สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การลดปริมาณการติดเชื้อจุลินทรีย์บนซากสุกรโดยใช้กรดแลกติก

(Microbial Decontamination of Pig Carcasses by Using Lactic Acid)

ผู้วิจัย

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ประภาพร ขอไพบูลย์ และคมแข พิลาสมบัติ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

งบประมาณสนับสนุนโครงการวิจัย

ประจำปี 2538

RCH
TX
556.P8
A631s

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 32077
วัน, เดือน, ปี 9 ก.พ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2539 จากบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นจำนวนเงิน 106,500 บาท และได้รับความช่วยเหลือจากบริษัทเฟรทมีทโปรเซสซิ่ง จำกัด อ. นครชัยศรี จ. นครปฐม และโรงฆ่าสัตว์เขตหนองจอก กรุงเทพฯ คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณที่ได้มีส่วนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

(นางจุฑารัตน์ เศรษฐกุล)
หัวหน้าโครงการ
กันยายน 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติก เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับเนื้อสุกร แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง การทดลองที่ 1 ใช้สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 1, 2 และ 3 % (v/v) ฉีดพ่นลงบนซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่ามาตรฐานและไม่ได้มาตรฐาน ทำการทดสอบกับซากสุกรซีกซ้ายจำนวน 24 ซีกต่อ โรงฆ่าสัตว์ ทำการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรโดยวิธี total plate count ก่อนการฉีดพ่นสารละลาย หลังการฉีดพ่นสารละลาย 5 ชั่วโมง และหลังการฉีดพ่นสารละลาย 48 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบ 2x3x3 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ผลการทดลองพบว่า จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 5 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก และเมื่อความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกเพิ่มขึ้น ก็พบการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยลดลงมากที่สุดที่ระดับตวามเข้มข้น 3 % (v/v)

การทดลองที่ 2 ใช้สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 2 % (v/v) ในการลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสุกรสดแช่เย็นบรรจุถาด โดยใช้เนื้อสันนอกสุกรจากแผงขายเนื้อสัตว์ตลาดสด ทำการตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์รวมทั้งหมดก่อนและภายหลังการจุ่มชิ้นเนื้อด้วยสารละลายดังกล่าว 30 นาทีและภายหลังจากการเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 , 5 และ 7 วัน วางแผนการทดลองแบบ 2 x 4 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด 24 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่า สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 2 % (v/v) สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสันนอกสุกร และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกรได้นานขึ้น โดยในกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติกมีจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น 5.68 log CFU./กรัม และเมื่อเก็บรักษาเนื้อสุกรเป็นเวลา 30 นาที, 3, 5 และ 7 วัน พบว่ามีจำนวนจุลินทรีย์ 6.66, 7.24, 7.16 และ 7.15 log CFU./กรัม ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่กลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก ซึ่งมีจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น 6.68 log CFU./กรัม และเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 30 นาที พบว่าจุลินทรีย์มีจำนวนเพิ่มขึ้นโดยมีจำนวน 7.11 log CFU./กรัม ซึ่งความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะเดียวกันเมื่อเก็บรักษาเนื้อเป็นาเวลา 3, 5 และ 7 วัน กลับพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีจำนวน 5.81, 5.52 และ 5.53 log CFU./กรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

Use of lactic acid as an antimicrobial for pork carcasses was studied. This study was devided to 2 experiment. In the first experiment, pork carcasses slaughtering under hygienic and unhygienic conditions were sprayed with lactic acid solution at concentration of 1, 2 or 3% (v/v). Twenty four left sides of pork carcasses were obtained from each slaughtering condition. Results of total bacterial count from pork carcasses were examined before spraying, at 5 and 48 hours after spraying with lactic acid solution. The experiment was conducted in 2 x3x3 factorial in CRD . The result was shown that total bacterial count at 5 and 48 hours after spraying lactic acid solution was significantly decreased ($p<0.05$) comparing with total bacterial count before spraying. Total bacterial count was decreased as the concentration of lactic acid was higher ($p<0.05$) . However, using of lactic acid solution at 3 % (v/v) concentration,total bacterial was lowest.

