเป็นกรดต่ำ ประมาณ 7.2 แต่หลังจากสัตว์ตาย 24 ชั่วโมง จะลดลงเหลือ 5.3 - 5.8 และจะไม่ลดลงอีก ซึ่งผลจากการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับจุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2539) โดยค่าความเป็นกรดต่ำในใจกลางชิ้นเนื้อภายหลังสัตว์ตายที่ 24 ชม. ทั้งกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติกมีค่าเท่ากับ 5.70 และ 5.69 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วง 5.3 - 5.8

Silva *et al.* (1999) การปรับปรุงความนุ่มของเนื้อภายหลังสัตว์ตายด้วยการเก็บรักษาในห่อเย็น กระบวนการย่อยสลายโปรตีน (Proteolysis) ของโปรตีนเส้นใยย่อย (myofibrillar proteins) นับว่ามีความเกี่ยวข้องและสำคัญ โดยกระบวนการย่อยนี้จะอาศัยเอนไซม์ เช่น cathepins และ calpain เป็นตัว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดต่ำในกล้ามเนื้อสัตว์จะมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์เหล่านี้ด้วย ในเนื้อสัตว์ที่มีค่าความเป็นกรดต่ำสุดท้ายสูง (มากกว่า 6.3) จะเป็นการส่งเสริมการทำงานของเอนไซม์ calpain ส่วนเนื้อสัตว์ที่มีค่าความเป็นกรดต่ำสุดท้ายต่ำ (ต่ำกว่า 5.8) จะเป็นการส่งเสริมการทำงานของเอนไซม์ cathepsins และถ้าเนื้อสัตว์มีค่าความเป็นกรดต่ำสุดท้ายอยู่ในช่วง 5.8 - 6.3 จะเป็นการส่งเสริมการทำงานของเอนไซม์ทั้งสองชนิด

Visser *et al.* (1998) ได้ทำการศึกษาผลของการใช้สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้น 2 % (v/v) ฉีดพ่นบนชิ้นลูกโคและบรรจุสุญญากาศเก็บไว้ที่อุณหภูมิ  $3 \pm 1$  °C ทำการตรวจวัดค่าความเป็นกรดต่ำบริเวณผิวเนื้อและภายในใจกลางชิ้นลูกโค พบว่าลิ้นที่ฉีดพ่นด้วยกรดแลคติกมีค่าค่าความเป็นกรดต่ำบริเวณผิวลดลง แต่ค่านี้ที่ใจกลางลิ้นไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ใช้กรดแลคติก นอกจากนี้ Hardin *et al.* (1995) ได้ทำการศึกษาการใช้สารละลายกรดแลคติกความเข้มข้น 2% ฉีดพ่นบนซากโคต่อผลของการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดต่ำ ผลการทดลองพบว่าซากโคที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลคติกมีค่าความเป็นกรดต่ำบริเวณผิวซากลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

อย่างไรก็ตามการทดลองครั้งนี้พบว่าค่าความเป็นกรดต่ำใจกลางเนื้อทั้งสองกลุ่มมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาบ่มนานขึ้น ผลดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่าการทดลองครั้งนี้ได้ทำการวัดค่าความเป็นกรดต่ำที่ใจกลางของเนื้อ ไม่ได้วัดค่าความเป็นกรดต่ำที่บริเวณผิวเนื้อ ดังนั้นผลการ

ทดลองสามารถสรุปได้ว่าการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดต่างภายในชั้นเนื้อสันนอกโค

3.1.2 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อค่าสีของเนื้อสันนอกโค

จากตารางที่ 5 พบว่าค่าความสว่าง (Lightness,  $L^*$ ) ของเนื้อสันนอกไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกในทุกระยะเวลาบ่มที่ศึกษา เมื่อพิจารณาถึงระยะเวลาบ่มเนื้อที่นานขึ้นจะยิ่งทำให้เนื้อมีความสว่าง (ซีดจาง) เพิ่มขึ้น โดยการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่ระยะเวลา 14, 30, 60 และ 90 วัน พบว่าชั้นเนื้อสันนอกโคมีแนวโน้มซีดจางลง ซึ่งในกลุ่มควบคุมมีค่าความสว่างเท่ากับ 43.72, 45.05, 44.81 และ 46.14 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 43.86, 44.95, 44.95, 42.20 และ 45.09 ตามลำดับ ความแตกต่างของค่าความสว่างในเนื้อสันนอกโคเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อที่นานขึ้นที่เห็นได้ชัดเจน จะพบได้ที่ระยะเวลา 1 และ 14 วันของการบ่มเนื้อ โดยในกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 40.60 และ 43.72 และกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 40.87 และ 43.86 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 แสดงค่าความสว่าง (Lightness,  $L^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา<br>(วัน) | ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) |      |                     |      |                    |
|-------------------|------------------------|------|---------------------|------|--------------------|
|                   | ควบคุม                 | S.D. | กรดแลกติก           | S.D. | เฉลี่ย             |
| 1                 | 40.60 <sup>a</sup>     | 1.75 | 40.87 <sup>ab</sup> | 2.56 | 40.74 <sup>c</sup> |
| 14                | 43.72 <sup>b</sup>     | 1.35 | 43.86 <sup>b</sup>  | 1.83 | 43.79 <sup>d</sup> |
| 30                | 45.05 <sup>b</sup>     | 2.13 | 44.95 <sup>b</sup>  | 3.06 | 45.00 <sup>d</sup> |
| 60                | 44.81 <sup>b</sup>     | 1.64 | 42.20 <sup>ab</sup> | 3.68 | 43.50 <sup>d</sup> |
| 90                | 46.14 <sup>b</sup>     | 2.04 | 45.09 <sup>b</sup>  | 2.82 | 45.62 <sup>d</sup> |
| เฉลี่ย            | 44.06                  |      | 43.40               |      |                    |

a ในแนวตั้งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ )  
b ในแนวตั้งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )  
c,d ในแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )  
S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)



ทางด้านค่าสีแดง (Redness,  $a^*$ ) ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกถึงระดับการมีสีแดงของเนื้อ โดยจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณของ myoglobin ในเนื้อ จากการศึกษาค่าสีแดงของเนื้อสันนอกโคในที 1 วันของทั้งสองกลุ่มจะไม่แตกต่างกัน ที่ระยะเวลาการบ่มต่างๆ พบว่าค่าสีแดงในวันที่ 14, 30 และ 60 ของเนื้อทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ในวันที่ 14 เนื้อทั้งสองกลุ่มมีสีใกล้เคียงกัน แต่อย่างไรก็ตามที่ระยะเวลารบ่มเนื้อ 30 และ 60 วัน เนื้อกลุ่มควบคุมมีแนวโน้มว่าเนื้อจะมีสีคล้ำไปทางสีน้ำตาล (ค่า  $a^*$  เพิ่มขึ้นและสูงกว่า) กว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก โดยมีค่าสีแดงของเนื้อเท่ากับ 22.01 และ 20.56 ตามลำดับ ในวันที่ 30 ของการบ่มเนื้อ และมีค่าสีแดงของเนื้อเท่ากับ 26.48 และ 23.87 ตามลำดับ ในวันที่ 60 ของการบ่มเนื้อ ส่วนที่ระยะเวลารบ่มครบ 90 วัน จะพบว่ากลุ่มควบคุมจะมีสีคล้ำกว่าอย่างเด่นชัดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) โดยมีค่าเท่ากับ 22.15 และ 19.47 ในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกตามลำดับ หากพิจารณาที่ระยะบ่มที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มว่าระยะเวลารบ่มที่นานขึ้น เนื้อสันนอกโคจะมีค่าสีแดงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หรือมีสีที่เปลี่ยนเป็นสีแดงคล้ำถึงสีน้ำตาลนั่นเอง ซึ่งค่าสีแดงที่เพิ่มขึ้นนี้แสดงว่าชิ้นเนื้อสันนอกจะมีสีซีดจางหรือค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลนั่นเอง โดยจุฑารัตน์ เสรษฐกุล (2539) ให้เหตุผลว่าเนื่องจากความสามารถของไมโอโกลบินในการจับกับออกซิเจนสูญเสียไปและเกิดการเสื่อมสภาพของไมโอโกลบิน จึงทำให้สีของเนื้อเปลี่ยนจากสีแดงสดเป็นสีน้ำตาลแดงของเมทไมโอโกลบิน (metmyoglobin) ค่าสีแดงของชิ้นเนื้อแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงค่าสีแดง (Redness,  $a^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา<br>(วัน) | ค่าสีแดง ( $a^*$ ) |      |                     |      |                    |
|-------------------|--------------------|------|---------------------|------|--------------------|
|                   | ควบคุม             | S.D. | กรดแลกติก           | S.D. | เฉลี่ย             |
| 1                 | 18.80 <sup>a</sup> | 1.90 | 19.11 <sup>a</sup>  | 2.01 | 18.96 <sup>c</sup> |
| 14                | 22.51 <sup>b</sup> | 2.64 | 22.31 <sup>b</sup>  | 2.58 | 22.41 <sup>f</sup> |
| 30                | 22.01 <sup>b</sup> | 2.61 | 20.56 <sup>ab</sup> | 2.02 | 21.28 <sup>f</sup> |
| 60                | 26.48 <sup>c</sup> | 1.08 | 23.87 <sup>bc</sup> | 1.73 | 25.18 <sup>e</sup> |
| 90                | 22.15 <sup>b</sup> | 2.22 | 19.47 <sup>a</sup>  | 2.09 | 20.81 <sup>f</sup> |
| เฉลี่ย            | 22.39              |      | 21.06               |      |                    |

a และ b ในแนวดิ่งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )  
d ในแนวนอนคือ คือ ค่าเฉลี่ยที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

e และ g ในแนวดังคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ )  
f ในแนวดังคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )  
S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

สำหรับค่า Yellowness ( $b^*$ ) หรือค่าที่บ่งบอกถึงระดับการมีสีเหลืองของเนื้อ โดยจะสัมพันธ์กับระดับการมีไขมันแทรกในเนื้อ พบว่าที่ระยะเวลาการบ่มเนื้อในวันที่ 1, 14, 30 และ 60 วัน ค่า  $b^*$  บนเนื้อโคทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ขณะที่เนื้อโคในกลุ่มควบคุมที่ระยะเวลาบ่มครบ 90 วัน พบว่าค่า  $b^*$  มีค่าเท่ากับ 11.39 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกที่มีค่าเท่ากับ 9.15 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) ซึ่งผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่ากลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกมีแนวโน้มว่าค่า  $b^*$  ของเนื้อต่ำกว่ากลุ่มควบคุม โดย Warriss. (2000) ได้อธิบายว่าเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อนานขึ้นค่า  $b^*$  ของเนื้อจะสูงขึ้น เนื่องจากการที่ไขมันในเนื้อได้สัมผัสกับอากาศที่มีออกซิเจนเป็นระยะเวลานานๆ จะทำให้ไขมันเกิดการ oxidation หรือเกิดการหืนขึ้น ส่งผลให้ไขมันที่เคยมีลักษณะอ่อน และมีสีเหลืองใส เปลี่ยนสภาพมีลักษณะแข็ง ขึ้นชั้น และสีมีความขุ่นขึ้น จึงเป็นเหตุให้ค่า  $b^*$  ของเนื้อเพิ่มขึ้น ค่า  $b^*$  ของชิ้นเนื้อสันนอกโคแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงค่าสีเหลือง (Yellowness,  $b^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา<br>(วัน) | ค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) |      |                    |      |                    |
|-------------------|-----------------------|------|--------------------|------|--------------------|
|                   | ควบคุม                | S.D. | กรดแลกติก          | S.D. | เฉลี่ย             |
| 1                 | 5.52 <sup>a</sup>     | 1.15 | 6.21 <sup>a</sup>  | 1.38 | 5.87 <sup>g</sup>  |
| 14                | 10.71 <sup>c</sup>    | 1.56 | 10.75 <sup>c</sup> | 0.92 | 10.73 <sup>h</sup> |
| 30                | 10.49 <sup>c</sup>    | 1.35 | 8.70 <sup>b</sup>  | 1.07 | 9.60 <sup>h</sup>  |
| 60                | 13.54 <sup>d</sup>    | 0.80 | 11.16 <sup>c</sup> | 1.00 | 12.35 <sup>i</sup> |
| 90                | 11.39 <sup>cd</sup>   | 0.64 | 9.15 <sup>bc</sup> | 1.73 | 10.27 <sup>h</sup> |
| เฉลี่ย            | 10.33 <sup>c</sup>    |      | 9.19 <sup>f</sup>  |      |                    |

a และ d ในแนวดังและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )  
b และ c ในแนวดังและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ )  
e และ f ในแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )  
g และ I ในแนวดังคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ )

h ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

สีของเนื้อสัตว์ที่วัดได้ประกอบด้วยค่าสีหลักคือ ค่าความสว่าง (lightness,  $L^*$ ) ค่าสีแดง (redness,  $a^*$ ) เป็นสีของเนื้อที่อยู่ในช่วงแดงถึงเขียว และค่าสีเหลือง (yellowness,  $b^*$ ) ซึ่งเป็นสีของเนื้อที่อยู่ในช่วงเหลืองถึงน้ำเงิน โดยสีของเนื้อสัตว์จะวัดจากการกระจายตัว และสัดส่วนซึ่งสัมพันธ์ของ oxy myoglobin กับ met myoglobin ในกล้ามเนื้อ หากกล้ามเนื้อสัตว์ได้สัมผัสกับออกซิเจนจะเกิดเป็น red oxy myoglobin ซึ่งจะทำให้เกิดเป็นสีแดงเปล่งปลั่งของเนื้อสัตว์ โดยปกติในซากโคภายหลังฆ่าจะเก็บซากเป็นระยะเวลา 7-14 วัน ที่อุณหภูมิ  $3^{\circ}\text{C}$  หากทำการบ่มเนื้อโคแบบบรรจุถุงสุญญากาศเนื้อจะมีสีคล้ำกว่าปกติ เนื่องจากการบรรจุแบบสุญญากาศจะทำให้ขาดออกซิเจนในการทำปฏิกิริยากับ myoglobin การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะชะลอและยับยั้งการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนและเกิดการสร้างเป็น met myoglobin ซึ่งจะทำให้เนื้อสัตว์มีสีคล้ำ สำหรับอัตราการเกิด met myoglobin หรือการเกิดสีน้ำตาลจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิและความเร็วลมของอากาศในการเก็บรักษาเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งที่ความชื้นสัมพัทธ์ใกล้ 90 % ความเร็วลมใกล้ 0.5 เมตรต่อวินาที และอุณหภูมิใกล้จุดเยือกแข็ง จะเป็นสภาวะแวดล้อมที่ดีที่สุดในการรักษาสีของเนื้อโคให้คงตัว (Boakye and Mittal, 1996)

Boakye and Mittal (1996) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสีกล้ามเนื้อสันนอกโคระหว่างการบ่มโดยใช้ซากโคเพศผู้ตอน ทำการบ่มซากแบบดั้งเดิมและแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ  $2^{\circ}\text{C}$  มีระยะเวลาในการบ่มที่ 0, 2, 4, 8, 12 และ 16 วัน ผลการทดลองพบว่าวิธีการบ่มซากมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อสันนอกโค โดยค่า  $L^*$  เฉลี่ยมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งมีค่ากับ 29.0, 32.1, 32.2, 33.1, 34.1 และ 34.6 ในการบ่มที่ 0, 2, 4, 8, 12 และ 16 วันตามลำดับ โดยในวันที่ 8, 12 และ 16 กับวันที่ 4 และ 8 ของการบ่ม ความสว่าง ( $L^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคจะไม่แตกต่างกัน ส่วนในวันที่ 0 ความสว่างของเนื้อสันนอกโคจะแตกต่างกับวันอื่นๆอย่างชัดเจน ( $P < 0.05$ ) ค่า  $a^*$  เฉลี่ยของเนื้อมีค่ากับ 16.2, 16.2, 15.9, 16.2, 16.3 และ 17.2 ในการบ่มที่ 0, 2, 4, 8, 12 และ 16 วัน ตามลำดับ ซึ่งในวันที่ 16 จะแตกต่างจากวันอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ส่วนค่า  $b^*$  เฉลี่ยของเนื้อสันนอกมีค่ากับ 9.5, 10.1, 9.9, 10.3, 10.7 และ 11.3 ในการบ่มที่ 0, 2, 4, 8, 12 และ 16 วัน ตามลำดับ โดยในวันที่ 12 กับ 16 วันที่ 2, 4 และ 8 และวันที่ 0, 2 และ 4 ของการบ่มเนื้อ ค่า  $b^*$  เฉลี่ยจะไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามค่า  $b^*$  ของเนื้อสันนอกโคมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มเนื้อ

จากการทดลองครั้งนี้ให้ผลไปในทำนองเดียวกับการศึกษาของ Boakye and Mittal (1996) โดยในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกมีค่าความสว่างของเนื้อ ( $L^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ )

เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อมานานขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ค่าสีแดงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและไม่สม่ำเสมอ ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการศึกษาของ Boakye and Mittal (1996) ที่ค่า  $a^*$  เพิ่มขึ้นเล็กน้อย Lee *et al.* (2008) ศึกษาอิทธิพลของการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศต่อการเปลี่ยนแปลงของสีเนื้อสันนอกโค โดยใช้กล้ามเนื้อสันนอกโคส่วนหน้า มีระยะเวลาบ่ม 0, 7, 14, 21, 28 และ 35 วัน ที่อุณหภูมิ 2 °C อิทธิพลของการบ่มเนื้อต่อการเปลี่ยนแปลงสี ไม่พบความแตกต่างของค่า  $a^*$  และ  $b^*$  ที่ชั้นเนื้อสันนอกโคในทุกระยะเวลาของการบ่ม อย่างไรก็ตามค่าความสว่างของเนื้อมีแนวโน้มว่าการบ่มเนื้อจะมีผลต่อค่านี้ โดยที่ระยะเวลาบ่ม 0, 7, 14, 21, 28 และ 35 วัน ความสว่างของชั้นเนื้อมีความเท่ากับ 42.12, 40.37, 43.44, 42.78, 41.30 และ 42.52 ตามลำดับ

ในการศึกษานี้ผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าสีของเนื้อ ยังให้ผลไม่ชัดเจนนัก แต่มีแนวโน้มว่าสารละลายกรดแลกติกจะมีผลต่อค่าสีของเนื้อสันนอกโค อย่างไรก็ตาม Pipek *et al.* (2005b) รายงานว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % จืดพ่นบนซากโคและซากสุกร จะทำให้สีของเนื้อซีดจางลง ทำนองเดียวกันกับ Pilasombut *et al.* (2007) ที่ศึกษาผลของการใช้เนื้อสุกรจุ่มลงในสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่จุ่มน้ำกลั่น ทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30-38 °C พบว่าชั้นเนื้อที่จุ่มสารละลายกรดแลกติก จะมีความสว่าง (lightness,  $L^*$ ) เฉลี่ยเท่ากับ 43.25 ซึ่งมีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่จุ่มน้ำกลั่นที่มีค่าเท่ากับ 37.03 และ 37.09 ตามลำดับ ส่วนค่าสีแดง (redness,  $a^*$ ) เฉลี่ยของเนื้อที่จุ่มสารละลายกรดแลกติก กลุ่มควบคุม และกลุ่มจุ่มน้ำกลั่น จะมีค่าเท่ากับ 11.50, 14.76 และ 13.37 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกมีผลต่อสีของเนื้อ โดยจะทำให้เนื้อสุกซีดจางและมีสีน้ำตาล

### 3.1.3 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการรักษา เก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำสุก และค่าความนุ่มเหนียวของเนื้อสันนอกโค

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการรักษาในทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกระยะที่ทำการศึกษา แต่มีแนวโน้มว่าชั้นเนื้อสันนอกโคที่จืดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการรักษาสูงกว่ากลุ่มควบคุมในวันที่ 14, 30 และ 60 โดยกลุ่มที่จืดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 7.02, 9.92 และ 9.79 ตามลำดับ ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 6.84, 9.24 และ 9.48 ตามลำดับ ส่วนในวันที่ 90 กลุ่มควบคุมจะมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการรักษาสูงกว่ากลุ่มที่จืดพ่นสารละลายกรดแลกติก แต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยมีค่าเท่ากับ 9.78 และ 8.47ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเมื่อ



พิจารณาถึงระยะเวลาบ่มนานขึ้น เปรียบเทียบในวันที่ 14 กับวันที่ 30 ของการบ่มเนื้อ จะพบว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการรักษา มีการสูญเสียที่เพิ่มมากขึ้นและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ ) โดยมีค่าเท่ากับ 6.84 และ 9.24 ในกลุ่มควบคุม และมีค่าเท่ากับ 7.02 และ 9.92 ในกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก หลังจากระยะเวลาบ่ม 30 วัน จนครบระยะเวลามบ่มที่ 90 วันไม่พบความแตกต่างของค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการรักษาเกิดขึ้น

ตารางที่ 8 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการรักษา (% Drip Loss) ของเนื้อสันนอก โคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา<br>(วัน) | ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการรักษา (% Drip Loss) |      |                    |      |                   |
|-------------------|--------------------------------------------------------------|------|--------------------|------|-------------------|
|                   | ควบคุม                                                       | S.D. | กรดแลกติก          | S.D. | เฉลี่ย            |
| 14                | 6.84 <sup>a</sup>                                            | 2.20 | 7.02 <sup>a</sup>  | 1.46 | 6.93 <sup>d</sup> |
| 30                | 9.24 <sup>b</sup>                                            | 1.91 | 9.92 <sup>b</sup>  | 1.29 | 9.58 <sup>c</sup> |
| 60                | 9.48 <sup>b</sup>                                            | 0.21 | 9.79 <sup>b</sup>  | 0.06 | 9.63 <sup>c</sup> |
| 90                | 9.78 <sup>b</sup>                                            | 0.89 | 8.47 <sup>ab</sup> | 1.00 | 9.12 <sup>c</sup> |
| เฉลี่ย            | 8.83                                                         |      | 8.80               |      |                   |

a และ b ในแนวดิ่งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

d ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ )

e ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

Pipek *et al.* (2004) รายงานผลการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการรักษาเนื้อโคว่า กลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ที่อุณหภูมิสารละลายเท่ากับ 45 และ 15°C มีผลทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการรักษาที่ 1 ชม. มีค่าเท่ากับ 0.22 และ 0.33 % ตามลำดับ ที่ระยะเวลา 24 ชม. มีค่าเท่ากับ 0.72 และ 0.95 % ตามลำดับ และที่ระยะเวลา 48 ชม. มีค่าเท่ากับ 0.59 และ 0.51 % ตามลำดับ ส่วนในกลุ่มควบคุมจะมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการรักษาเท่ากับ 0.56, 1.07 และ 0.51 % เมื่อทำการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 1, 24 และ 48 ชม. ตามลำดับ ซึ่งในการเก็บรักษาที่ 1 และ 24 ชม. การใช้สารละลายกรดแลกติกทั้งสองอุณหภูมิจะทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการรักษาสูงขึ้น ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับผลจากการทดลองนี้ที่พบว่า การฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีแนวโน้มทำให้ชิ้นเนื้อมีความเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการรักษาสูงกว่ากลุ่มควบคุม ยกเว้นในวันที่ 90

กลุ่มควบคุมจะมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาสูงกว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก แต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติโดยมีค่าเท่ากับ 9.78 และ 8.47 ตามลำดับ ซึ่ง Smulder *et al.* (1995) กล่าวว่า การใช้สารละลายกรดจะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างภายในเซลล์กล้ามเนื้อลดลง ซึ่งอาจทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อหดตัวและเป็นผลให้มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% drip loss) เพิ่มขึ้นได้ อย่างไรก็ตามในงานทดลองของ Pipek *et al.* (2005c) พบว่าภายหลังจากการเก็บรักษาที่ 48 ชม. เนื้อโคทุกกลุ่มกลับมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาลดลง โดยการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ทั้งสองอุณหภูมิจะทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาลดลง เนื่องจากการใช้สารละลายกรดแลกติกมีทำให้โครงสร้างของโปรตีนที่ผิวซากเปลี่ยนแปลงและเสียสภาพไป จึงทำให้ช่องว่างที่ผิวซากหดตัวแคบลง จึงทำให้การระเหยของน้ำในเนื้อลดลง ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นจึงลดลงนั่นเอง

ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกในวันที่ 1 พบว่ากลุ่มควบคุมมีแนวโน้มของค่านี้ต่ำกว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก โดยมีค่าเท่ากับ 31.75 และ 36.81 ตามลำดับ ผลการทดลองในวันที่ 1 ของการศึกษานี้คล้ายกับผลจากการศึกษาของ Jimenes-Villareal *et al.* (2003) ที่ได้ศึกษาผลของ chlorine dioxide (CLO), cetylpyridinium chloride (CLO), lactic acid (LA) และ trisodium phosphate (TSP) ต่อลักษณะทางกายภาพของเนื้อโคพบพบว่า ซึ่งพบว่ากลุ่มควบคุม CLO, CPC, LA และ TSP มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกเท่ากับ 31.38, 34.99, 34.28, 37.37 และ 28.23 % ตามลำดับ โดยกรดแลกติกทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุกมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ

ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกเมื่อระยะเวลาบ่มนานขึ้นก็เป็นไปในทำนองเดียวกับค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา โดยในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อระยะเวลาบ่มนานขึ้นเป็น 14, 30, 60 และ 90 วัน พบว่ากลุ่มควบคุมมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกเท่ากับ 39.30, 35.05, 29.28 และ 31.63 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกเท่ากับ 37.31, 33.17, 32.68 และ 29.92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่

ตารางที่ 9 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา<br>(วัน) | ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss) |      |                     |      |                    |
|-------------------|---------------------------------------------------------------|------|---------------------|------|--------------------|
|                   | ควบคุม                                                        | S.D. | กรดแลกติก           | S.D. | เฉลี่ย             |
| 1                 | 31.75 <sup>a</sup>                                            | 5.35 | 36.81 <sup>ab</sup> | 5.28 | 34.28 <sup>d</sup> |
| 14                | 39.30 <sup>b</sup>                                            | 2.31 | 37.31 <sup>b</sup>  | 0.85 | 38.31 <sup>c</sup> |
| 30                | 35.05 <sup>ab</sup>                                           | 3.23 | 33.17 <sup>ab</sup> | 5.66 | 34.11 <sup>d</sup> |
| 60                | 29.28 <sup>a</sup>                                            | 0.40 | 32.68 <sup>ab</sup> | 0.04 | 30.98 <sup>d</sup> |
| 90                | 31.63 <sup>a</sup>                                            | 4.62 | 29.92 <sup>a</sup>  | 1.96 | 30.78 <sup>d</sup> |
| เฉลี่ย            | 33.40                                                         |      | 33.98               |      |                    |

a ในแนวตั้งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

b ในแนวตั้งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

d ในแนวตั้งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

e ในแนวตั้งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)

S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

สำหรับการวัดความนุ่มเหนียวของเนื้อในวันที่ 1, 30 และ 60 จะพบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อระหว่างกลุ่มควบคุมมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก โดยในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.85, 9.76 และ 8.59 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อในวันที่ 1, 30 และ 60 เท่ากับ 12.85, 9.76 และ 8.59 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนในวันที่ 14 และ 90 ไม่พบความแตกต่างของค่าแรงตัดผ่านเนื้อระหว่างทั้งสองกลุ่ม หากพิจารณาระยะเวลาการบ่มที่เนื้อมานานขึ้นในทุกๆระยะที่ศึกษา จะพบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) แสดงว่าชิ้นเนื้อที่ทำการทดลองมีความนุ่มเพิ่มมากขึ้นนั่นเอง จึงกล่าวได้ว่าการบ่มเนื้อแบบบรรจุถุงสุญญากาศนี้สามารถเพิ่มความนุ่มของเนื้อได้ ความนุ่มเหนียวของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองแสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงความนุ่มเหนียวโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา<br>(วัน) | ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear Force, kg.) |      |                    |      |                    |
|-------------------|---------------------------------------|------|--------------------|------|--------------------|
|                   | ควบคุม                                | S.D. | กรดแลกติก          | S.D. | เฉลี่ย             |
| 1                 | 12.85 <sup>a</sup>                    | 0.13 | 12.58 <sup>f</sup> | 0.05 | 12.71 <sup>k</sup> |
| 14                | 10.78 <sup>b</sup>                    | 0.05 | 10.74 <sup>b</sup> | 0.04 | 10.76 <sup>l</sup> |
| 30                | 9.76 <sup>c</sup>                     | 0.14 | 9.55 <sup>e</sup>  | 0.04 | 9.66 <sup>m</sup>  |
| 60                | 8.59 <sup>d</sup>                     | 0.13 | 8.42 <sup>h</sup>  | 0.11 | 8.50 <sup>n</sup>  |
| 90                | 6.57 <sup>e</sup>                     | 0.07 | 6.50 <sup>c</sup>  | 0.04 | 6.54 <sup>o</sup>  |
| เฉลี่ย            | 9.71 <sup>i</sup>                     |      | 9.56 <sup>j</sup>  |      |                    |

a, b, c, d, e, f และ g ในแนวดิ่งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)  
h ในแนวดิ่งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)  
i และ j ในแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)  
k, l, m, n และ o ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)  
S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับ Laster *et al.*(2008) ทำการศึกษาการบ่มซากแบบดั้งเดิมและการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศ โดยใช้กล้ามเนื้อสันนอกส่วนหน้า สันนอกส่วนหลัง และสันสะโพก มีระยะเวลาบ่มที่ 14, 21, 28 และ 35 วัน พบว่าวิธีการบ่มซากที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อสันนอกส่วนหน้าและสันสะโพก โดยเนื้อสันนอกส่วนหน้าที่ผ่านการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศจะมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำกว่า (P<0.01) เนื้อสันนอกส่วนหน้าที่ผ่านการบ่มแบบดั้งเดิม ส่วนเนื้อสันสะโพกการบ่มแบบดั้งเดิมจะมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำกว่า (P<0.05) แต่เนื้อสันนอกส่วนหลังค่าแรงตัดผ่านเนื้อทั้งสองวิธีจะไม่แตกต่างกัน เมื่อทำการเปรียบเทียบกล้ามเนื้อและระยะเวลาในการบ่มต่างๆ จะพบว่ากล้ามเนื้อสันนอกส่วนหน้ามีแนวโน้มของค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลง โดยมีค่าเท่ากับ 1.83, 1.72, 1.77 และ 1.63 กิโลกรัม ในวันที่ 14, 21, 28 และ 35 ตามลำดับ สำหรับกล้ามเนื้อสันนอกส่วนหลังมีแนวโน้มของค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลงเช่นเดียวกัน โดยมีค่าเท่ากับ 1.87, 1.78, 1.70 และ 1.75 กิโลกรัม ในวันที่ 14, 21, 28 และ 35 ตามลำดับ ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้พบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) เมื่อระยะในการบ่มเนื้อมานานขึ้น ซึ่งในกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 12.85, 10.78, 9.76, 8.59 และ 6.57 กิโลกรัม ในระยะเวลาบ่มที่ 1, 14, 30, 60



และ 90 วัน ตามลำดับ และในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 12.58, 10.74, 9.55, 8.42 และ 6.50 กิโลกรัม ในระยะเวลาบ่มที่ 1, 14, 30, 60 และ 90 วัน ตามลำดับ

Medynski *et al.* (2000) ศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0 และ 1.5 % โดยการฉีดเข้ากล้ามเนื้อ *M. biceps femoris* โค จากนั้นทำการศึกษาค่าแรงตัดผ่านเนื้อ พบว่าเนื้อที่ไม่ฉีดสารละลายกรดแลกติกมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 6.60 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร กลุ่มที่ฉีดสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 % มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเท่ากับ 6.79, 7.28 และ 6.90 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งการฉีดสารละลายกรดแลกติกเข้ากล้ามเนื้อจะมีผลทำให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลงหรือเนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น โดยการฉีดสารละลายกรดแลกติกจะทำให้ค่าความเป็นกรดต่างในกล้ามเนื้อเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดต่างในเนื้อจะมีผลต่อจุดไอโซอิเล็กทริก (isoelectric point, IEP) โดยจุฑารัตน์ (2539) กล่าวว่าที่จุด IEP ของโปรตีนที่มีส่วนสำคัญในการอุ้มน้ำคือ โปรตีนไมโอซินจะมีค่าความเป็นกรดต่างประมาณ 5.4-5.6 ที่จุดนี้ประจุบวกและลบจะเท่ากันจึงดึงดูดกันเองแทนที่จะจับกับน้ำจึงทำให้ความสามารถในการจับน้ำต่ำที่สุด จากสภาพนี้หากเพิ่มความเป็นกรดลงไปจะทำให้มีการแตกตัวของประจุบวกเพิ่มมากขึ้น ความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนจึงเพิ่มขึ้น เมื่อเนื้อมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงก็จะมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักจากการปรุงสุกต่ำเมื่อวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อจะมีค่าต่ำหรือเนื้อมีความนุ่มมากกว่านั่นเอง ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้พบว่าเนื้อในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % มีแนวโน้มว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อจะน้อยกว่ากลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่าเนื้อในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีความนุ่มมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการฉีดพ่นที่บริเวณผิวของเนื้อไม่ได้ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ จึงให้ผลที่ไม่ชัดเจนนัก

### 3.2. อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ต่อจุลินทรีย์บนเนื้อสันนอกเนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0-4 °C