The second experiments were performed to study lactic acid solution at the concentration of 0 and 2 % (v/v) for decreasing microbial contamination of chilled package of retail pork. Twenty four of non-chilled loin cuts were brought from local market. Results of total bacterial count from retail cuts were examined before and after dipping with lactic acid solution and keeping at 30 min in room temperature and 3, 5,7 days in cold room (0-4 $^{\circ}$ C) . The experiment was conducted in 2x4 factorial with 24 replication in CRD. The result was shown that using lactic solution at 2 % (v/v) concentration was applied, total bacterial count was reduce and the shelf-life of the chilled retail pork was extended. Total bacterial count from untreated group before applied lactic acid solution and after storage 30 min, 3, 5 and 7 days were 5.68, 6.66, 7.24, and 7.15 log CFU/ g and from treated group were 6.68, 7.11, 5.81, 5.52 and 5.53 log CFU/ g .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
วิธีการดำเนินงานวิจัย	7
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	10
การวิเคราะห์ข้อมูล	14
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	25
ข้อเสนอแนะ	29
เอกสารอ้างอิง	30
ภาคผนวก	32
ประวัติผู้วิจัย	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	15
2	แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกเป็นเวลา 5 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง	16
3	แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและไม่ได้มาตรฐาน	16
4	อิทธิพลร่วมของจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรระหว่างระยะเวลาในการเก็บรักษาซากภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก	17
5	แสดงจำนวนจุลินทรีย์รวมบนผิวเนื้อสันนอกสุกรในกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติกและกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก	22
6	แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสันนอกสุกรที่เก็บรักษาที่ระยะเวลาต่าง ๆ	23
7	แสดงอิทธิพลร่วมของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกและกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติก	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์	3
2	แสดงขั้นตอนการทดลองที่ 1	9
3	แสดงขั้นตอนการทดลองที่ 2	12
4	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกระยะเวลาการฉีดพ่นกรดแลกติกในโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน	19
5	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกระยะเวลาการฉีดพ่นกรดแลกติกในโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดปริมาณการติดเชื้อจุลินทรีย์บนซากสุกรโดยใช้กรดแลกติก

Microbial Decontamination of Pig Carcasses by Using Lactic Acid

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ประภาพร ขอไพบูลย์ คมแข พิลาสมบัติ

Jutarat Sethakul, Prapapron Khophaiboon, Komkhare Pilasombut

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล. กรุงเทพฯ 10520

Dept. of Animal Production Technology, Fac. of Agricultural Techology, KMITL, Bangkok 10520.

คำนำ

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์เป็นเหตุสำคัญประการหนึ่งทำให้เนื้อสัตว์ด้อยคุณภาพ เพราะนอกจากจะก่อให้เกิดผลเสียหายทางเศรษฐกิจ เนื่องจากเนื้อสัตว์มีโอกาสเน่าเสียง่าย ทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลงและเมื่อนำไปทำผลิตภัณฑ์ก็ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่ำ แล้วยังเป็นสาเหตุให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพของผู้บริโภคเนื้อสัตว์เป็นอย่างมาก โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดขึ้นในประเทศไทยซึ่งพบว่ากว่า 70% มีสาเหตุมาจากการติดเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษคือ *Salmonella* และ *Staphylococcus* ซึ่งต้นเหตุเกิดจากการปนเปื้อนของอาหารประเภทเนื้อสัตว์และมีรายงานว่าพบในเนื้อสุกรจากตลาดสดในประเทศไทยเป็นจำนวนมาก

การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์มีสาเหตุมาจากปัจจัยหลายประการ สาเหตุใหญ่เกิดขึ้นในขั้นตอนของการฆ่า การชำแหละในโรงงานตัดแต่ง การขนส่งซากและเนื้อสัตว์ตลอดจนถึงกระบวนการดูแลเก็บรักษาเนื้อสัตว์ก่อนถึงมือผู้บริโภค กรรมวิธีและขั้นตอนในการดำเนินการฆ่าสัตว์ภายในโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานจะสามารถช่วยลดปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ลงได้มาก แต่เป็นที่น่าวิตกว่าเนื้อสัตว์ที่ผ่านขบวนการฆ่าจากโรงฆ่าสัตว์ในประเทศ จะมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์อยู่สูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากโรงฆ่าสัตว์และกรรมวิธีการดำเนินการฆ่าสัตว์ที่กระทำอยู่เป็นส่วนใหญ่ในบ้านเราขณะนี้ยังห่างไกลมาตรฐานอยู่อีกมาก

การลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในซากและเนื้อสด โดยการใช้วิธีทางชีวภาพ (Biopresevative) เช่น การใช้กรดแลกติก และการใช้จุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลกติกได้มีการศึกษาวิจัยกันในต่างประเทศเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้กรดแลกติกในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Salmonella spp.* และ *Staphylococcus aureus* ที่อุณหภูมิการเก็บเย็น (0 - 4° ซ) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในประเทศไทยการทดลองนำกรดแลกติกมาใช้เพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสัตว์ หรือบนเนื้อสัตว์ ยังมิได้มีการศึกษาวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงได้นำเอาสารละลายกรดแลกติก ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่เป็นผลผลิตทางธรรมชาติ และเป็นที่ยอมรับให้มีการนำมาใช้ในอาหารได้ โดยศึกษาถึงการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพเนื้อที่ความเข้มข้นของกรดแลกติกและระยะเวลาการเก็บต่าง ๆ กัน เพื่อเป็นแนวทางในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อ โดยใช้วิธีการที่มีความเหมาะสม มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค และมีความเป็นไปได้ในสภาพสังคมและเศรษฐกิจปัจจุบัน

จากคุณสมบัติเฉพาะตัวของกรดแลกติกดังที่กล่าวข้างต้น จึงได้กำหนดโครงงานวิจัยนี้ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาประสิทธิภาพในการใช้สารละลายกรดแลกติกในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

2. ศึกษาเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบริเวณผิวซากสุกร ระหว่างโรงฆ่าสุกรที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

3. ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสุกร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรดแลกติกเป็นกรดอินทรีย์ที่ได้จากธรรมชาติ จากขบวนการหมักน้ำตาล โดยเชื้อในตระกูล Streptococcaceae และตระกูล Lactobacillaceae กรดแลกติกสามารถเตรียมได้จากการหมักน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (highly refined sucrose) แล้วทำให้บริสุทธิ์โดยการเปลี่ยนให้เป็นผลึกของ calcium lactate จากนั้นนำมาทำปฏิกิริยากับกรดกำมะถัน (sulfuric acid) เพื่อให้ได้สารละลายกรดแลกติกบริสุทธิ์ สำหรับวิธีอื่น ๆ นั้น อาจทำโดยการหมักแป้งมันผรั่งหรือกากน้ำตาล โดยใช้เชื้อ *Lactobacillus delbruckii* หรือ *Lactobacillus bulgaricus* จากนั้นใช้วิธีทำให้บริสุทธิ์แบบเดียวกับที่กล่าวมา (ศิวาพร, 2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของกรดแลกติก

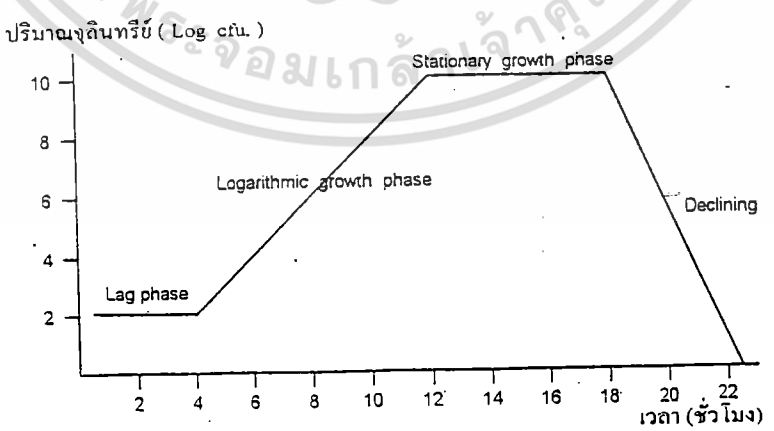
โครงสร้างของกรดแลกติก แบ่งตามคุณสมบัติการบิดระนาบแสงโพลาร์ไรซ์ได้ 2 แบบ คือ D(-) และ L(+) กรดแลกติกในรูป L(+) จะพบได้ในสัตว์และมนุษย์ ในร่างกายมนุษย์เกิดจากเมตาโบลิซึมของกลูโคสหรือไกลโคเจน รวมทั้งยังพบในจุลินทรีย์พวกที่สร้างกรดแลกติก ดังนั้นกรดแลกติกในรูป L(+) จึงเรียกได้ว่าเป็น natural or physiological lactic ซึ่งร่างกายมนุษย์สามารถสังเคราะห์ได้ในปริมาณ 117 g lactate / 24 ชั่วโมง /70 กิโลกรัม (Smulders และคณะ /1986) ส่วนกรดแลกติกในรูป D(-) จะได้มาจากการสังเคราะห์ (Krusch, 1978)

จากทฤษฎีดังกล่าว กรดเมื่อค่า pH ลดลง 1.0 จะมีผลให้ประสิทธิภาพของการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียเพิ่มขึ้น 10 เท่าตัว (ชัยณรงค์ , 2529) มีผลทำให้ยืดเวลาการเน่าเสียของเนื้อสัตว์ออกไป การใช้กรดแลกติกในอุตสาหกรรมเนื้อสัตว์ได้รับการยอมรับมากขึ้นเนื่องจากเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ (Snijders และคณะ ,1985) นอกจากนี้กรดแลกติกยังได้รับการรับรองความปลอดภัย ในการใช้เป็นสารปรุงแต่งรสอาหารในประเทศสหรัฐอเมริกา (FAO/WHO, 1974) ร่างกายของคนเราและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมส่วนใหญ่สามารถรับได้มากกว่า 1500 มิลลิกรัม / กิโลกรัม ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่สูงมาก (Snijders และคณะ ,1985)

กลไกในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียโดยใช้กรดแลกติก

การเจริญเติบโตของแบคทีเรียโดยใช้ กรดแบ่งได้ 4 ขั้นตอน (phase) ดังภาพ

ภาพที่ 1



แสดงการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

ที่มา : ชัยณรงค์ (2529)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนแรกเรียกว่า lag phase หมายถึงระยะเวลาซึ่งเซลล์จะขยายขนาดเพิ่มปริมาณสารภายในเซลล์ และสารย่อยบางชนิด ในขั้นตอนนี้จำนวนแบคทีเรียจะไม่เพิ่ม หรือหากจะเพิ่มก็น้อยมากจนแทบไม่มีความสำคัญใด ๆ แต่หลังจากขั้นตอนนี้แล้วเซลล์ก็เริ่มเพิ่มจำนวน โดยการแบ่งตัวแบบ binary fission โดยมีอัตราการเพิ่มจำนวนที่สม่ำเสมอโดยตลอด และเซลล์ที่แบ่งตัวจะแบ่งจาก 1 เป็น 2 และแบ่งตัวออกไปอีกจาก 2 เป็น 4 ไปเรื่อย ๆ ดังนั้นเมื่อเขียนกราฟจึงเป็นจำนวน logarithm และเรียกขั้นตอนนี้ว่า logarithmic growth phase ในขั้นตอน logarithm นี้ค่อย ๆ ช้าลงจนแบคทีเรียคงตัวไม่มีการเพิ่มจำนวนจากการแบ่งเซลล์อีกหรืออีกนัยหนึ่งก็คือ เกิดสมดุลย์ระหว่างอัตราการเพิ่มจำนวน โดยอัตราการตายเท่ากับอัตราการเกิด ขั้นตอนนี้เรียกว่า stationary growth phase ในขั้นตอนสุดท้ายเรียกว่า declining หรือ death phase หมายถึงช่วงระยะเวลาที่แบคทีเรียลดจำนวนลงเรื่อย ๆ ในอัตราความเร็วที่ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมหลาย ๆ อย่าง ตลอดจนลักษณะตามธรรมชาติของชนิดจุลินทรีย์ แต่อาจกล่าวได้ว่าเป็นช่วงเวลาที่โภชนะจำเป็นเริ่มหมดไป หรือมีปริมาณกรดอันเป็นผลิตผลของขบวนการเมตาโบลิซึมของจุลินทรีย์สะสมในปริมาณสูง จนเกิดผลเสียของการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เอง จะเห็นได้ว่าการยืดอายุ การเก็บรักษาเนื้อ สามารถทำได้โดยการควบคุมจุลินทรีย์ ให้อยู่ในช่วงเวลา lag phase ให้นานที่สุด โดยทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เช่น การเปลี่ยนแปลงความชื้น อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่างภายในอาหารหรือการเติมสารเคมียับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร (ชัยณรงค์ , 2529) กรดมีการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยกรดทำให้ค่า pH ลดต่ำลง มีผลทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโต ของจุลินทรีย์ ซึ่งขยายช่วง lag phase ให้นานออกไป (Woolthuis และ Smulders,1985)

ผลในการยับยั้งจุลินทรีย์โดยกรดนั้น เกิดจากส่วนที่เป็น lipophilic ของกรดที่ใช้ ซึ่งจะอยู่ในรูปโมเลกุลที่ไม่แตกตัวและซึมผ่านเข้าไปใน plasma membrane ของแบคทีเรียที่มีค่า pH ค่อนข้างเป็นกลาง (pH 7) ซึ่งสูงกว่า pH ของ cytoplasm ดังนั้นเมื่อกรดอยู่ในรูปที่ไม่แตกตัว ออกไปอยู่ในรูปของ protons และ conjugated base และจะมีผลในการทำลาย oxidative phospholylation form ของ electron transport system รวมไปถึงการยับยั้งระบบขนถ่าย substrate molecule เข้าสู่เซลล์ และผลในการทำลายและยับยั้งการเจริญเติบโต โดยกรดอินทรีย์นี้จะขึ้นอยู่กับค่าคงที่ของการแตกตัวของกรด และ pH ของ medium (Adam และ Hall , 1988)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพของการใช้กรดแลกติก