#### 3.2.1 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้อโคสันนอกซีกซ้ายและซีกขวาก่อนการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 3.67 และ 3.54 log cfu/กรัม ตามลำดับ บ่งชี้ให้เห็นว่าเนื้อโคมีสุขลักษณะในการผลิตที่ดี เนื่องจากค่าจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547) ซึ่งกำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในเนื้อโคต้องไม่เกิน  $5 \times 10^5$  cfu/กรัม หรือ 5 log cfu/กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาอิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ในการลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อโค เมื่อบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C ภายใต้การบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศเป็นระยะเวลา 1, 14, 30, 60 และ 90 วัน ผลการทดลองพบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อโคได้ โดยภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ลดลงจาก 3.54 เหลือ 3.19 log cfu/กรัม และเมื่อบ่มเนื้อเป็นระยะเวลา 14, 30, 60 และ 90 วัน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 5.58, 6.12, 8.30 และ 11.60 log cfu/กรัม ตามลำดับ ในขณะที่เนื้อกลุ่มควบคุมพบว่าเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 6.33, 7.02, 8.18 และ 12.01 log cfu/กรัม ตามลำดับ จากผลดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่าเนื้อโคกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานถึง 30 วัน โดยเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่า 6.12 log cfu/กรัม ในขณะที่กลุ่มควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่า 7.02 log cfu/กรัม โดยจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสียมีค่าเท่ากับ  $10^7$ - $10^8$  cfu/กรัม หรือ 7-8 log cfu/กรัม (Nychas *et al.*, 2008) ซึ่งเนื้อสัตว์ที่มีจำนวนจุลินทรีย์เท่ากับ  $10^7$  cfu/กรัม เนื้อจะเริ่มมีกลิ่นเน่าเหม็น และเมื่อจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนถึง  $10^8$  cfu/กรัม จะพบว่าบริเวณผิวของเนื้อเริ่มมีเมือกเกิดขึ้น (Garcia-Lopez *et al.* 1998)

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการบ่มเนื้อที่นานขึ้นในเนื้อโคทั้งสองกลุ่ม อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก จะพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของกลุ่มควบคุมมีแนวโน้มว่า จะมีปริมาณที่มากกว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก แสดงให้เห็นว่าสารละลายกรดแลกติกมีผลในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อโคได้ ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้จึงสามารถสรุปได้ว่า กรดแลกติกความเข้มข้น 2 % มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อโคและสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อโคได้นานถึง 30 วัน ในสภาวะการบรรจุสุญญากาศและเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C

การที่สารละลายกรดแลกติกสามารถลดจุลินทรีย์ได้นั้น เนื่องจากกรดแลกติกมีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากทำให้ค่าความเป็นกรดต่างลดต่ำลง ทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งในสภาวะนี้จะทำให้ช่วงเตรียมพร้อมสำหรับการแบ่งตัวเพื่อเจริญเติบโต (lag phase) ใช้ระยะเวลานานขึ้น จึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ช้าลง (Woolthuis and Smulders. 1985) การยับยั้งจุลินทรีย์โดยกรดนั้นเกิดจากส่วนที่เป็น lipophilic ของกรด ซึ่งอยู่ในรูปโมเลกุลที่ไม่แตกตัวซึมผ่านเข้าไปใน plasma membrane ของจุลินทรีย์ ซึ่งปกติมีค่าความเป็นกรดต่ำค่อนข้างเป็นกลาง (pH 7) เมื่อกรดเข้าไปภายในจะทำให้เกิดสถานะแตกตัวของโปรตอน (proton) และคอนจูเกตเตด เบส (conjugated base) มีผลในการทำลายออกซิเดทีฟ ฟอสฟอริเลชัน ฟอรัม (oxidative phosphorylation form) ของระบบการขนส่งอิเล็กตรอน (electron transport system) รวมถึงการยับยั้ง

ระบบการขนถ่ายสารโมเลกุล (substrate molecule) เข้าสู่เซลล์ เป็นผลให้เกิดการทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Adam and Hall, 1988) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดแสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count ) ของเนื้อสัตว์นอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา (วัน) | จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/กรัม) |                    |                    |
|----------------|---------------------------------------|--------------------|--------------------|
|                | ควมคุม                                | กรดแลกติก          | เจลลี่             |
| 1              |                                       |                    |                    |
| ก่อนฉีดพ่น     | 3.67 <sup>a</sup>                     | 3.54 <sup>a</sup>  | 3.60 <sup>i</sup>  |
| หลังฉีดพ่น     | 3.67 <sup>a</sup>                     | 3.19 <sup>a</sup>  | 3.43 <sup>i</sup>  |
| 14             | 6.33 <sup>c</sup>                     | 5.58 <sup>b</sup>  | 5.95 <sup>j</sup>  |
| 30             | 7.02 <sup>d</sup>                     | 6.12 <sup>bc</sup> | 6.57 <sup>k</sup>  |
| 60             | 8.68 <sup>e</sup>                     | 8.30 <sup>c</sup>  | 8.49 <sup>l</sup>  |
| 90             | 12.01 <sup>f</sup>                    | 11.60 <sup>f</sup> | 11.80 <sup>m</sup> |
| เจลลี่         | 6.90 <sup>g</sup>                     | 6.39 <sup>h</sup>  |                    |

a, c และ d ในแนวดั้งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P<0.01)

b, e และ f ในแนวดั้งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

g และ h ในแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P<0.01)

i, j, k, l และ m ในแนวดั้งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

Log Reduction คือ ค่าจำนวนจุลินทรีย์ในรูปค่าลอการิทึมที่ลดลงหาได้จาก

S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

Braghieri *et al.* (2007) ศึกษาความสัมพันธ์ของอายุการเก็บรักษาเนื้อโคและวิธีการบ่มซาก โดยใช้กล้ามเนื้อสันนอกและกล้ามเนื้อหมอน (semitendinosus) ทำการบ่มเป็นระยะเวลา 5 วัน เนื่องจากซากขาจะทำการบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศ ส่วนซี่กซ้ายจะทำการบ่มแบบดั้งเดิม มีการศึกษาจุลินทรีย์ในวันที่ 1, 3 และ 5 โดยทำการศึกษานับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและแบคทีเรียกรดแลกติก จากการศึกษาพบว่าในวันที่ 1 การบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศและการบ่มแบบดั้งเดิมมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 1.22 และ 0.77 log cfu/g ตามลำดับ วันที่ 3 มีค่าเท่ากับ 2.43 และ 1.08 log cfu/g และวันที่ 5 มีค่าเท่ากับ 3.90 และ 3.09 log cfu/g สำหรับจำนวนแบคทีเรียกรดแลกติกของการบ่มแบบบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สุญญากาศและการบ่มแบบดั้งเดิมในวันที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.31 และ 0.07 log cfu/g ตามลำดับ ในวันที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.33 และ 0.13 log cfu/g และในวันที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.78 และ 0.23 log cfu/g ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการบ่มมีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งสองชนิด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) ในทุกระยะของการศึกษา เนื่องจากการบ่มแบบบรรจุสุญญากาศจะมีการจัดการที่มีขั้นตอนแยกย่อยมาก อาจทำให้มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นได้เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการบ่มแบบดั้งเดิม

### 3.2.2 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ต่อจำนวน Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli*

จากตารางที่ 12 ในกลุ่มควบคุม ( $n=5$ ) พบการปนเปื้อนของเชื้อ Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* บนเนื้อโคจำนวน 4 ตัวอย่างจากตัวอย่างทั้งหมด 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 80 โดยปริมาณเชื้อที่ตรวจพบมีค่าระหว่าง 36-1100 MPN/กรัม ซึ่งการตรวจพบเชื้อ Coliforms และ *E. coli* ในเนื้อโคบ่งชี้ให้เห็นว่า อาจมีการปนเปื้อนเชื้อจากของเหลวในระบบทางเดินอาหารหรืออุจจาระบนเนื้อโคในระหว่างกระบวนการฆ่า (Eisel *et al.* 1997) ถ้าพบเชื้อนี้ปริมาณที่สูงในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อน แสดงให้เห็นถึงสุขลักษณะที่ไม่ดี แต่ถ้ายังตรวจพบในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่ผ่านความร้อนแล้ว แสดงว่าความร้อนที่ใช้ไม่สูงพอหรืออาจเกิดการปนเปื้อนของเชื้อดังกล่าวภายหลังกระบวนการให้ความร้อนแล้ว เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มนี้ถูกทำลายง่ายด้วยความร้อนและความเย็น (ศศิธรและกาญจณี. 2534) อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองนี้พบว่า ปริมาณเชื้ออยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ซึ่งได้กำหนดจำนวนเชื้อ Coliforms บนเนื้อโคว่าสามารถมีค่า Most probable number (MPN) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ไม่เกิน  $5 \times 10^3$  MPN/กรัม (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547)

ส่วนในกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก ผลการทดลองพบว่า การปนเปื้อนเชื้อ Total Coliforms ก่อนทำการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกคิดเป็นร้อยละ 40 ปริมาณเชื้อที่พบมีค่าระหว่าง  $< 3.6$ -240 MPN/กรัม แต่ภายหลังจากที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกแล้วทำการตรวจ จะไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้ในตัวอย่างเนื้อโค (ต่ำกว่ามาตรฐานการตรวจพบ  $< 3$  MPN/กรัม) ส่วนวันที่ 14 ตรวจพบเชื้อ Total Coliforms 2 ตัวอย่างจากทั้งหมด 5 ตัวอย่าง ผลดังกล่าวอาจเนื่องมาจากเกิดการปนเปื้อนอีกครั้งภายหลังการฉีดพ่นกรดแลกติกซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ แต่เมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้น ตั้งแต่ 14 วันจนถึง 90 วัน จะไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้ (ต่ำกว่ามาตรฐานการตรวจพบ  $< 3$  MPN/กรัม) ในตัวอย่างเนื้อโคทั้งสองกลุ่มที่ศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การตรวจหาเชื้อ Fecal Coliforms ในวันที่ 1 ของกลุ่มควบคุม ตรวจพบเชื้อ 4 ตัวอย่างจากทั้งหมด 5 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 80 แต่เมื่อบ่มที่ 14 วันจะตรวจพบเพียง 1 ตัวอย่างจากทั้งหมด 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 20 เมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้นถึง 90 วัน จะไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ (ต่ำกว่ามาตรฐานการตรวจพบ <3 MPN/กรัม) ซึ่งเชื้อกลุ่มนี้สามารถถูกทำลายได้ง่ายด้วยความเย็น (ศศิธรและกาญจณี. 2534) ส่วนในกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก จะพบเชื้อจุลินทรีย์นี้เฉพาะก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกเท่านั้น โดยพบ 2 ตัวอย่างจากทั้งหมด 5 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 20 และเมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้นถึง 90 จะไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้ (ต่ำกว่ามาตรฐานการตรวจพบ <3 MPN/กรัม) การตรวจหาเชื้อ *E. coli* ตรวจพบ 4 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 5 ตัวอย่างในกลุ่มควบคุมคิดเป็นร้อยละ 80 ในตัวอย่างเนื้อโควันที่ 1 ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก จะตรวจพบ 2 ตัวอย่างจากทั้งหมด 5 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 40 ในวันที่ก่อนการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก แต่หลังจากนั้นจนกระทั่งครบระยะเวลาบ่มที่ 90 วัน จะไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ชนิดนี้อีก

สารละลายกรดแลกติกมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ Fecal Coliforms และ *E. coli* เช่นเดียวกับการศึกษาของ Baird *et al.* (2006) ซึ่งได้ศึกษาการฉีดพ่น 2 % L-lactic acid บนซากโคเพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์บนหนังโค พบว่าการใช้ 2 % L- lactic สามารถลดจำนวนเชื้อ Coliform เหลือ  $2.6 \log \text{cfu}/100\text{cm}^2$  และเชื้อ *E. coli* ลดลงเหลือ  $2.1 \log \text{cfu}/100\text{cm}^2$

ตารางที่ 12 แสดงจำนวน Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* ของเนื้อสัตว์นอกโคพื้นทุ่งพื้นเมืองที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา (วัน) | ควบคุม (n = 5) |                |                | กรดแลกติก (n = 5) |                |                |
|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|
|                | Total Coliform | Fecal Coliform | <i>E. coli</i> | Total Coliform    | Fecal Coliform | <i>E. coli</i> |
| 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 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อคุณภาพเนื้อสันนอกเนื้อโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0-4 °C

3.3.1 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อค่าอุณหภูมิและค่าความเป็นกรดต่าง

จากตารางที่ 13 พบว่าอุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงและไม่แตกต่างกันในทางสถิติเมื่อทำการเก็บรักษาเนื้อที่ 1, 30, 60 และ 90 วัน อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บรักษาที่ 14 วัน พบว่าอุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อในกลุ่มควบคุมจะมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก โดยมีค่าเท่ากับ 9.21 และ 8.50 °C ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวอาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนจากการวัด หรือการนำชิ้นเนื้อมาวางไว้ขณะรอการวัด ซึ่งการวัดไม่ได้วัดค่าทันทีที่นำออกจากห้องเย็นที่บ่มเนื้อ ค่าอุณหภูมิใจกลางเนื้อเมื่อเก็บเป็นระยะเวลาที่นานขึ้น พบว่ามีค่าลดลงโดยมีค่าอุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อในวันที่ 1, 14, 30, 60 และ 90 วัน มีค่าเท่ากับ 10.97, 8.86, 9.81, 7.99 และ 7.14 ตามลำดับ

ตารางที่ 13 แสดงค่าอุณหภูมิ (Temperature) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา (วัน) | ค่าอุณหภูมิ (°C)   |      |                     |      |                    |
|----------------|--------------------|------|---------------------|------|--------------------|
|                | ควบคุม             | S.D. | กรดแลกติก           | S.D. | เฉลี่ย             |
| 1              | 10.74 <sup>a</sup> | 0.55 | 11.14 <sup>a</sup>  | 0.47 | 10.97 <sup>c</sup> |
| 14             | 9.21 <sup>b</sup>  | 1.01 | 8.50 <sup>bc</sup>  | 0.41 | 8.86 <sup>f</sup>  |
| 30             | 9.45 <sup>b</sup>  | 0.86 | 10.18 <sup>ab</sup> | 0.43 | 9.81 <sup>g</sup>  |
| 60             | 8.03 <sup>c</sup>  | 1.60 | 7.95 <sup>c</sup>   | 1.77 | 7.99 <sup>h</sup>  |
| 90             | 7.38 <sup>c</sup>  | 1.24 | 6.91 <sup>c</sup>   | 1.00 | 7.14 <sup>i</sup>  |
| เฉลี่ย         | 8.96               |      | 8.94                |      |                    |

a และ c ในแนวตั้งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)  
b ในแนวตั้งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)  
e และ g ในแนวตั้งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)  
f, h และ i ในแนวตั้งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)  
S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

สำหรับค่าความเป็นกรดต่างของเนื้อ จะพบความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก โดยค่าความเป็นกรดต่างในกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก จะมีค่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุมและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.48 ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.51 ในขณะที่การทดลองที่ 1 ค่าความเป็นกรดต่างของโคพรีนพื้นเมืองในกลุ่มควบคุมมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก (ไม่แตกต่างกันทางสถิติ) ที่ระยะเวลาบ่มต่างๆพบว่ากลุ่มควบคุมมีค่าความเป็นกรดต่างของเนื้อในวันที่ 1, 14, 30, 60 และ 90 เท่ากับ 5.61, 5.55, 5.47, 5.45 และ 5.45 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 5.57, 5.54, 5.42, 5.42 และ 5.42 ตามลำดับ

Offer (1991) รายงานว่าอัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดต่างและอุณหภูมิภายในกล้ามเนื้อภายหลังสัตว์ตาย สามารถเป็นดัชนีชี้วัดถึงคุณภาพเนื้อที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนในเนื้อ ซึ่งสัมพันธ์กับการสูญเสียน้ำของเนื้อระหว่างการเก็บ (chilling loss) และ โอกาสการเกิดเนื้อชืดและและน้ำน้ำ (PSE) อีกด้วย ทั้งนี้อัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดต่างของเนื้อ PSE จะอยู่ที่ประมาณ 0.02 หน่วยต่อนาทีก่อน ในขณะที่เนื้อปกติลดลงเท่ากับ 0.01 หน่วยต่อนาทีก่อน ส่วนในกรณีที่เกิดเนื้อ PSE อย่างรุนแรง อัตราการลดลงเป็นไปอย่างรวดเร็วมากถึง 0.1 หน่วยต่อนาทีก่อน โดย Honikel *et al.* (1987) รายงานว่าเนื้อที่มีโอกาสเป็น PSE ได้สูง จะมีค่า pH วัดที่ 45 นาที หลังสัตว์ตายน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5.8