ประสิทธิภาพของการใช้กรดแลกติก ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อตั้งต้น การใช้กรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันกับซากสัตว์ พบว่า ถ้าซากมีการปนเปื้อนของเชื้อในปริมาณที่สูง ประสิทธิภาพของกรดแลกติกในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์จะลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับซากที่มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่ต่ำ

2. ระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติก สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นสูง จะมีผลทำให้ค่า pH ต่ำ สามารถยับยั้งและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ ได้มากกว่าสารละลายกรดแลกติกที่มีค่า pH สูง แต่ทั้งนี้การใช้ระดับความเข้มข้นของกรดแลกติกไม่มีข้อกำหนดแน่นอนตายตัว เนื่องจากต้องได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส เช่น สี กลิ่น รสชาติด้วย (Smulders และคณะ , 1986)

3. อุณหภูมิในการเก็บรักษา ซึ่ง Smulders และคณะ (1986) รายงานว่า เนื่องจากอาจพบเชื้อจุลินทรีย์บนผิวที่เปิยกชื้นบริเวณผิวซาก ซึ่งจะเจริญไปสู่เนื้อเยื่อ หรือบริเวณผิวของไขมันระหว่างขบวนการแช่เย็น ดังนั้นบริเวณผิวซากควรมีการใช้กรดแลกติกให้เร็วที่สุดภายหลังเสร็จสิ้นขบวนการฆ่า เพื่อให้การเจริญของ จุลินทรีย์ในเนื้อช้าลง และ Cudjoe (1988) ได้ทำการศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 1 % (v/v) ฉีดพ่นลงบนซากโค แล้ววิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total aviable count) ที่อุณหภูมิการเก็บ 4, 15 และ 20 $^{\circ}$ซ พบว่าสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ลงได้อย่างมีนัยสำคัญทุกอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง และอายุการเก็บรักษาของตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 3 วันเมื่อเก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 4 $^{\circ}$ซ และ1 วันเมื่อเก็บของตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 15 และ 20 $^{\circ}$ซ Anderson (1990) ทดลองโดยใช้วิธีการแช่ชิ้นเนื้อวัวขนาด 2.54 x 2.54 ซม. ลงบนสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 2 และ 3 % (v/v) เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25, 40 และ 55°ซ เป็นเวลา 15 วินาที พบว่าผลในการลดจำนวนจุลินทรีย์แปรผันโดยตรงกับระดับความเข้มข้นของกรดแลกติกที่ใช้ และทำการวัดการเปลี่ยนแปลงค่า pH ที่วัดปริมาณกรดแลกติกที่ตกค้าง พบว่า ค่า pH ลดลงในช่วง 5 วินาทีแรก แล้วเพิ่มขึ้นจนมีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านการแช่กรดแลกติกหลังการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4. วิธีการใช้กรดแลกติก ในการปฏิบัติมีการใช้กรดแลกติกอยู่ 2 วิธี ซึ่งการใช้จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะของซากและความเหมาะสม ได้แก่ การฉีดพ่น (spray) และการจุ่ม (dip) ซึ่งการฉีดพ่นมักจะใช้กับซากที่มีขนาดใหญ่ จะมีผลดี คือ ประหยัด และ เครื่องฉีดพ่นกรดแลกติกที่แรงดันต่ำพบว่าจุดเลือด (blood spots) ที่บริเวณซากจะหายไป แต่วิธีการฉีดพ่นก็มีเงื่อนไขใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้คือ เมื่อทำการฉีดพ่นกรดแลกติกที่แรงดันสูง จะพบการสะสมของเหลวบริเวณใต้ผิวหนัง เมื่อนำซากไปแช่เย็นอาจจะพบลักษณะไม่พึงประสงค์ก็ได้ สำหรับการจุ่มจะนิยมใช้กับชิ้นส่วนเล็ก ๆ เช่น เครื่องในสัตว์ จะทำให้กรดแลกติกสามารถสัมผัสทุกจุดบนผิวซากได้ (Woolthuis และ Smulders, 1985)

การใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

Ockerman และคณะ (1974) ใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 12% (pH 1.6) ฉีดพ่นบนซากแกะ และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0 - 4 °ซ เป็นเวลา 12 วัน ทำการวิเคราะห์หาจุลินทรีย์บนผิวซาก พบการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากแกะอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p>0.01$) Smulders และ Woolthuis (1985) ใช้สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 1.25 % (v/v) ฉีดพ่นลงบนซากโค สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จากเชื้อตั้งต้น 0.8 log_{10}/ตารางเซนติเมตร Woolthuis และ Smulders (1985) ใช้สารละลายกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 0.75, 1.00, 1.25, 1.50, 2.00 และ 2.50 %(v/v) ฉีดพ่นซากลูกโค ทำการวิเคราะห์จุลินทรีย์โดยวิธี Total bacterial count ทางด้านกายภาพทำการวัดรังสี และทดสอบรสชาติ (flavor) สรุปว่า ความเข้มข้นที่เหมาะสมคือ 1.25 %(v/v) ซึ่งพบการลดลงของจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญ สีและรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค นอกจากนี้ยังพบว่า กรดแลกติกที่ความเข้มข้นระดับสูงจะทำให้จุดเลือดที่เกิดขึ้นหายไป Woolthuis และคณะ (1984) รายงานว่าใช้ตับจุ่มในสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 0.20%(v/v) เป็นเวลา 5 นาที บรรจุโดยวิธีสูญญากาศ (vaccum) เก็บที่อุณหภูมิ 3±1 °ซ ทำการวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อเมื่อเก็บไว้ได้นาน 1 และ 5 วัน พบการลดลงของ Enterobacteriaceae และ Lactobacillaecae อย่างมีนัยสำคัญ และ ยังพบว่ากรดแลกติก ทำให้ตับมีสีซีดลงเล็กน้อย แต่หลังจากการเก็บโดยวิธีสูญญากาศที่อุณหภูมิ ความเข้มข้น 3±1 °ซ กลับไม่พบความผิดปกติของสีตับ

Prasai และคณะ (1992) ได้ทำการทดลอง โดยใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1% (v/v) ฉีดพ่นบนผิวซากสุกร ภายหลังการขูดขน หลังเอาเครื่องในออกและฉีดพ่นทั้งสองตำแหน่ง วิเคราะห์หา aerobic plate count ภายหลังฉีดพ่นสารละลาย 0 และ 48 ชั่งโมง พบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งผลภายหลังการฉีดพ่นสารละลาย 48 ชั่งโมง อาจเนื่องมาจากผิวซากแห้ง เนื่องจากการแช่เย็นหรืออุณหภูมิในห้องแช่เย็นและอาจเนื่องมาจากช่วง lag phase ของจุลินทรีย์ ที่ถูกทำลายเนื่องจากกรดแลกติก ทำให้การเพิ่มจำนวนช้าลง

ในซากสุกรพบว่ามีการตรวจพบเชื้อ *Salmonella spp.* และ *Campyrobacter spp.* อยู่ทั่วไป Epling และคณะ (1992) ได้ทำการตรวจหาเชื้อทั้งสองจากซากสุกร พบ *Salmonella spp.* 29 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ *Campyrobacter spp.* 10% นอกจากนี้ Epling และคณะ (1992) ได้ทำการทดลองใช้สารละลายกรดแลกติกระดับความเข้มข้น 2%(v/v) ฉีดพ่นบนซากสุกร พบการลดลงของเชื้อ *Salmonella spp.* และ *Campyrobacter spp.* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Ziauddin และคณะ (1993) พบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 1.5% (pH 4.5) และ 2.0%(v/v)(pH 4.0) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus* , *Salmonella newport*, *Streptococcus faecalis* , *Bacillus cereus*, *Pseudomonas fragai* และ *E. coli* ได้อย่างสมบรูณ์ เมื่อสารละลายกรดแลกติกสัมผัสกับเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และ Ziauddin และคณะ (1993) ยังพบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.5%(v/v) จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี

Kim และคณะ (1995) รายงานว่า การนำเนื้อปลาจุ่มในสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 และ 3%(v/v) ร่วมกับเชื้อแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติกเข้มข้น 2.5 % เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°ซ พบการลดลงของเชื้อแบคทีเรียพวกแกรมลบ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ และสามารถเก็บเนื้อปลาได้ถึงวันที่ 9 นอกจากนี้ Kim และคณะ (1995) ยังสรุปว่าเนื้อปลาที่จุ่มด้วยสารละลายกรดแลกติกร่วมกับเชื้อแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติก จะให้ผลในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียแกรมลบได้ดีกว่าการใช้กรดแลกติกอย่างเดียวและเขายังกล่าวอีกว่า เชื้อแบคทีเรียแกรมลบ มีความทนต่อค่า pH ที่ต่ำ ได้น้อยกว่าแบคทีเรียแกรมบวก แต่ถึงแม้ว่า กรดแลกติกจะควบคุมเชื้อแบคทีเรียแกรมลบได้ดี กลับพบว่า กลิ่นของเนื้อปลาที่จุ่มในสารละลายแลกติกความเข้มข้น 2 และ 3 %(v/v) ไม่เป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค และถ้าหากใช้สารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้นมากกว่า 3%(v/v) กับเนื้อปลา พบว่ากรดจะย่อยกล้ามเนื้อของปลา EL-knateib และคณะ (1993) รายงานว่า กรดแลกติกความเข้มข้น 2%(v/v) สามารถลดปริมาณเชื้อ *Listeria monocytogen* บนเนื้อปูอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 40 °ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารละลายกรดแลกติก ในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสุกรที่ได้จากตลาดสด