จากการทดลองครั้งนี้ ไม่ได้วัดค่าความเป็นกรดต่างที่ 45 นาที แต่เมื่อพิจารณาจากค่าความเป็นกรดต่างระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้กรดแลกติกแล้ว พบว่าเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อมานานขึ้นค่าความเป็นกรดต่างมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ และจะเริ่มคงที่เมื่อเก็บรักษาไปแล้ว 30 วัน ซึ่งผลการทดลองคล้ายกับในเนื้อสันนอกโคพรีนพื้นเมือง โดยพบว่าเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อมานานขึ้นค่าความเป็นกรดต่างมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เช่นเดียวกัน ซึ่งในกลุ่มควบคุมวันที่ 1, 14, 30, 60 และ 90 มีค่าเท่ากับ 5.70, 5.48, 5.45, 5.44 และ 5.43 ตามลำดับ และในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 5.68, 5.48, 5.45, 5.42, 5.43 และ 5.48 ในวันที่ 1, 14, 30, 60 และ 90 ตามลำดับ ภายหลังจากทำการบ่มไปแล้ว 14 วัน ค่าความเป็นกรดต่างมีแนวโน้มคงที่ในเนื้อสันนอกโคทั้งสองกลุ่ม ซึ่งค่าความเป็นกรดต่างของเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองจะคงที่เร็วกว่าเนื้อโคพรีนชิมเมนทอล-บราห์มันที่จะเริ่มคงที่เมื่อเก็บรักษาไปแล้ว 30 วัน ซึ่งผลการทดลองนี้แตกต่างจากการศึกษาของจุฑารัตน์ และคณะ (2551) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของซาร์โคเมอร์และความนุ่มของเนื้อโคขุนพันธุ์กำแพงแสนในระยะเวลาบ่มต่างๆ โดยทำการบ่มเนื้อที่ระยะเวลา 1, 5, 7, 14 และ 20 วัน พบว่าเมื่อบ่มเนื้อที่อุณหภูมิ 0-4 °C ค่าความเป็นกรดต่างของเนื้อจะลดลงอย่างต่อเนื่องภายหลังจากสัตว์ตายที่ระยะเวลา 16 และ 24 ชั่วโมง และจะไม่ลดลง



อีกเมื่อบ่มเนื้อที่ระยะเวลา 5, 7, 14 และ 20 วัน แต่ในการทดลองนี้แตกต่างจากผลจากการทดลองของ จุฑารัตน์ และคณะ (2551) เล็กน้อยคือ ค่าความเป็นกรดต่างในเนื้อโคจะไม่ลดลงอีกภายหลังการบ่มเนื้อ ที่ระยะเวลา 60 และ 90 วัน โดยภายหลังการบ่มเนื้อที่ระยะเวลา 14 และ 30 วัน จะยังพบการลดลงของ ค่าความเป็นกรดต่างในเนื้อโคทั้งสองกลุ่ม อย่างไรก็ตามค่าความเป็นกรดต่างของเนื้อโคทั้งสองพันธุ์ จะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ผลการทดลองยังสอดคล้องกับจุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2539) ซึ่งกล่าวว่า ค่าความเป็นกรดต่างในใจกลางชิ้นเนื้อภายหลังสัตว์ตายที่ 24 ชั่วโมงมีค่าอยู่ในช่วง 5.3 – 5.8 ค่าความเป็นกรดต่างของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันแสดงดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันที่ เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา (วัน) | ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) |      |                   |      |                   |
|----------------|-------------------------|------|-------------------|------|-------------------|
|                | ควบคุม                  | S.D. | กรดแลกติก         | S.D. | เฉลี่ย            |
| 1              | 5.61 <sup>a</sup>       | 0.03 | 5.57 <sup>b</sup> | 0.02 | 5.59 <sup>h</sup> |
| 14             | 5.55 <sup>b</sup>       | 0.03 | 5.54 <sup>b</sup> | 0.01 | 5.54 <sup>i</sup> |
| 30             | 5.47 <sup>c</sup>       | 0.03 | 5.44 <sup>d</sup> | 0.04 | 5.48 <sup>j</sup> |
| 60             | 5.45 <sup>cd</sup>      | 0.03 | 5.42 <sup>e</sup> | 0.03 | 5.44 <sup>j</sup> |
| 90             | 5.45 <sup>cd</sup>      | 0.03 | 5.42 <sup>e</sup> | 0.03 | 5.43 <sup>j</sup> |
| เฉลี่ย         | 5.51 <sup>f</sup>       |      | 5.48 <sup>g</sup> |      |                   |

a, b และ c ในแนวดิ่งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)  
d และ e ในแนวดิ่งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)  
f และ g ในแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)  
h และ i ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)  
j ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีระดับนัยสำคัญทางสถิติ P>0.05  
S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

3.3.2 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อค่าสีของเนื้อสันนอกโค

จากตารางที่ 15 จะพบว่าค่าความสว่าง (L\*) ของเนื้อสันนอกระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ฉีด พ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกในวันที่ 1 มีความแตกต่างอย่างชัดเจน โดยกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 38.08 ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 40.15 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติ ( $P < 0.05$ ) ในวันที่ 14, 30, 60 และ 90 กลุ่มควบคุมมีค่า  $L^*$  เท่ากับ 40.51, 42.40, 44.96 และ 45.05 ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 41.98, 43.65, 45.51 และ 46.64 ตามลำดับจากการทดลองนี้มีแนวโน้มว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกจะมีสีซีดจางกว่ากลุ่มควบคุม เมื่อพิจารณาถึงระยะเวลาบ่มเนื้อที่นานขึ้นจะยิ่งทำให้เนื้อมีความสว่าง (ซีดจาง) เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการบ่มขึ้นเนื้อทั้งสองกลุ่ม เมื่อเปรียบเทียบที่ระยะเวลา 60 และ 90 วัน ผลการทดลองนี้ให้ผลไปในทางเดียวกับการทดลองที่ 1 คือ เนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกจะมีสีซีดจางกว่าเนื้อกลุ่มควบคุมในโคพันธุ์พื้นเมืองจะมีค่าความสว่างเท่ากับ 44.81 และ 46.14 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 42.20 และ 45.09 ตามลำดับ ซึ่งในเวลานี้เนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองชิมเมนทอล-บราห์มันจะมีค่าความสว่างที่สูงกว่าโคพันธุ์พื้นเมือง อาจเนื่องมาจากเนื้อโคพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันมีลักษณะของผิวหนังที่มีความฉ่ำน้ำและมีน้ำเกาะอยู่มากกว่า จึงทำให้เกิดการสะท้อนของแสงได้มากกว่า เมื่อทำการวัดค่าความสว่างของเนื้อจึงทำให้ค่า  $L^*$  สูงกว่านั่นเอง โดย Limsupavanich *et al.* (2008) รายงานการศึกษาอิทธิพลของการบ่มซากต่อคุณภาพของเนื้อสันนอกโคจากระบบการเลี้ยงที่แตกต่างกันในประเทศไทย โดยใช้กล้ามเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เลี้ยงด้วยหญ้า โคพันธุ์บราห์มันที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวและขุนด้วยหญ้าเป็นระยะเวลา 3 เดือน โคพันธุ์บราห์มันที่เลี้ยงด้วยเปลือกถั่วประดุนเป็นระยะเวลา 6 เดือน และโคพันธุ์ชาโรเลส์ที่เลี้ยงด้วยอาหารข้นเป็นระยะเวลา 12-18 เดือน พบว่าเนื้อสันนอกจากโคบราห์มันที่เลี้ยงด้วยเปลือกถั่วประดุนจะมีค่าความสว่าง ( $L^*$ ) มากที่สุดโดยมีค่าเท่ากับ 41.7 โคพันธุ์พื้นเมืองมีค่าเท่ากับ 40.2 โคพันธุ์ชาโรเลส์มีค่าเท่ากับ 41.1 ส่วนโคพันธุ์บราห์มันที่เลี้ยงด้วยฟางข้าวและหญ้าจะมีค่าน้อยที่สุดและมีค่าเท่ากับ 36.5 ทางด้านอิทธิพลของการบ่มซากต่อคุณภาพเนื้อพบว่า ระยะเวลาบ่มที่นานขึ้นมีผลทำให้ค่าเฉลี่ย  $L^*$  สูงขึ้น โดยมีค่าเท่ากับ 38.5, 39.1 และ 40.8 ในวันที่ 1, 7 และ 14 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลจากการทดลองนี้ที่พบว่าเนื้อสันนอกโคพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มีค่าความสว่างมากกว่าโคพันธุ์พื้นเมือง นอกจากนี้ผลการทดลองยังสอดคล้องกับการศึกษาของของคมแข และคณะ (2551ก) ซึ่งทำการศึกษาลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสุกรในการเก็บที่สภาวะอุณหภูมิห้องโดยการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก พบว่าค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ของกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกมีสีซีดจางกว่ากลุ่มควบคุม ( $P < 0.05$ )

ตารางที่ 15 แสดงค่าความสว่าง (Lightness,  $L^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซัมเมนทอล-บราห์มัน ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา (วัน) | ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) |      |                     |      |                    |
|----------------|------------------------|------|---------------------|------|--------------------|
|                | ควบคุม                 | S.D. | กรดแลกติก           | S.D. | เฉลี่ย             |
| 1              | 38.08 <sup>a</sup>     | 2.86 | 40.15 <sup>b</sup>  | 1.64 | 39.12 <sup>b</sup> |
| 14             | 40.51 <sup>b</sup>     | 1.61 | 41.98 <sup>bc</sup> | 1.14 | 41.24 <sup>b</sup> |
| 30             | 42.40 <sup>c</sup>     | 1.75 | 43.65 <sup>cd</sup> | 1.07 | 43.03 <sup>i</sup> |
| 60             | 44.96 <sup>d</sup>     | 1.96 | 45.51 <sup>d</sup>  | 1.92 | 45.23 <sup>j</sup> |
| 90             | 45.05 <sup>d</sup>     | 1.72 | 46.64 <sup>d</sup>  | 2.47 | 45.84 <sup>j</sup> |
| เฉลี่ย         | 42.20 <sup>c</sup>     |      | 43.59 <sup>f</sup>  |      |                    |

a, b และ c ในแนวดิ่งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )  
d ในแนวดิ่งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ )  
e และ f ในแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ )  
g, h และ i ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ )  
j ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )  
S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

ค่าสีแดงของเนื้อทั้งสองกลุ่มจะไม่แตกต่างกันในทางสถิติทุกระยะเวลาที่ศึกษา แต่มีแนวโน้มว่าเนื้อของกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก จะมีค่า  $a^*$  สูงกว่ากลุ่มควบคุม เมื่อพิจารณาถึงระยะเวลามะพบว่าจะพบว่าสีแดงของชิ้นเนื้อสันนอกโคกลุ่มควบคุมในวันที่ 1, 14, 30, 60 และ 90 มีค่าเท่ากับ 17.29, 21.07, 22.76, 22.05 และ 23.58 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกในวันที่ 1, 14, 30, 60 และ 90 จะมีค่าสีแดงของเนื้อเท่ากับ 17.65, 22.05, 23.87, 22.94 และ 23.71 ตามลำดับ ซึ่งจะพบว่าสีแดงของชิ้นเนื้อสันนอกโคทั้งสองกลุ่ม มีแนวโน้มว่าจะมีสีแดงคล้ำและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลตามระยะเวลามะเนื้อที่นานขึ้น ซึ่งให้ผลไปแนวเดียวกันกับในเนื้อสันนอกโคพื้นเมืองจะมีค่า  $a^*$  ที่ใกล้เคียงกับโคลูกผสมพันธุ์ซัมเมนทอล-บราห์มัน ซึ่งค่า  $a^*$  จากการศึกษาไม่มีความไม่สม่ำเสมอเช่นเดียวกัน ค่าสีแดงของเนื้อโคลูกผสมพันธุ์ซัมเมนทอล-บราห์มันแสดงดังตารางที่ 16



ตารางที่ 16 แสดงค่าสีแดง (Redness,  $a^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา (วัน) | ค่าความแดง ( $a^*$ ) |      |                     |      |                     |
|----------------|----------------------|------|---------------------|------|---------------------|
|                | ควบคุม               | S.D. | กรดแลกติก           | S.D. | เฉลี่ย              |
| 1              | 17.29 <sup>a</sup>   | 1.84 | 17.65 <sup>a</sup>  | 1.60 | 17.47 <sup>c</sup>  |
| 14             | 21.07 <sup>b</sup>   | 1.05 | 22.05 <sup>b</sup>  | 1.37 | 21.56 <sup>f</sup>  |
| 30             | 22.76 <sup>bc</sup>  | 2.10 | 23.87 <sup>bc</sup> | 1.22 | 23.31 <sup>g</sup>  |
| 60             | 22.05 <sup>bc</sup>  | 1.87 | 22.94 <sup>bc</sup> | 2.23 | 22.50 <sup>ef</sup> |
| 90             | 23.58 <sup>c</sup>   | 2.81 | 23.71 <sup>c</sup>  | 1.70 | 23.64 <sup>g</sup>  |
| เฉลี่ย         | 21.04                |      | 22.04               |      |                     |

a และ b ในแนวดิ่งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

c ในแนวดิ่งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ )

e และ f ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ )

g ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

สำหรับค่า  $b^*$  ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกเมื่อบ่มที่ระยะเวลา 1, 14, 30, 60 และ 90 วัน พบว่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ โดยในกลุ่มควบคุมมีค่า  $b^*$  เท่ากับ 5.58, 9.22, 10.26, 10.05 และ 11.29 ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่า  $b^*$  เท่ากับ 5.19, 10.10, 11.24, 10.27 และ 11.149 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามในกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกพบว่าค่า  $b^*$  มีแนวโน้มสูงกว่าควบคุม แต่เนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองในระยะเวลาบ่ม 30, 60 และครบ 90 วัน พบว่าค่า  $b^*$  ของกลุ่มควบคุมจะมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก เมื่อพิจารณาระยะเวลาบ่มที่นานขึ้นพบว่าค่า  $b^*$  ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันมีแนวโน้มสูงขึ้นในเนื้อสันนอกโคทั้งสองกลุ่ม ส่วนในเนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองเมื่อระยะเวลาบ่มนานขึ้น ค่านี้จะมีการเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันแต่ไม่สม่ำเสมอ ในเนื้อทั้งสองกลุ่ม ค่า  $b^*$  ของชิ้นเนื้อสันนอกโคพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันแสดงดังตารางที่ 17



ตารางที่ 17 แสดงค่าสีเหลือง (Yellowness,  $b^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มัน ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา (วัน) | ค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) |      |                     |      |                     |
|----------------|-----------------------|------|---------------------|------|---------------------|
|                | ควบคุม                | S.D. | กรดแลกติก           | S.D. | เฉลี่ย              |
| 1              | 5.58 <sup>a</sup>     | 1.47 | 5.19 <sup>a</sup>   | 0.87 | 5.39 <sup>c</sup>   |
| 14             | 9.22 <sup>b</sup>     | 0.77 | 10.10 <sup>bc</sup> | 0.95 | 9.66 <sup>f</sup>   |
| 30             | 10.26 <sup>bc</sup>   | 1.76 | 11.24 <sup>c</sup>  | 0.83 | 10.75 <sup>gf</sup> |
| 60             | 10.05 <sup>bc</sup>   | 1.31 | 10.27 <sup>bc</sup> | 1.36 | 10.16 <sup>gf</sup> |
| 90             | 11.29 <sup>c</sup>    | 2.09 | 11.14 <sup>c</sup>  | 0.95 | 11.22 <sup>gh</sup> |
| เฉลี่ย         | 9.28                  |      | 9.59                |      |                     |

a และ c ในแนวดิ่งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ )  
b ในแนวดิ่งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )  
e และ h ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ )  
f และ g ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )  
S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

3.3.3 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการทำให้สุก และค่าความนุ่มเหนียวของเนื้อสันนอกโค

จากตารางที่ 18 แสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อสันนอกโคทั้งสองกลุ่มทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในวันที่ 14, 30, 60 และ 90 โดยกลุ่มควบคุมมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเท่ากับ 3.39, 5.39, 5.70 และ 6.50 ตามลำดับ ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเท่ากับ 3.51, 5.22, 5.63 และ 7.03 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของจุฑารัตน์ และคณะ (2542) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติกที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อ โดยการบ่มเนื้อในถุงสุญญากาศและบ่มเป็นระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน พบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ( $P<0.05$ )

จากผลการทดลองครั้งนี้พบว่าเมื่อระยะเวลาการบ่มเนื้อที่นานขึ้นพบว่าเนื้อทั้งสองกลุ่มมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นและมีค่ามากที่สุดเมื่อบ่มเนื้อที่ 90 วัน อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเฉลี่ยของกลุ่มที่ฉีดพ่น

สารละลายกรดแลกติก จะมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมโดยมีค่าเท่ากับ 5.35 และ 5.24 แต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ขณะที่เนื้อสันนอกจากโคพันธุ์พื้นเมืองจะมีค่านี้สูงกว่า โดยกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 6.84, 9.24, 9.48 และ 9.78 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 7.02, 9.92, 9.79 และ 8.47 ตามลำดับในวันที่ 14, 30, 60 และ 90 ของการบ่ม

ตารางที่ 18 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ข้ามเมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา (วัน) | ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss) |      |                    |      |                   |
|----------------|------------------------------------------------------------------|------|--------------------|------|-------------------|
|                | ควบคุม                                                           | S.D. | กรดแลกติก          | S.D. | เฉลี่ย            |
| 14             | 3.39 <sup>a</sup>                                                | 0.85 | 3.51 <sup>a</sup>  | 0.72 | 3.45 <sup>c</sup> |
| 30             | 5.39 <sup>b</sup>                                                | 1.14 | 5.22 <sup>b</sup>  | 1.40 | 5.30 <sup>f</sup> |
| 60             | 5.70 <sup>bc</sup>                                               | 1.14 | 5.63 <sup>bc</sup> | 0.60 | 5.66 <sup>f</sup> |
| 90             | 6.50 <sup>c</sup>                                                | 0.93 | 7.03 <sup>c</sup>  | 0.50 | 6.77 <sup>g</sup> |
| เฉลี่ย         | 5.24                                                             |      | 5.35               |      |                   |

b ในแนวดิ่งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )  
a และ c ในแนวดิ่งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ )  
e และ g ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ )  
f ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )  
S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

เมื่อพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรงสุก ระหว่างกลุ่มทั้งสองพบว่ามีความแตกต่างเกิดขึ้นที่ระยะเวลาบ่ม 14 วัน โดยกลุ่มควบคุมมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรงสุกเท่ากับ 33.52 และกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมีค่าเท่ากับ 36.49 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) ส่วนที่ระยะเวลาอื่นไม่พบความแตกต่างระหว่างทั้งสองเกิดขึ้นแต่อย่างใด เมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อที่นานขึ้นมีแนวโน้มว่าค่านี้จะสูงขึ้นทั้งสองกลุ่ม โดยกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกจะมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรงสุกสูงที่สุดในวันที่ 14 ของการบ่ม โดยมีค่าเท่ากับ 36.49 เปรียบเทียบกับวันที่ 1 ที่มีค่าเท่ากับ 33.65 ซึ่งทำให้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบที่ระยะเวลา 30, 60 และ 90 วัน จะไม่แตกต่าง อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรงสุกในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

จะมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมโดยมีค่าเท่ากับ 33.73 และ 33.39 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) สำหรับ โคพันธุ์พื้นเมืองพบว่ามีค่านี้สูงกว่าโคพันธุ์พันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกเมื่อระยะเวลาบ่มนานขึ้นเป็น 14, 30, 60 และ 90 วัน ในกลุ่มควบคุมมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกเท่ากับ 39.30, 35.05, 29.28 และ 31.63 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกเท่ากับ 37.31, 33.17, 32.68 และ 29.92 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนักจากการปรุงสุกของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันแสดงดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา (วัน) | ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss) |      |                     |      |                     |
|----------------|---------------------------------------------------------------|------|---------------------|------|---------------------|
|                | ควบคุม                                                        | S.D. | กรดแลกติก           | S.D. | เฉลี่ย              |
| 1              | 32.30 <sup>a</sup>                                            | 2.73 | 33.65 <sup>a</sup>  | 2.31 | 32.97 <sup>c</sup>  |
| 14             | 33.52 <sup>a</sup>                                            | 2.96 | 36.49 <sup>b</sup>  | 2.34 | 35.01 <sup>f</sup>  |
| 30             | 32.82 <sup>a</sup>                                            | 2.37 | 34.65 <sup>ab</sup> | 2.36 | 33.74 <sup>cf</sup> |
| 60             | 34.22 <sup>ab</sup>                                           | 4.11 | 34.57 <sup>ab</sup> | 3.15 | 34.39 <sup>cf</sup> |
| 90             | 34.11 <sup>ab</sup>                                           | 1.44 | 34.30 <sup>ab</sup> | 0.94 | 34.20 <sup>cf</sup> |
| เฉลี่ย         | 33.39 <sup>c</sup>                                            |      | 34.73 <sup>d</sup>  |      |                     |

a และ b ในแนวดิ่งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

c และ d ในแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

e ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ )

f ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ )

S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

สำหรับการวัดความนุ่มเหนียวของเนื้อในแต่และช่วงของการบ่ม พบว่าทุกระยะในการศึกษา ค่าแรงตัดผ่านเนื้อของชิ้นเนื้อกลุ่มควบคุม จะมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ ) โดยกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของแรงตัดผ่านเนื้อในวันที่ 1, 14, 30, 60 และ 90 ของการบ่มเท่ากับ 10.30, 6.62, 5.52, 4.67 และ 3.50 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อในวันที่ 1, 14, 30, 60 และ 90 ของการบ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 9.63, 6.40, 5.40, 4.50 และ 3.14 กิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของแรงตัดผ่านเนื้อในวันที่ 1, 14, 30, 60 และ 90 เท่ากับ 12.85, 10.78, 9.76, 8.59 และ 6.57 กิโลกรัม ตามลำดับตามลำดับ ส่วนกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกมีค่าเฉลี่ยของแรงตัดผ่านเนื้อในวันที่ 1, 14, 30, 60 และ 90 เท่ากับ 12.85, 10.74, 9.55, 8.42 และ 6.50 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าเนื้อสันนอกจากโคพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันจะมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำกว่าหรือมีความนุ่มมากกว่าเนื้อจากโคพันธุ์พื้นเมือง อาจเนื่องมาจากการที่เนื้อโคพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันมีระดับไขมันแทรกมากกว่า การที่มีไขมันแทรกมากกว่า จะทำให้แรงดึงของกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันลดลง จึงเป็นเหตุให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำหรือมีความนุ่มมากกว่าเนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองนั่นเอง

เมื่อพิจารณาที่ระยะเวลาการบ่มเนื้อจะพบว่าเป็นไปในทำนองเดียวกัน โดยค่าแรงตัดผ่านเนื้อจะมีค่าน้อยลงในทุกระยะเวลาบ่มเนื้อที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) การเพิ่มระยะเวลาบ่มให้นานขึ้นจะทำให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อจะลดลงเรื่อยๆ แสดงให้เห็นว่าเนื้อมีความนุ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อนานขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าค่าเฉลี่ยของแรงตัดผ่านเนื้อในกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกจะมีค่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุม โดยมีค่าเท่ากับ 5.81 และ 6.12 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) ผลการทดลองสอดคล้องกับการศึกษาของ จุฑารัตน์ และคณะ (2551) ซึ่งได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของซาร์โคเมอร์และความนุ่มของเนื้อโคขุนกำแพงแสนในระยะเวลาการบ่มต่างๆ โดยทำการบ่มที่ระยะเวลา 1, 5, 7, 14 และ 20 วัน พบว่าเมื่อบ่มเนื้อที่อุณหภูมิ 0-4 °C เนื้อจะนุ่มมากขึ้นเป็นลำดับอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการบ่มที่นานขึ้น ( $p < 0.05$ ) และพบว่าเนื้อนุ่มมากที่สุดเมื่อบ่มนาน 20 วัน ค่าแรงตัดผ่านของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันแสดงดังตารางที่ 20



ตารางที่ 20 แสดงความนุ่มเหนียวโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา (วัน) | ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Shear Force, kg.) |      |                   |      |                   |
|----------------|---------------------------------------|------|-------------------|------|-------------------|
|                | ควบคุม                                | S.D. | กรดแลกติก         | S.D. | เฉลี่ย            |
| 1              | 10.30 <sup>a</sup>                    | 0.19 | 9.63 <sup>b</sup> | 0.07 | 9.97 <sup>m</sup> |
| 14             | 6.62 <sup>c</sup>                     | 0.05 | 6.40 <sup>d</sup> | 0.07 | 6.51 <sup>n</sup> |
| 30             | 5.52 <sup>c</sup>                     | 0.03 | 5.40 <sup>f</sup> | 0.04 | 5.46 <sup>o</sup> |
| 60             | 4.67 <sup>g</sup>                     | 0.18 | 4.50 <sup>h</sup> | 0.07 | 4.58 <sup>p</sup> |
| 90             | 3.50 <sup>i</sup>                     | 0.06 | 3.14 <sup>j</sup> | 0.05 | 3.32 <sup>q</sup> |
| เฉลี่ย         | 6.12 <sup>k</sup>                     |      | 5.81 <sup>l</sup> |      |                   |

a, b, c, d, e, f, g, h, i และ j ในแนวดิ่งและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)  
k และ l ในแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)  
m, n, o, p และ q ในแนวดิ่งคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01)  
S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

3.4 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ต่อจุลินทรีย์บนเนื้อสันนอกเนื้อโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0-4 °C

3.4.1 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

จากการศึกษาอิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ในการลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อโค เมื่อทำการบ่มเนื้อไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C ภายใต้การบ่มแบบบรรจุถุงสุญญากาศเป็นระยะเวลา 1, 14, 30, 60 และ 90 วัน ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3 พบว่ากลุ่มควบคุมพบจำนวนเชื้อเริ่มต้น มีค่า 3.8 log cfu/กรัม และ 3.64 log cfu/กรัม ตามลำดับ ซึ่งจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นมีค่าค่อนข้างต่ำ และได้มาตรฐานตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 6001-2547) ซึ่งกำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อโคจะต้องไม่เกิน 3 x 10<sup>5</sup> cfu/g ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเนื้อโคที่นำมาทดลองได้มาจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและสะอาด จึงมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นต่ำ อย่างไรก็ตาม คมแข และคณะ (2551x) ได้ทำการสำรวจการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อโคในเขตกรุงเทพมหานคร โดยการสุ่มตัวอย่างเนื้อสันนอกโคในตอนเช้ามีดจากตลาดสด 41 แห่ง

ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าร้อยละ 92.68 ของตัวอย่างเนื้อโคมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ผลดังกล่าวมีสาเหตุมาจากการฆ่าโคในโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน นอกจากนี้ยังมีสัญลักษณ์ในการขนส่งและจำหน่ายไม่ได้มาตรฐานอีกด้วย

หลังจากฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงเล็กน้อยเหลือ 3.43 cfu/กรัม เมื่อบ่มที่ 14 วันจะเห็นว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้กรดแลกติกมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 5.79 และ 5.55 log cfu/กรัม ตามลำดับ ซึ่งเนื้อทั้ง 2 กลุ่มยังไม่เกิดการเน่าเสีย แต่เมื่อทำการบ่มถึง 30 วันพบว่าเนื้อทั้งสองกลุ่มเกิดการเน่าเสียแล้ว โดยมีปริมาณจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในกลุ่มควบคุม 8.98 log cfu/กรัม และกลุ่มที่ใช้กรดแลกติกเท่ากับ 8.33 log cfu/กรัม ดังที่ Garcia-Lopez *et al.* (1998) รายงานว่าเมื่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อสัตว์เพิ่มขึ้นเป็น  $10^8$  cfu/กรัม พบว่าเนื้อมีลักษณะเน่าเสียและมีเมือกบริเวณผิวเนื้อ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของคมแข และคณะ (2542) ได้ทำการศึกษากการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสุกร โดยใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% พบว่าสารละลายกรดแลกติกสามารถลดและยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อสุกรเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-4 °C ได้นานถึง 7 วัน ( $P < 0.01$ ) แต่เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองของโคพันธุ์พื้นเมืองพบว่าสารละลายกรดแลกติกมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ ทำให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการใช้สารละลายกรดแลกติกในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อให้ยาวนานขึ้นได้อย่างชัดเจน ผลดังกล่าวอาจเนื่องมาจากว่าลักษณะของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันที่เลี้ยงด้วยเปลือกถั่วปาด เนื้อจะมีลักษณะแฉะและมีน้ำเอิ้ม ทำให้มีความชื้นที่ผิวเนื้อสูง ซึ่งเป็นปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ในขณะที่เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองเนื้อจะมีลักษณะที่แห้งกว่า ดังนั้นการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองจึงเจริญเติบโตได้น้อยกว่า จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มันแสดงดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count ) ของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ชิมเมน  
. ทอล-บราห์มันที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาต่างๆ

| ระยะเวลา (วัน) | จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/กรัม) |                    |                    |
|----------------|---------------------------------------|--------------------|--------------------|
|                | ควบคุม                                | กรดแลกติก          | เฉลี่ย             |
| 1              |                                       |                    |                    |
| ก่อนฉีดพ่น     | 3.85 <sup>a</sup>                     | 3.65 <sup>b</sup>  | 3.75 <sup>n</sup>  |
| หลังฉีดพ่น     | 3.85 <sup>a</sup>                     | 3.43 <sup>c</sup>  | 3.65 <sup>o</sup>  |
| 14             | 5.79 <sup>d</sup>                     | 5.55 <sup>e</sup>  | 5.67 <sup>p</sup>  |
| 30             | 8.98 <sup>f</sup>                     | 8.33 <sup>g</sup>  | 8.65 <sup>q</sup>  |
| 60             | 10.05 <sup>h</sup>                    | 9.84 <sup>i</sup>  | 9.94 <sup>r</sup>  |
| 90             | 12.92 <sup>j</sup>                    | 12.78 <sup>k</sup> | 12.85 <sup>s</sup> |
| เฉลี่ย         | 7.58 <sup>l</sup>                     | 7.26 <sup>m</sup>  |                    |

a ในแนวดังคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)  
b, c, d, e, f, g, h, i, j และ k ในแนวดังและแนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)  
l และ m แนวนอนคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)  
n, o, p, q, r และ s ในแนวดังคือ ค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P<0.01)  
Log Reduction คือ ค่าจำนวนจุลินทรีย์ในรูปค่าลอการิทึมที่ลดลงหาได้จาก  
S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

3.4.2 อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ต่อจำนวน Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli*

จากตารางที่ 22 พบว่าในกลุ่มควบคุม (n=8) พบการปนเปื้อนของ Total Coliforms เริ่มต้น 4 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 8 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 50 ปริมาณเชื้อที่พบมีค่า 3.6-7.3 MPN/กรัม เมื่อบ่มที่ 14 และ 30 วัน จะพบ 2 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 8 ตัวอย่าง และเมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้นเป็น 60 และ 90 วัน ตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ (ต่ำกว่ามาตรฐานการตรวจพบ <3 MPN/กรัม) ส่วน Fecal Coliforms และ *E. coli* ทำการตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ (ต่ำกว่ามาตรฐานการตรวจพบ <3 MPN/กรัม) ตั้งแต่เริ่มต้นทำการบ่ม ในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกพบว่า ก่อนการฉีดพ่นพบการปนเปื้อนของ Total Coliforms 5 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 8 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 62.5 ปริมาณเชื้อที่พบมีค่า <3.6-240 MPN/

กรัม หลังจากทำการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก จะไม่ตรวจพบเชื้อ Total Coliforms (ต่ำกว่ามาตรฐานการตรวจพบ  $<3$  MPN/กรัม) หลังจากบ่มเป็นระยะเวลา 30 วัน กลับตรวจพบเชื้อ Total Coliforms 4 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 8 ตัวอย่าง ซึ่งอาจเกิดการปนเปื้อนอีกครั้งหรืออาจมีปัจจัยที่ทำให้เชื้อจุลินทรีย์เกิดการเจริญเติบโตขึ้นมาได้อีก แต่เมื่อระยะเวลาการบ่มนานจนถึง 90 วัน จะตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์นี้ ในส่วนของเชื้อ Fecal Coliforms และ *E. coli* กลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกพบเชื้อจุลินทรีย์เฉพาะก่อนการฉีดพ่น คิดเป็นร้อยละ 12.5 ปริมาณเชื้อที่พบมีค่า 9.1 MPN/กรัม

ปริมาณการปนเปื้อนเชื้อ Coliform และ *E. coli* เริ่มต้นที่ปนเปื้อนบนเนื้อโคมีปริมาณที่ต่ำ (ทั้งสองกลุ่มอยู่ในช่วง  $<3.6$  ถึง 240 MPN/กรัม) ซึ่งมาตรฐานมกอช. 6001-2547 ระบุว่าต้องพบเชื้อดังกล่าวในเนื้อโคไม่เกิน  $5 \times 10^3$  MPN/กรัม ในเนื้อโคที่ได้มาตรฐานและถูกสุخنานับ จากผลของการทดลองนี้ที่มีปริมาณการปนเปื้อนเชื้อ Coliform และ *E. coli* เริ่มต้นต่ำกว่าที่กำหนดนั้น เนื่องจากเนื้อโคที่นำมาทดลองผ่านการฆ่าจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและมีสุขลักษณะในการปฏิบัติงานที่ดี อย่างไรก็ตาม คมแข และคณะ (2551) ได้ทำการสำรวจการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อโคในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ร้อยละ 75.1 ของเนื้อโคลีฟอร์มทั้งหมดมีค่าเกินมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ที่กำหนดโดย มกอช. 6001-2547 นอกจากนี้ยังพบเชื้อ Fecal Coliforms และ *E. coli* เฉลี่ย 4.73 และ 4.24 log MPN/กรัม ตามลำดับ สาเหตุการพบการปนเปื้อนเชื่อดังกล่าวในปริมาณที่สูงในเนื้อโค เนื่องจากกระบวนการฆ่า การขนส่ง และการจัดจำหน่ายไม่ได้มาตรฐานและสุขลักษณะที่ไม่ดีนั่นเอง



ตารางที่ 22 แสดงจำนวน Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* ของเนื้อสัตว์นอกโกพันธุ์  
ชิมเมนทอล-บราห์มันที่บ่มในระยะเวลาต่างๆ (วัน)

| ระยะเวลา (วัน) | ควบคุม (n = 8) |                |                | กรดแลกติก (n = 8) |                |                |
|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|
|                | Total          |                |                | Total             |                |                |
|                | Coliform       | Fecal Coliform | <i>E. coli</i> | Coliform          | Fecal Coliform | <i>E. coli</i> |
| 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             | <3                | <3             | <3             |
| 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