วิธีการ

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารละลายกรดแลกติก ในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

1. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2x3x3 แฟคทอเรียลในแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (2x3x3 Factorial in CRD) ทำการศึกษาด้วย 3 ปัจจัย คือ

- ปัจจัย A คือ โรงฆ่ามี 2 ระดับ คือ โรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน
- ปัจจัย B คือ ระดับความเข้มข้นของสารละลายมี 3 ระดับ 1, 2 และ 3 %(v/v)
- ปัจจัย C คือระยะเวลาในการเก็บรักษาซากสุกรภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนจุลินทรีย์มี 3 ระดับ คือ ก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก หลังฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 5 ชั่วโมง และหลังฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 48 ชั่วโมง

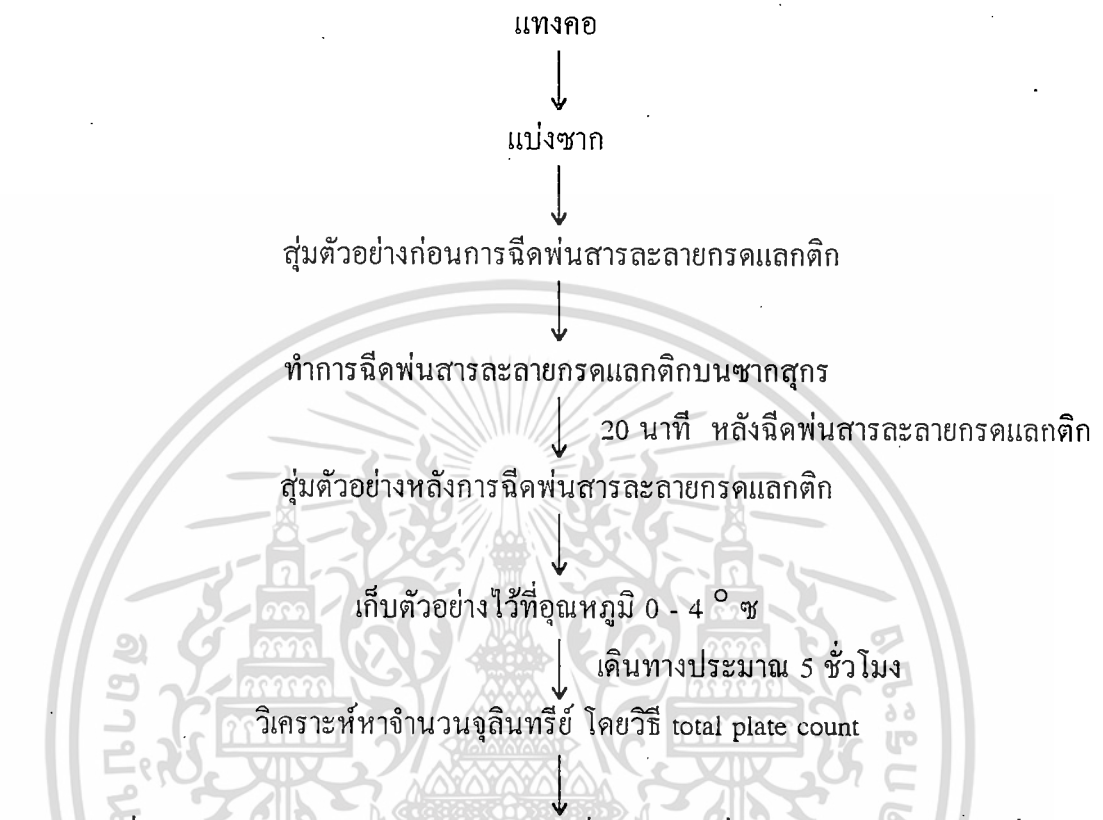
ทำการเก็บตัวอย่าง 4 ครั้ง ในแต่ละครั้งใช้หน่วยทดลอง 2 หน่วย

2. วิธีการทดลอง

ศึกษาความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติก 3 ระดับ คือ 1, 2 และ 3 %(v/v) ทำการวัดค่า pH และอุณหภูมิสารละลายกรดแลกติกทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1