## บทที่ 3

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 1. สรุป

การใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ต่อคุณภาพเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0-4 °C เป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่าอุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อและค่าความเป็นกรดต่างของเนื้อทั้งสองกลุ่ม ไม่พบความแตกต่างทางสถิติทุกระยะเวลาที่ทำการศึกษารายหลังจากทำการบ่มไปแล้ว 14 วัน ค่าความเป็นกรดต่างมีแนวโน้มคงที่ในเนื้อสันนอกโคทั้งสองกลุ่ม ทำนองเดียวกันกับค่าความสว่าง (Lightness,  $L^*$ ) ค่าสีแดง (Redness,  $a^*$ ) ค่าสีเหลือง (Yellowness,  $b^*$ ) ในเนื้อโคทั้งสองกลุ่มก็ไม่แตกต่างทางสถิติทุกระยะเวลาที่ศึกษาเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามค่าสีของเนื้อแต่ละค่ามีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มเนื้อทั้งสองกลุ่ม

สำหรับเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาของทั้งสองกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติทุกระยะที่ทำการศึกษา แต่มีแนวโน้มว่าชิ้นเนื้อสันนอกโคที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก จะมีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาสูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกเมื่อระยะเวลาบ่มนานขึ้นก็เป็นไปในทำนองเดียวกับค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา สำหรับค่าแรงตัดผ่านเนื้อในวันที่ 1, 30 และ 60 จะพบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อระหว่างกลุ่มควบคุมมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงกว่าและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก ส่วนในวันที่ 14 และ 90 ค่าแรงตัดผ่านของเนื้อทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันในทางสถิติหากพิจารณาระยะเวลาการบ่มที่เนื้อมานขึ้นในทุกระยะที่ศึกษา จะพบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ )

สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* บนเนื้อโคที่บ่มในสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 4°C ในเนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองพบว่าสารละลายกรดแลกติกสามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน 30 วัน ในขณะที่กลุ่มควบคุมพบว่าเนื้อเริ่มเกิดการเน่าเสียเมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 30 วัน

ทางด้านผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ต่อคุณภาพเนื้อสันนอกโคถูกผสมพันธุ์ข้ามเมนทอล-บราห์มัน ที่เก็บรักษาแบบบรรจุถุงสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0-4 °C เป็นระยะเวลา 90 วัน พบว่าอุณหภูมิใจกลางชิ้นเนื้อทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงและไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

ค่าความเป็นกรดต่างเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อมานานขึ้นมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ และจะเริ่มคงที่เมื่อเก็บรักษาไปแล้ว 30 วัน ทางด้านค่าสีของเนื้อพบว่าค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกนั้น มีแนวโน้มว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกจะมีสีซีดจางกว่ากลุ่มควบคุม ค่าสีแดงแดง ( $a^*$ ) ของเนื้อทั้งสองกลุ่มจะไม่แตกต่างกันในทางสถิติทุกระยะเวลาที่ศึกษา แต่มีแนวโน้มว่าเนื้อของกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก จะมีค่าสีแดง ( $a^*$ ) สูงกว่ากลุ่มควบคุม สำหรับค่า  $b^*$  ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกเมื่อบ่มที่ระยะเวลา 1, 14 30, 60 และ 90 วัน พบว่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ อย่างไรก็ตามในกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก พบว่าค่า  $b^*$  มีแนวโน้มสูงกว่าควบคุม และเมื่อพิจารณาระยะเวลาบ่มที่นานขึ้นพบว่าค่า  $b^*$  มีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นเดียวกันทั้งสองกลุ่ม

ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อสันนอกโคทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างในทางสถิติทุกระยะเวลาที่ศึกษา และเมื่อระยะเวลาการบ่มเนื้อมานานขึ้นเนื้อทั้งสองกลุ่มจะมีค่านี้เพิ่มขึ้นและมีค่ามากที่สุดที่ระยะเวลา 90 วัน เมื่อพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุกระหว่างกลุ่มทั้งสอง พบว่าที่ระยะเวลาบ่ม 14 วันกลุ่มควบคุมมีค่าน้อยกว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) เมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อมานานขึ้นมีแนวโน้มว่าค่านี้จะสูงขึ้นทั้งสองกลุ่ม สำหรับค่าแรงตัดผ่านเนื้อพบว่าทุกระยะในการศึกษากลุ่มควบคุมจะมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ ) เมื่อพิจารณาที่ระยะเวลาการบ่มเนื้อจะพบว่าเป็นไปในทำนองเดียวกัน โดยค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อเพิ่มขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P<0.01$ ) การเพิ่มระยะเวลาบ่มให้นานขึ้นจะทำให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อจะลดลงเรื่อยๆ แสดงให้เห็นว่าเนื้อมีความนุ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาบ่มเนื้อมานานขึ้น

เนื้อโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันที่ขุนด้วยเปลือกสับปะรด พบว่าเกิดการเน่าเสียได้เร็วกว่าโคพื้นเมือง ผลดังกล่าวอาจเนื่องมาจากว่าลักษณะของเนื้อสันนอกโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มันที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปะรด เนื้อจะมีลักษณะแฉะและมีน้ำเยิ้ม ทำให้มีความชื้นที่ผิวเนื้อสูงจึงเป็นปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ในขณะที่เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองเนื้อจะมีลักษณะที่แห้งกว่า ดังนั้นการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองจึงเจริญเติบโตได้น้อยกว่า

## 2. ข้อเสนอแนะ

เนื้อสันนอกโคที่ใช้สารละลายกรดแลกติก สีของเนื้อมีแนวโน้มที่จะแตกต่างกับควบคุม ซึ่งอาจทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับได้ อย่างไรก็ตามสีของเนื้อที่แตกต่างนี้ก็ไม่ชัดเจนนัก สำหรับค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก สารละลายกรดแลกติกให้ผลที่ไม่ชัดเจน แต่มีแนวโน้มว่าจะทำให้มีค่าการสูญเสียมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนค่าแรงตัดผ่านเนื้ออาจได้รับผลจากการใช้สารละลายกรดแลกติก ซึ่งพบว่าในเนื้อกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกจะมีค่านี้ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

จากการทดลองนี้สามารถกล่าวได้ว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ร่วมกับการบ่มเนื้อโคต่อคุณภาพเนื้อสันนอกโคที่เก็บรักษาแบบบรรจุสุญญากาศที่อุณหภูมิ 0-4 °C เป็นระยะเวลา 90 วัน มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด Total Coliforms, Fecal Coliforms และ *E. coli* ซึ่งทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อได้นานถึง 30 วัน ดังนั้นการใช้สารละลายกรดแลกติกในการควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อโค จึงเป็นวิธีการที่น่าจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตเนื้อสัตว์ เพื่อลดการปนเปื้อนและลดอันตรายจากเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารจากการบริโภคเนื้อสัตว์ ตลอดจนเป็นการทำให้เนื้อสัตว์ที่ผลิตมีคุณภาพได้มาตรฐาน



## บรรณานุกรม

กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ. 2549. การผลิตเนื้อโคคุณภาพ. กองบำรุงพันธุ์สัตว์. กรมปศุสัตว์.

[Online]. Available : [http://www.dld.go.th/lcta\\_tak/qbeef.htm](http://www.dld.go.th/lcta_tak/qbeef.htm). 24/3/2007.

คมแข พิลาสมบัติ, จุฑารัตน์ เสรษฐกุล และญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2542. “การลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสุกรโดยใช้สารละลายกรดแลกติก.” หน้า 435-443. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการในงานนิทรรศการ 30 ปี เกษตรเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

คมแข พิลาสมบัติ, พิสิฐ วงศ์สง่าศรี และจุฑารัตน์ เสรษฐกุล. 2551ก. “การลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสุกรในการเก็บที่สภาวะอุณหภูมิห้องโดยการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก.” หน้า 305-308. ใน การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ครั้งที่ 4. ขอนแก่น: คลังนาวิทยา.

คมแข พิลาสมบัติ, อังคณา ทุมคิ, พงศ์ศักดิ์ ศรีชนศชัย และธำรงค์ เมฆโหรา. 2551ข. “การสำรวจการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อโคในเขตกรุงเทพมหานคร.” หน้า 318-321. ใน การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ครั้งที่ 4. ขอนแก่น: คลังนาวิทยา.

จุฑารัตน์ เสรษฐกุล. 2539. เอกสารประกอบการสอนวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ชั้นสูง. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

จุฑารัตน์ เสรษฐกุล, ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ และ คมแข พิลาสมบัติ. 2542. “การลดขั้นตอนกระบวนการจัดการเนื้อสัตว์จากการชำแหละซากอุนร่วมกับการบ่มเนื้อเพื่อปรับปรุงคุณภาพเนื้อโค 2: อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติกที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อ.” หน้า 473-481. ใน รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการเกษตรภาคเหนือครั้งที่ 2.

จุฑารัตน์ เสรษฐกุล. 2543. การจัดการโรงฆ่า. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เสรษฐกุล, ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ และปิยชนิตร์ อินทรพรอุดม 2551. “ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของซาร์โคเมอร์และความนุ่มของเนื้อโคขุนกำแพงแสนในระยะเวลาการบ่มต่างๆ.” หน้า 160-163. ใน การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ครั้งที่ 4. ขอนแก่น: คลังนาวิทยา.

วิจิต พรหมอินทร์. 2549. “คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อโคขุนภายใต้ระบบการผลิตของสหกรณ์โคเนื้อกำแพงแสน.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศศิธร คณะรัตน์ และกาญจณี ธรรมาพิพัฒน์กุล. 2534. การตรวจวิเคราะห์เนื้อสัตว์ในห้องปฏิบัติการ. เอกสารประกอบการฝึกอบรมพนักงานตรวจเนื้อฝ่ายสัตวแพทย์. สาธารณะสุข. กรมปศุสัตว์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 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.
- 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." 5-6. in Horwitz, W. and Latimer, G.W. **Official methods of analysis of AOAC international.** Maryland: AOAC international.
- 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.
- 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. Riviezz, 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.
- 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.
- 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 17<sup>th</sup> 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 Academic & Professional.
- 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](http://www.teagasc.ie/ashtown/research/preparedfoods/microbial_control_meat_industry.pdf). 27/3/2007.
- 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.
- Honikel, K.O. and Reagan, J.O. 1987. "Hot boning of pig carcass: influence of chilling conditions on meat quality." In Romita, A., Valin, C. and Taylor, A.A. (eds). **Accelerated processing of meat**. London: Elsevier Applied Science Publ.
- 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.
- Laster, M.A., Smith, R.D., Nicholson, K.L., Nicolson, J.D.W., Miller, R.K., Griffin, D.B., Harris, K.B. and Savell, J.W. 2008. "Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer sensory evaluations of steaks from ribeyes, strip loins, and top sirloins from two quality grade groups." **Meat Sci.** 80: 795-804.
- Lee, M.S., Apple, J.K., Yancey, J.W.S., Sawyer, J.T. and Johnson, Z.B. 2008. "Influence of wet-aging on bloom development in the *longissimus thoracis*." **Meat Sci.** 80: 703-707.
- Limsupavanich, R., Opatpatanakit, Y., Srisuwan, L. and Sethakul, J. 2008. "Postmortem ageing effect on quality of beef *Longissimus M.* from different production systems in Thailand." In **The 13 th AAAP Animal Science Congress**. [CD-ROM]. Ha Hoi.
- 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.
- 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.
- Nørung, 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.
- Offer, G. 1991. "Modeling the formation of pale, soft and exudative meat: effect of chilling regime and rate and extent of glycolysis." **Meat Sci.** 30: 157-184.
- Özdemir, H., Yildirm, Y., Küplülü, Ö., Koliman, A., Göncüoglu, M. and İnat, 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 poultry microbiology." in **Advance in meat research vol 2**. Connecticut : Avi.
- Pilasombut, K., Opatpatanakit, Y., Thumdee, A. and Sethakul, J. 2007. "Microbial decontamination by dipping lactic acid solution on pork stored at room temperature." 35-36. in **Proceedings of 53<sup>rd</sup> International Congress of Meat Science and Technology**. Beijing



- Pipek, P., Fila, 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., JeleníKová, J., Kýhos, K., Hoke, K. and Šikulová, M. 2005a. "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. 2005b. "Colour changes after carcasses 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.
- Silva, J.A., Patarata, L. and Martins, C. 1999. "Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing." *Meat Sci.* 62: 453-459.
- 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.
- 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. "Lactic acid 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 International.* 22: 58-61.
- 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**. Wallingford: CABL.
- 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.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงอิทธิพลของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกต่อคุณภาพเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง**

|                                                                         | Mean  | LSMean |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|--------|
| <b>อุณหภูมิ</b>                                                         |       |        |
| Control                                                                 | 15.45 | 0.0959 |
| Lactic                                                                  | 16.32 |        |
| <b>ความเป็นกรดต่าง (pH)</b>                                             |       |        |
| Control                                                                 | 5.50  | 0.8122 |
| Lactic                                                                  | 5.49  |        |
| <b>ค่าความสว่าง (Lightness, <math>L^*</math>)</b>                       |       |        |
| Control                                                                 | 44.06 | 0.3933 |
| Lactic                                                                  | 43.40 |        |
| <b>ค่าสีแดง (Redness, <math>a^*</math>)</b>                             |       |        |
| Control                                                                 | 22.39 | 0.0907 |
| Lactic                                                                  | 21.06 |        |
| <b>ค่าสีเหลือง (Yellowness, <math>b^*</math>)</b>                       |       |        |
| Control                                                                 | 10.33 | 0.0111 |
| Lactic                                                                  | 9.19  |        |
| <b>ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss)</b> |       |        |
| Control                                                                 | 8.83  | 0.9535 |
| Lactic                                                                  | 8.80  |        |
| <b>ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss)</b>    |       |        |
| Control                                                                 | 33.40 | 0.6725 |
| Lactic                                                                  | 33.98 |        |
| <b>ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force)</b>                 |       |        |
| Control                                                                 | 9.71  | 0.0001 |
| Lactic                                                                  | 9.56  |        |
| <b>จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count )</b>                      |       |        |
| Control                                                                 | 6.90  | 0.0001 |
| Lactic                                                                  | 6.39  |        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางภาคผนวกที่ แสดงอิทธิพลของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกต่อคุณภาพเนื้อ  
สันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

|                                                                         | Mean  | LSMean |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|--------|
| <b>อุณหภูมิ</b>                                                         |       |        |
| Control                                                                 | 8.96  | 0.9148 |
| Lactic                                                                  | 8.94  |        |
| <b>ความเป็นกรดต่าง (pH)</b>                                             |       |        |
| Control                                                                 | 5.51  | 0.0001 |
| Lactic                                                                  | 5.48  |        |
| <b>ค่าความสว่าง (Lightness, <math>L^*</math>)</b>                       |       |        |
| Control                                                                 | 42.20 | 0.0016 |
| Lactic                                                                  | 43.59 |        |
| <b>ค่าสีแดง (Redness, <math>a^*</math>)</b>                             |       |        |
| Control                                                                 | 21.35 | 0.0968 |
| Lactic                                                                  | 22.04 |        |
| <b>ค่าสีเหลือง (Yellowness, <math>b^*</math>)</b>                       |       |        |
| Control                                                                 | 9.28  | 0.2980 |
| Lactic                                                                  | 9.59  |        |
| <b>ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss)</b> |       |        |
| Control                                                                 | 5.24  | 0.6606 |
| Lactic                                                                  | 5.35  |        |
| <b>ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss)</b>    |       |        |
| Control                                                                 | 33.39 | 0.0249 |
| Lactic                                                                  | 34.73 |        |
| <b>ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force)</b>                 |       |        |
| Control                                                                 | 6.12  | 0.0001 |
| Lactic                                                                  | 5.81  |        |
| <b>จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count )</b>                      |       |        |
| Control                                                                 | 7.58  | 0.0001 |
| Lactic                                                                  | 7.26  |        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าอุณหภูมิในเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

| Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      |
|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|
| 14 Day | 22.80  | 1      | . | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 1 Day  | 12.41  | 2      |   | .      | 0.0001 | 0.7027 | 0.2238 |
| 30 Day | 18.08  | 3      |   |        | .      | 0.0001 | 0.0001 |
| 60 Day | 12.75  | 4      |   |        |        | .      | 0.5266 |
| 90 Day | 13.37  | 5      |   |        |        |        | .      |

หมายเหตุ 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

| Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      |
|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|
| 14 Day | 5.48   | 1      | . | 0.0001 | 0.4403 | 0.3017 | 0.2225 |
| 1 Day  | 5.69   | 2      |   | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 30 Day | 5.45   | 3      |   |        | .      | 0.6490 | 0.5739 |
| 60 Day | 5.43   | 4      |   |        |        | .      | 0.9735 |
| 90 Day | 5.43   | 5      |   |        |        |        | .      |

หมายเหตุ 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าความสว่าง (Lightness,  $L^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

| Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      |
|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|
| 14 Day | 43.79  | 1      | . | 0.0054 | 0.2416 | 0.8354 | 0.1301 |
| 1 Day  | 40.74  | 2      |   | .      | 0.0002 | 0.0485 | 0.0003 |
| 30 Day | 45.00  | 3      |   |        | .      | 0.2747 | 0.6056 |
| 60 Day | 43.51  | 4      |   |        |        | .      | 0.1610 |
| 90 Day | 45.62  | 5      |   |        |        |        | .      |

หมายเหตุ 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคเอกสารนี้เป็นเอกสารที่วางไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าพันธุ์พื้นเมือง

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าสีแดง (Redness,  $a^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

| Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      |
|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|
| 14 Day | 22.41  | 1      | . | 0.0018 | 0.2722 | 0.0455 | 0.1783 |
| 1 Day  | 18.96  | 2      |   | .      | 0.0276 | 0.0001 | 0.1209 |
| 30 Day | 21.28  | 3      |   |        | .      | 0.0064 | 0.6851 |
| 60 Day | 25.18  | 4      |   |        |        | .      | 0.0052 |
| 90 Day | 20.81  | 5      |   |        |        |        | .      |

หมายเหตุ 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าสีเหลือง (Yellowness,  $b^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

| Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      |
|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|
| 14 Day | 10.73  | 1      | . | 0.0001 | 0.0500 | 0.0355 | 0.4775 |
| 1 Day  | 5.87   | 2      |   | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 30 Day | 9.60   | 3      |   |        | .      | 0.0008 | 0.3024 |
| 60 Day | 12.35  | 4      |   |        |        | .      | 0.0145 |
| 90 Day | 10.27  | 5      |   |        |        |        | .      |

หมายเหตุ 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

| 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 9 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

| Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      |
|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|
| 14 Day | 38.31  | 1      | . | 0.0303 | 0.0245 | 0.0039 | 0.0009 |
| 1 Day  | 34.28  | 2      |   | .      | 0.9246 | 0.1699 | 0.0972 |
| 30 Day | 34.11  | 3      |   |        | .      | 0.1921 | 0.1137 |
| 60 Day | 30.98  | 4      |   |        |        | .      | 0.9364 |
| 90 Day | 30.78  | 5      |   |        |        |        | .      |

หมายเหตุ 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 10 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าความนุ่มเหนียวของเนื้อโดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

| Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      |
|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|
| 14 Day | 10.76  | 1      | . | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 1 Day  | 12.71  | 2      |   | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 30 Day | 9.66   | 3      |   |        | .      | 0.0001 | 0.0001 |
| 60 Day | 8.50   | 4      |   |        |        | .      | 0.0001 |
| 90 Day | 6.54   | 5      |   |        |        |        | .      |

หมายเหตุ 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง



ตารางภาคผนวกที่ 11 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count ) ของเนื้อสัตว์นอกโคพันธุ์พื้นเมือง

| Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| 14 Day | 5.95   | 1      | . | 0.0001 | 0.0009 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 1 Day  | 3.43   | 2      |   | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.3126 |
| 30 Day | 6.57   | 3      |   |        | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 60 Day | 8.49   | 4      |   |        |        | .      | 0.0001 | 0.0001 |
| 90 Day | 11.80  | 5      |   |        |        |        | .      | 0.0001 |
| Before | 3.60   | 6      |   |        |        |        |        | .      |

หมายเหตุ Before, 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสัตว์นอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 12 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าอุณหภูมิในเนื้อสัตว์นอกโคพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มัน

| Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      |
|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|
| 14 Day | 8.86   | 1      | . | 0.0001 | 0.0114 | 0.0210 | 0.0001 |
| 1 Day  | 10.97  | 2      |   | .      | 0.0032 | 0.0001 | 0.0001 |
| 30 Day | 9.81   | 3      |   |        | .      | 0.0001 | 0.0001 |
| 60 Day | 7.99   | 4      |   |        |        | .      | 0.0249 |
| 90 Day | 7.14   | 5      |   |        |        |        | .      |

หมายเหตุ 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสัตว์นอกโคพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 13 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสัตว์นอกโคพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มัน

| Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      |
|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|
| 14 Day | 5.54   | 1      | . | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 1 Day  | 5.59   | 2      |   | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 30 Day | 5.48   | 3      |   |        | .      | 0.1532 | 0.0638 |
| 60 Day | 5.44   | 4      |   |        |        | .      | 0.6616 |
| 90 Day | 5.43   | 5      |   |        |        |        | .      |

หมายเหตุ 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสัตว์นอกโคพันธุ์พื้นเมืองชิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 14 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าความสว่าง (Lightness,  $L^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มัน

| Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      |
|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|
| 14 Day | 41.24  | 1      | . | 0.0021 | 0.0093 | 0.0001 | 0.0001 |
| 1 Day  | 39.12  | 2      |   | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 30 Day | 43.03  | 3      |   |        | .      | 0.0015 | 0.0001 |
| 60 Day | 45.23  | 4      |   |        |        | .      | 0.3622 |
| 90 Day | 45.84  | 5      |   |        |        |        | .      |

หมายเหตุ 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 15 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าสีแดง (Redness,  $a^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มัน

| Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      |
|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|
| 14 Day | 21.56  | 1      | . | 0.0001 | 0.0090 | 0.1558 | 0.0021 |
| 1 Day  | 17.47  | 2      |   | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 30 Day | 23.31  | 3      |   |        | .      | 0.2146 | 0.6149 |
| 60 Day | 22.50  | 4      |   |        |        | .      | 0.0831 |
| 90 Day | 23.64  | 5      |   |        |        |        | .      |

หมายเหตุ 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 16 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าสีเหลือง (Yellowness,  $b^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มัน

| Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      |
|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|
| 14 Day | 9.66   | 1      | . | 0.0001 | 0.0205 | 0.2811 | 0.0012 |
| 1 Day  | 5.39   | 2      |   | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 30 Day | 10.75  | 3      |   |        | .      | 0.2029 | 0.3170 |
| 60 Day | 10.16  | 4      |   |        |        | .      | 0.0248 |
| 90 Day | 11.22  | 5      |   |        |        |        | .      |

หมายเหตุ 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์ชิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 17 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก  
ระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์  
มัน

| 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 ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์  
ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 18 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก  
จากการปรุงสุก (% Cooking Loss) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์  
มัน

| Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      |
|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|
| 14 Day | 35.01  | 1      | . | 0.0303 | 0.1721 | 0.5069 | 0.3859 |
| 1 Day  | 32.97  | 2      |   | .      | 0.4083 | 0.1270 | 0.1849 |
| 30 Day | 33.74  | 3      |   |        | .      | 0.4785 | 0.6137 |
| 60 Day | 34.39  | 4      |   |        |        | .      | 0.8378 |
| 90 Day | 34.20  | 5      |   |        |        |        | .      |

หมายเหตุ 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโค  
พันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 19 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อค่าความนุ่มเหนียวของเนื้อโดย  
การวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Wamer-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์  
ซิมเมนทอล-บราห์มัน

| Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      |
|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|
| 14 Day | 6.51   | 1      | . | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 1 Day  | 9.97   | 2      |   | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 30 Day | 5.46   | 3      |   |        | .      | 0.0001 | 0.0001 |
| 60 Day | 4.58   | 4      |   |        |        | .      | 0.0001 |
| 90 Day | 3.32   | 5      |   |        |        |        | .      |

หมายเหตุ 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโค  
พันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

ตารางภาคผนวกที่ 20 แสดงอิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่างๆ ต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total  
plate count ) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน

| Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| 14 Day | 5.67   | 1      | . | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 1 Day  | 3.65   | 2      |   | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0357 |
| 30 Day | 8.65   | 3      |   |        | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| 60 Day | 9.94   | 4      |   |        |        | .      | 0.0001 | 0.0001 |
| 90 Day | 12.85  | 5      |   |        |        |        | .      | 0.0001 |
| Before | 3.75   | 6      |   |        |        |        |        | .      |

หมายเหตุ Before, 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสัน  
นอกโคพันธุ์ซิมเมนทอล-บราห์มัน



ตารางภาคผนวกที่ 21 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติกต่อค่าอุณหภูมิเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่ระยะเวลาในการป้อนต่างๆ

| Treatment | Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-----------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Control   | 14 Day | 21.50  | 1      | . | 0.0001 | 0.0019 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0098 | 0.0001 | 0.0006 | 0.0001 | 0.0001 |
| Control   | 1 Day  | 12.14  | 2      | . | .      | 0.0001 | 0.8675 | 0.4538 | 0.0001 | 0.5712 | 0.0001 | 0.4246 | 0.1457 |
| Control   | 30 Day | 18.28  | 3      | . | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.6745 | 0.0003 | 0.0003 |
| Control   | 60 Day | 12.35  | 4      | . | .      | .      | .      | 0.6538 | 0.0001 | 0.7932 | 0.0001 | 0.5956 | 0.3064 |
| Control   | 90 Day | 12.97  | 5      | . | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.7942 | 0.0001 | 0.8938 | 0.5162 |
| Lactic    | 14 Day | 24.10  | 6      | . | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Lactic    | 1 Day  | 12.68  | 7      | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.7091 | 0.3264 |
| Lactic    | 30 Day | 17.88  | 8      | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0007 | 0.0007 |
| Lactic    | 60 Day | 13.15  | 9      | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.6538 |
| Lactic    | 90 Day | 13.77  | 10     | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      |

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติก

1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการป้อนเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 22 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มควบคุมกับความถี่การใช้สารละลายกรดแลคติกต่อค่าความถี่เป็นกรด-ด่างของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่ระยะเวลาในการบ่มต่างๆ

| Treatment | Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-----------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Control   | 14 Day | 5.48   | 1      | . | 0.0001 | 0.6266 | 0.5304 | 0.4210 | 0.9353 | 0.0002 | 0.5983 | 0.4360 | 0.3885 |
| Control   | 1 Day  | 5.70   | 2      |   |        | 0.0001 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0001 | 0.6850 | 0.0001 | 0.0002 | 0.0001 |
| Control   | 30 Day | 5.45   | 3      |   |        |        | 0.7942 | 0.6991 | 0.5706 | 0.0001 | 0.9676 | 0.6789 | 0.6564 |
| Control   | 60 Day | 5.44   | 4      |   |        |        |        | 0.9439 | 0.4914 | 0.0006 | 0.8179 | 0.8978 | 0.9067 |
| Control   | 90 Day | 5.43   | 5      |   |        |        |        |        | 0.3822 | 0.0001 | 0.7253 | 0.9439 | 0.9582 |
| Lactic    | 14 Day | 5.48   | 6      |   |        |        |        |        |        | 0.0002 | 0.5436 | 0.4012 | 0.3517 |
| Lactic    | 1 Day  | 5.68   | 7      |   |        |        |        |        |        |        | 0.0001 | 0.0004 | 0.0001 |
| Lactic    | 30 Day | 5.45   | 8      |   |        |        |        |        |        |        |        | 0.7015 | 0.6819 |
| Lactic    | 60 Day | 5.42   | 9      |   |        |        |        |        |        |        |        |        | 0.9813 |
| Lactic    | 90 Day | 5.43   | 10     |   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติก 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 23 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติกต่อค่าความสว่าง (Lightness, L\*) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่  
ระยะเวลาในการบ่มต่างๆ

| Treatment | Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-----------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Control   | 14 Day | 43.72  | 1      | . | 0.0385 | 0.3611 | 0.5696 | 0.1554 | 0.9220 | 0.0574 | 0.3963 | 0.4319 | 0.4135 |
| Control   | 1 Day  | 40.60  | 2      |   |        | 0.0043 | 0.0348 | 0.0023 | 0.0310 | 0.8513 | 0.0051 | 0.4077 | 0.0112 |
| Control   | 30 Day | 45.05  | 3      |   |        |        | 0.9005 | 0.5179 | 0.4138 | 0.0069 | 0.9472 | 0.1447 | 0.9794 |
| Control   | 60 Day | 44.81  | 4      |   |        |        |        | 0.5277 | 0.6205 | 0.0473 | 0.9402 | 0.2602 | 0.8924 |
| Control   | 90 Day | 46.14  | 5      |   |        |        |        |        | 0.1803 | 0.0035 | 0.4819 | 0.0676 | 0.5784 |
| Lactic    | 14 Day | 43.86  | 6      |   |        |        |        |        |        | 0.0467 | 0.4520 | 0.3905 | 0.4628 |
| Lactic    | 1 Day  | 40.87  | 7      |   |        |        |        |        |        |        | 0.0081 | 0.4913 | 0.0165 |
| Lactic    | 30 Day | 44.95  | 8      |   |        |        |        |        |        |        |        | 0.1582 | 0.9337 |
| Lactic    | 60 Day | 42.20  | 9      |   |        |        |        |        |        |        |        |        | 0.1737 |
| Lactic    | 90 Day | 45.09  | 10     |   |        |        |        |        |        |        |        |        | .      |

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติก  
1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 24 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติกต่อค่าสีแดง (Redness,  $\alpha^*$ ) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่  
ระยะเวลาในการแปรรูปต่างๆ

| Treatment | Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-----------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Control   | 14 Day | 22.51  | 1      | . | 0.0141 | 0.7293 | 0.0425 | 0.8296 | 0.8889 | 0.0233 | 0.1798 | 0.4733 | 0.0736 |
| Control   | 1 Day  | 18.80  | 2      |   |        | 0.0314 | 0.0003 | 0.0501 | 0.0196 | 0.8297 | 0.2268 | 0.0114 | 0.6889 |
| Control   | 30 Day | 22.01  | 3      |   |        |        | 0.0237 | 0.9325 | 0.8363 | 0.0501 | 0.3140 | 0.3299 | 0.1313 |
| Control   | 60 Day | 26.48  | 4      |   |        |        |        | 0.0428 | 0.0337 | 0.0005 | 0.0036 | 0.2532 | 0.0018 |
| Control   | 90 Day | 22.15  | 5      |   |        |        |        |        | 0.9248 | 0.0737 | 0.3387 | 0.4079 | 0.1536 |
| Lactic    | 14 Day | 22.31  | 6      |   |        |        |        |        |        | 0.0320 | 0.2273 | 0.4116 | 0.0936 |
| Lactic    | 1 Day  | 19.11  | 7      |   |        |        |        |        |        |        | 0.3173 | 0.0168 | 0.8302 |
| Lactic    | 30 Day | 20.56  | 8      |   |        |        |        |        |        |        |        | 0.0878 | 0.5115 |
| Lactic    | 60 Day | 23.87  | 9      |   |        |        |        |        |        |        |        |        | 0.0398 |
| Lactic    | 90 Day | 19.47  | 10     |   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติก  
1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการแปรรูปเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง



ตารางภาคผนวกที่ 25 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มควบคุมความดันกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติกต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, *b\**) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่  
ระยะเวลาในการบ่มต่างๆ

| Treatment | Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-----------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Control   | 14 Day | 10.71  | 1      | . | 0.0001 | 0.7836 | 0.0107 | 0.4590 | 0.9598 | 0.0001 | 0.0157 | 0.6699 | 0.0951 |
| Control   | 1 Day  | 5.52   | 2      | . | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.3914 | 0.0003 | 0.0001 | 0.0004 |
| Control   | 30 Day | 10.49  | 3      | . | .      | .      | 0.0064 | 0.3300 | 0.7452 | 0.0001 | 0.0297 | 0.5270 | 0.1484 |
| Control   | 60 Day | 13.54  | 4      | . | .      | .      | .      | 0.0677 | 0.0117 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0647 | 0.0005 |
| Control   | 90 Day | 11.39  | 5      | . | .      | .      | .      | .      | 0.4856 | 0.0001 | 0.0058 | 0.8386 | 0.0347 |
| Lactic    | 14 Day | 10.75  | 6      | . | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0139 | 0.6978 | 0.0873 |
| Lactic    | 1 Day  | 6.21   | 7      | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0035 | 0.0001 | 0.0030 |
| Lactic    | 30 Day | 8.70   | 8      | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0246 | 0.6249 |
| Lactic    | 60 Day | 11.16  | 9      | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0863 |
| Lactic    | 90 Day | 9.15   | 10     | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      |