แสดงขั้นตอนการทดลองที่ 1

2.1 สุ่มตัวอย่างก่อนฉีดพ่นสารละลาย เพื่อนำไปวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ก่อนฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกโดยวิธี total plate count จำนวน 25 กรัม บริเวณที่ทำการสุ่มคือกล้ามเนื้อสะโพก (ham) 10 กรัม ช่วงกึ่งกลางสันนอก (middle loin) 10 กรัมและบริเวณไหล่ (boston shoulder) อีก 5 กรัม รวมเป็น 25 กรัม

2.2 จากนั้นฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกทั้ง 3 ความเข้มข้น ให้ทั่วทั้งซากโดยใช้เครื่องพ่นยาชนิดแรงดันต่ำฉีดพ่นสารละลาย 500 มิลลิตร/ซีก

2.3 สุ่มตัวอย่างอีกครั้งภายหลังฉีดพ่นสารละลายเพื่อตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์หลังการฉีดพ่นสารละลาย และตัวอย่างอีกส่วนจะทำการตรวจนับเชื้อหลังฉีดพ่นสารละลาย 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ตัวอย่างที่ได้ทำการสุ่มถูกบรรจุอยู่ในถุงพลาสติกที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นจะนำไปเก็บไว้ในถังความเย็นทันทีหลังการสุ่มโดยใช้น้ำแข็งเป็นตัวลดอุณหภูมิให้มีอุณหภูมิ 0 - 4 ° ซ เก็บไว้ประมาณ 5 ชั่วโมง จึงนำมาตรวจนับจุลินทรีย์โดยวิธี total plate count เหตุผลของการเก็บไว้นาน 5 ชั่วโมง เนื่องจากต้องใช้เวลาในการเดินทางจากโรงฆ่าถึงห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาประมาณ 5 ชั่วโมง ตัวอย่างหลังฉีดพ่นสารละลายอีกส่วนหนึ่งจะนำไปเก็บไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 0 - 4 ° ซ เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จึงนำมาตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ โดยวิธี total plate count

2.5 ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์โดยวิธี total plate count เชื้อ หลังฉีดพ่นสารละลายที่ เวลา 48 ชั่วโมง

3. การบันทึกผล

3.1 บันทึกค่า pH ของสารละลายกรดแลกติกทุกระดับความเข้มข้น

3.2 บันทึกจำนวนจุลินทรีย์ก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก หลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 5 ช.ม. และหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 48 ช.ม.

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

เนื้อสุกรทดลอง

การทดลองที่ 1 ใช้ซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่ามาตรฐานจำนวน 24 ซีก และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานอีกจำนวน 24 ซีก

การทดลองที่ 2 เนื้อสุกรทดลอง ใช้เนื้อส่วนสันนอก M. longissimus dorsi จำนวน 24 ชิ้น ขนาดน้ำหนักชิ้นละประมาณ 2.5 กิโลกรัม นำมาจากแผงตลาดสดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ ระหว่างเวลา 6.00 - 7.00 นาฬิกา

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1.Plate Count Agar (PCA)

2.Buffer Peptone Water

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมีที่ใช้ทดลอง

1. กรดแลกติก มีชื่อทางการค้าว่า Purac 80
2. สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) ความเข้มข้น 0.1 N
3. แอลกอฮอล์ (Alcohol) ความเข้มข้น 70 % และ 90 %

เครื่องมือ

1. ตู้อบเพาะเชื้อ (Incubater)
2. ตู้เขี่ยเชื้อ (Larmina air flow carbinet)
3. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)
4. เครื่องชั่งอิเลคทรอนิค (Digital weight)
5. เครื่องวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (Knick model 651-2)
6. คีมคีบและมีดผ่าตัด
7. ถาดโฟมและฟิล์ม
8. Aluminium foil
9. ถุงมือฆ่าเชื้อสำหรับเก็บตัวอย่างเนื้อ
10. เครื่องฉีดพ่นยาแบบสะพายหลัง (Komkhae pilarambut)
11. ถังเก็บความเย็น

เครื่องแก้วพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารละลายในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสุกรที่ได้จากตลาดสด

1. วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2 x 4 แฟคทอเรียลในการทดลองแบบสุ่มตลอด (2 x 4 Factorial CRD) ทำการศึกษา 2 ปัจจัย

ปัจจัยแรก มี 2 ระดับคือการไม่ใช้สารละลายกรดแลกติก และการใช้สารละลายกรดแลกติก

ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกรแบ่งเป็น 4 ระดับ คือ 0, 3, 5 และ 7 วัน