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองควบคุมความดัน Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติก  
1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 26 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติกต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย<sup>๑</sup>น้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่ระยะเวลาในการบ่มต่างๆ

| 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 เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติก 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 27 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติกต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่ระยะเวลาในการป้อนต่างๆ

| Treatment | Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-----------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Control   | 14 Day | 39.30  | 1      | . | 0.0052 | 0.1002 | 0.0051 | 0.0127 | 0.4329 | 0.3275 | 0.0204 | 0.0548 | 0.0029 |
| Control   | 1 Day  | 31.75  | 2      |   |        | 0.1970 | 0.4632 | 0.9687 | 0.0341 | 0.0524 | 0.5757 | 0.7805 | 0.5323 |
| Control   | 30 Day | 35.05  | 3      |   |        |        | 0.0920 | 0.2464 | 0.3747 | 0.4888 | 0.4570 | 0.4794 | 0.0861 |
| Control   | 60 Day | 29.28  | 4      |   |        |        |        | 0.5211 | 0.0217 | 0.0305 | 0.2509 | 0.3983 | 0.8618 |
| Control   | 90 Day | 31.63  | 5      |   |        |        |        |        | 0.0590 | 0.0837 | 0.6002 | 0.7743 | 0.6003 |
| Lactic    | 14 Day | 37.31  | 6      |   |        |        |        |        |        | 0.8426 | 0.1084 | 0.1725 | 0.0159 |
| Lactic    | 1 Day  | 36.81  | 7      |   |        |        |        |        |        |        | 0.1563 | 0.2224 | 0.0238 |
| Lactic    | 30 Day | 33.17  | 8      |   |        |        |        |        |        |        |        | 0.8844 | 0.2708 |
| Lactic    | 60 Day | 32.68  | 9      |   |        |        |        |        |        |        |        |        | 0.4513 |
| Lactic    | 90 Day | 29.92  | 10     |   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติก 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการป้อนเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 28 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มควบคุมความดันกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าความหนืดของเนื้อ โดยการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่ระยะเวลาในการบ่มต่างๆ

| Treatment | Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-----------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Control   | 14 Day | 10.78  | 1      | . | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.4424 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Control   | 1 Day  | 12.85  | 2      |   |        | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Control   | 30 Day | 9.76   | 3      |   |        |        | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0004 | 0.0001 | 0.0001 |
| Control   | 60 Day | 8.59   | 4      |   |        |        |        | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0491 | 0.0001 |
| Control   | 90 Day | 6.57   | 5      |   |        |        |        |        | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.3462 |
| Lactic    | 14 Day | 10.74  | 6      |   |        |        |        |        |        | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Lactic    | 1 Day  | 12.58  | 7      |   |        |        |        |        |        |        | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Lactic    | 30 Day | 9.55   | 8      |   |        |        |        |        |        |        |        | 0.0001 | 0.0001 |
| Lactic    | 60 Day | 8.42   | 9      |   |        |        |        |        |        |        |        |        | 0.0001 |
| Lactic    | 90 Day | 6.50   | 10     |   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก

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



ตารางภาคผนวกที่ 29 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ของเนื้อสัตว์นอกโค  
พันธุ์พื้นเมืองที่ระยะเวลาในการบ่มต่างๆ

| Treatment | Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     |
|-----------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Control   | 14 Day | 6.33   | 1      | . | 0.0001 | 0.0070 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0036 | 0.0001 | 0.4042 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Control   | 1 Day  | 3.67   | 2      | . | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 1.0000 | 0.0001 | 0.0567 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.6076 |
| Control   | 30 Day | 7.02   | 3      | . | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0007 | 0.0003 | 0.0001 | 0.0001 |
| Control   | 60 Day | 8.68   | 4      | . | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.3228 | 0.0001 | 0.0001 |
| Control   | 90 Day | 12.01  | 5      | . | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.2010 | 0.0001 |
| Control   | Before | 3.67   | 6      | . | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0567 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.6076 |
| Lactic    | 14 Day | 5.58   | 7      | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0300 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Lactic    | 1 Day  | 3.19   | 8      | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.1560 |
| Lactic    | 30 Day | 6.12   | 9      | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Lactic    | 60 Day | 8.30   | 10     | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Lactic    | 90 Day | 11.60  | 11     | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 |
| Lactic    | Before | 3.54   | 12     | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 |

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสัตว์นอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสัตว์นอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก  
Before, 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสัตว์นอกโคพันธุ์พื้นเมือง  
โดย Before คือ ก่อนฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก และ 1 Day คือ หลังฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก

ตารางภาคผนวกที่ 21 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มความดันกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าอุณหภูมิเนื้อสัตว์นอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่ระยะเวลาในการบ่มต่างๆ

| Treatment | Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-----------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Control   | 14 Day | 21.50  | 1      | . | 0.0001 | 0.0019 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0098 | 0.0001 | 0.0006 | 0.0001 | 0.0001 |
| Control   | 1 Day  | 12.14  | 2      | . | .      | 0.0001 | 0.8675 | 0.4538 | 0.0001 | 0.5712 | 0.0001 | 0.4246 | 0.1457 |
| Control   | 30 Day | 18.28  | 3      |   |        |        | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.6745 | 0.0003 | 0.0003 |
| Control   | 60 Day | 12.35  | 4      |   |        |        | .      | 0.6538 | 0.0001 | 0.7932 | 0.0001 | 0.5956 | 0.3064 |
| Control   | 90 Day | 12.97  | 5      |   |        |        |        | 0.0001 | 0.0001 | 0.7942 | 0.0001 | 0.8938 | 0.5162 |
| Lactic    | 14 Day | 24.10  | 6      |   |        |        |        | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Lactic    | 1 Day  | 12.68  | 7      |   |        |        |        |        |        | .      | 0.0001 | 0.7091 | 0.3264 |
| Lactic    | 30 Day | 17.88  | 8      |   |        |        |        |        |        | .      | .      | 0.0007 | 0.0007 |
| Lactic    | 60 Day | 13.15  | 9      |   |        |        |        |        |        |        | .      | .      | 0.6538 |
| Lactic    | 90 Day | 13.77  | 10     |   |        |        |        |        |        |        |        | .      | .      |

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสัตว์นอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสัตว์นอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก

1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสัตว์นอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 22 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มควบคุมความควบคุมกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อสัตว์นอก โคพัสพื้นที่เมืองที่ระยะเวลาในการบ่มต่างๆ

| Treatment | Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-----------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Control   | 14 Day | 5.48   | 1      | . | 0.0001 | 0.6266 | 0.5304 | 0.4210 | 0.9353 | 0.0002 | 0.5983 | 0.4360 | 0.3885 |
| Control   | 1 Day  | 5.70   | 2      |   |        | 0.0001 | 0.0002 | 0.0001 | 0.0001 | 0.6850 | 0.0001 | 0.0002 | 0.0001 |
| Control   | 30 Day | 5.45   | 3      |   |        |        | 0.7942 | 0.6991 | 0.5706 | 0.0001 | 0.9676 | 0.6789 | 0.6564 |
| Control   | 60 Day | 5.44   | 4      |   |        |        |        | 0.9439 | 0.4914 | 0.0006 | 0.8179 | 0.8978 | 0.9067 |
| Control   | 90 Day | 5.43   | 5      |   |        |        |        |        | 0.3822 | 0.0001 | 0.7253 | 0.9439 | 0.9582 |
| Lactic    | 14 Day | 5.48   | 6      |   |        |        |        |        |        | 0.0002 | 0.5436 | 0.4012 | 0.3517 |
| Lactic    | 1 Day  | 5.68   | 7      |   |        |        |        |        |        |        | 0.0001 | 0.0004 | 0.0001 |
| Lactic    | 30 Day | 5.45   | 8      |   |        |        |        |        |        |        |        | 0.7015 | 0.6819 |
| Lactic    | 60 Day | 5.42   | 9      |   |        |        |        |        |        |        |        |        | 0.9813 |
| Lactic    | 90 Day | 5.43   | 10     |   |        |        |        |        |        |        |        |        | .      |

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสัตว์นอกโคพัสพื้นที่เมืองควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสัตว์นอกโคพัสพื้นที่เมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสัตว์นอกโคพัสพื้นที่เมือง

ตารางภาคผนวกที่ 23 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติกต่อค่าความสว่าง (Lightness, L\*) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่  
ระยะเวลาในการบ่มต่างๆ

| Treatment | Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-----------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Control   | 14 Day | 43.72  | 1      | . | 0.0385 | 0.3611 | 0.5696 | 0.1554 | 0.9220 | 0.0574 | 0.3963 | 0.4319 | 0.4135 |
| Control   | 1 Day  | 40.60  | 2      |   |        | 0.0043 | 0.0348 | 0.0023 | 0.0310 | 0.8513 | 0.0051 | 0.4077 | 0.0112 |
| Control   | 30 Day | 45.05  | 3      |   |        |        | 0.9005 | 0.5179 | 0.4138 | 0.0069 | 0.9472 | 0.1447 | 0.9794 |
| Control   | 60 Day | 44.81  | 4      |   |        |        |        | 0.5277 | 0.6205 | 0.0473 | 0.9402 | 0.2602 | 0.8924 |
| Control   | 90 Day | 46.14  | 5      |   |        |        |        |        | 0.1803 | 0.0035 | 0.4819 | 0.0676 | 0.5784 |
| Lactic    | 14 Day | 43.86  | 6      |   |        |        |        |        |        | 0.0467 | 0.4520 | 0.3905 | 0.4628 |
| Lactic    | 1 Day  | 40.87  | 7      |   |        |        |        |        |        |        | 0.0081 | 0.4913 | 0.0165 |
| Lactic    | 30 Day | 44.95  | 8      |   |        |        |        |        |        |        |        | 0.1582 | 0.9337 |
| Lactic    | 60 Day | 42.20  | 9      |   |        |        |        |        |        |        |        |        | 0.1737 |
| Lactic    | 90 Day | 45.09  | 10     |   |        |        |        |        |        |        |        |        | .      |

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติก

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



ตารางภาคผนวกที่ 24 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติกต่อค่าสีแดง (Redness, a\*) ของเนื้อสันนอก โคขุนพันธุ์พื้นเมืองที่  
ระยะเวลาในการบ่มต่างๆ

| Treatment | Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-----------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Control   | 14 Day | 22.51  | 1      | . | 0.0141 | 0.7293 | 0.0425 | 0.8296 | 0.8889 | 0.0233 | 0.1798 | 0.4733 | 0.0736 |
| Control   | 1 Day  | 18.80  | 2      |   |        | 0.0314 | 0.0003 | 0.0501 | 0.0196 | 0.8297 | 0.2268 | 0.0114 | 0.6889 |
| Control   | 30 Day | 22.01  | 3      |   |        |        | 0.0237 | 0.9325 | 0.8363 | 0.0501 | 0.3140 | 0.3299 | 0.1313 |
| Control   | 60 Day | 26.48  | 4      |   |        |        |        | 0.0428 | 0.0337 | 0.0005 | 0.0036 | 0.2532 | 0.0018 |
| Control   | 90 Day | 22.15  | 5      |   |        |        |        |        | 0.9248 | 0.0737 | 0.3387 | 0.4079 | 0.1536 |
| Lactic    | 14 Day | 22.31  | 6      |   |        |        |        |        |        | 0.0320 | 0.2273 | 0.4116 | 0.0936 |
| Lactic    | 1 Day  | 19.11  | 7      |   |        |        |        |        |        |        | 0.3173 | 0.0168 | 0.8302 |
| Lactic    | 30 Day | 20.56  | 8      |   |        |        |        |        |        |        |        | 0.0878 | 0.5115 |
| Lactic    | 60 Day | 23.87  | 9      |   |        |        |        |        |        |        |        |        | 0.0398 |
| Lactic    | 90 Day | 19.47  | 10     |   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่ใช้สารละลายกรดแลคติก

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

ตารางภาคผนวกที่ 25 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, *b\**) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่  
ระยะเวลาในการแปรรูปต่างๆ

| Treatment | Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-----------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Control   | 14 Day | 10.71  | 1      | . | 0.0001 | 0.7836 | 0.0107 | 0.4590 | 0.9598 | 0.0001 | 0.0157 | 0.6699 | 0.0951 |
| Control   | 1 Day  | 5.52   | 2      |   |        | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.3914 | 0.0003 | 0.0001 | 0.0004 |
| Control   | 30 Day | 10.49  | 3      |   |        |        | 0.0064 | 0.3300 | 0.7452 | 0.0001 | 0.0297 | 0.5270 | 0.1484 |
| Control   | 60 Day | 13.54  | 4      |   |        |        |        | 0.0677 | 0.0117 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0647 | 0.0005 |
| Control   | 90 Day | 11.39  | 5      |   |        |        |        |        | 0.4856 | 0.0001 | 0.0058 | 0.8386 | 0.0347 |
| Lactic    | 14 Day | 10.75  | 6      |   |        |        |        |        |        | 0.0001 | 0.0139 | 0.6978 | 0.0873 |
| Lactic    | 1 Day  | 6.21   | 7      |   |        |        |        |        |        |        | 0.0035 | 0.0001 | 0.0030 |
| Lactic    | 30 Day | 8.70   | 8      |   |        |        |        |        |        |        |        | 0.0246 | 0.6249 |
| Lactic    | 60 Day | 11.16  | 9      |   |        |        |        |        |        |        |        |        | 0.0863 |
| Lactic    | 90 Day | 9.15   | 10     |   |        |        |        |        |        |        |        |        | .      |

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองควบคุมควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่ใช้สารละลายกรดแลกติก

1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการแปรรูปเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 26 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติกต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย<sup>๙</sup>น้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% Drip Loss) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่ระยะเวลาในการแปรรูปต่างๆ

| 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 เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลคติก 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการแปรรูปเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 27 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากการปรุงสุก (% Cooking Loss) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่ระยะเวลาในการบ่มต่างๆ

| Treatment | Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-----------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Control   | 14 Day | 39.30  | 1      | . | 0.0052 | 0.1002 | 0.0051 | 0.0127 | 0.4329 | 0.3275 | 0.0204 | 0.0548 | 0.0029 |
| Control   | 1 Day  | 31.75  | 2      |   |        | 0.1970 | 0.4632 | 0.9687 | 0.0341 | 0.0524 | 0.5757 | 0.7805 | 0.5323 |
| Control   | 30 Day | 35.05  | 3      |   |        |        | 0.0920 | 0.2464 | 0.3747 | 0.4888 | 0.4570 | 0.4794 | 0.0861 |
| Control   | 60 Day | 29.28  | 4      |   |        |        |        | 0.5211 | 0.0217 | 0.0305 | 0.2509 | 0.3983 | 0.8618 |
| Control   | 90 Day | 31.63  | 5      |   |        |        |        |        | 0.0590 | 0.0837 | 0.6002 | 0.7743 | 0.6003 |
| Lactic    | 14 Day | 37.31  | 6      |   |        |        |        |        |        | 0.8426 | 0.1084 | 0.1725 | 0.0159 |
| Lactic    | 1 Day  | 36.81  | 7      |   |        |        |        |        |        |        | 0.1563 | 0.2224 | 0.0238 |
| Lactic    | 30 Day | 33.17  | 8      |   |        |        |        |        |        |        |        | 0.8844 | 0.2708 |
| Lactic    | 60 Day | 32.68  | 9      |   |        |        |        |        |        |        |        |        | 0.4513 |
| Lactic    | 90 Day | 29.92  | 10     |   |        |        |        |        |        |        |        |        | .      |

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง



ตารางภาคผนวกที่ 28 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกต่อค่าความนุ่มนิยของเนื้อโดยการวัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler Shear Force) ของเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองที่ระยะเวลาในการบ่มต่างๆ

| Treatment | Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-----------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Control   | 14 Day | 10.78  | 1      | . | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.4424 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Control   | 1 Day  | 12.85  | 2      | . | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Control   | 30 Day | 9.76   | 3      | . | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0004 | 0.0001 | 0.0001 |
| Control   | 60 Day | 8.59   | 4      | . | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0491 | 0.0001 |
| Control   | 90 Day | 6.57   | 5      | . | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.3462 |
| Lactic    | 14 Day | 10.74  | 6      | . | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Lactic    | 1 Day  | 12.58  | 7      | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Lactic    | 30 Day | 9.55   | 8      | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 |
| Lactic    | 60 Day | 8.42   | 9      | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 |
| Lactic    | 90 Day | 6.50   | 10     | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 |

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการบ่มเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง

ตารางภาคผนวกที่ 29 แสดงอิทธิพลร่วมระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ของเนื้อสันนอกโค  
พันธุ์พื้นเมืองที่ระยะเวลาในการป้อนต่างๆ

| Treatment | Time   | LSMean | Number | 1 | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     |
|-----------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Control   | 14 Day | 6.33   | 1      | . | 0.0001 | 0.0070 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0036 | 0.0001 | 0.4042 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Control   | 1 Day  | 3.67   | 2      | . | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 1.0000 | 0.0001 | 0.0567 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.6076 |
| Control   | 30 Day | 7.02   | 3      | . | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0007 | 0.0003 | 0.0001 | 0.0001 |
| Control   | 60 Day | 8.68   | 4      | . | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.3228 | 0.0001 | 0.0001 |
| Control   | 90 Day | 12.01  | 5      | . | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.2010 | 0.0001 |
| Control   | Before | 3.67   | 6      | . | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0567 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.6076 |
| Lactic    | 14 Day | 5.58   | 7      | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0300 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Lactic    | 1 Day  | 3.19   | 8      | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.1560 |
| Lactic    | 30 Day | 6.12   | 9      | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Lactic    | 60 Day | 8.30   | 10     | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 | 0.0001 |
| Lactic    | 90 Day | 11.60  | 11     | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | 0.0001 |
| Lactic    | Before | 3.54   | 12     | . | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      | .      |

หมายเหตุ Control หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองควบคุม Lactic หมายถึง เนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมืองกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก  
Before, 1 Day, 14 Day, 30 Day, 60 Day และ 90 Day หมายถึง ระยะเวลาในการป้อนเนื้อสันนอกโคพันธุ์พื้นเมือง  
โดย Before คือ ก่อนฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก และ 1 Day คือ หลังฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก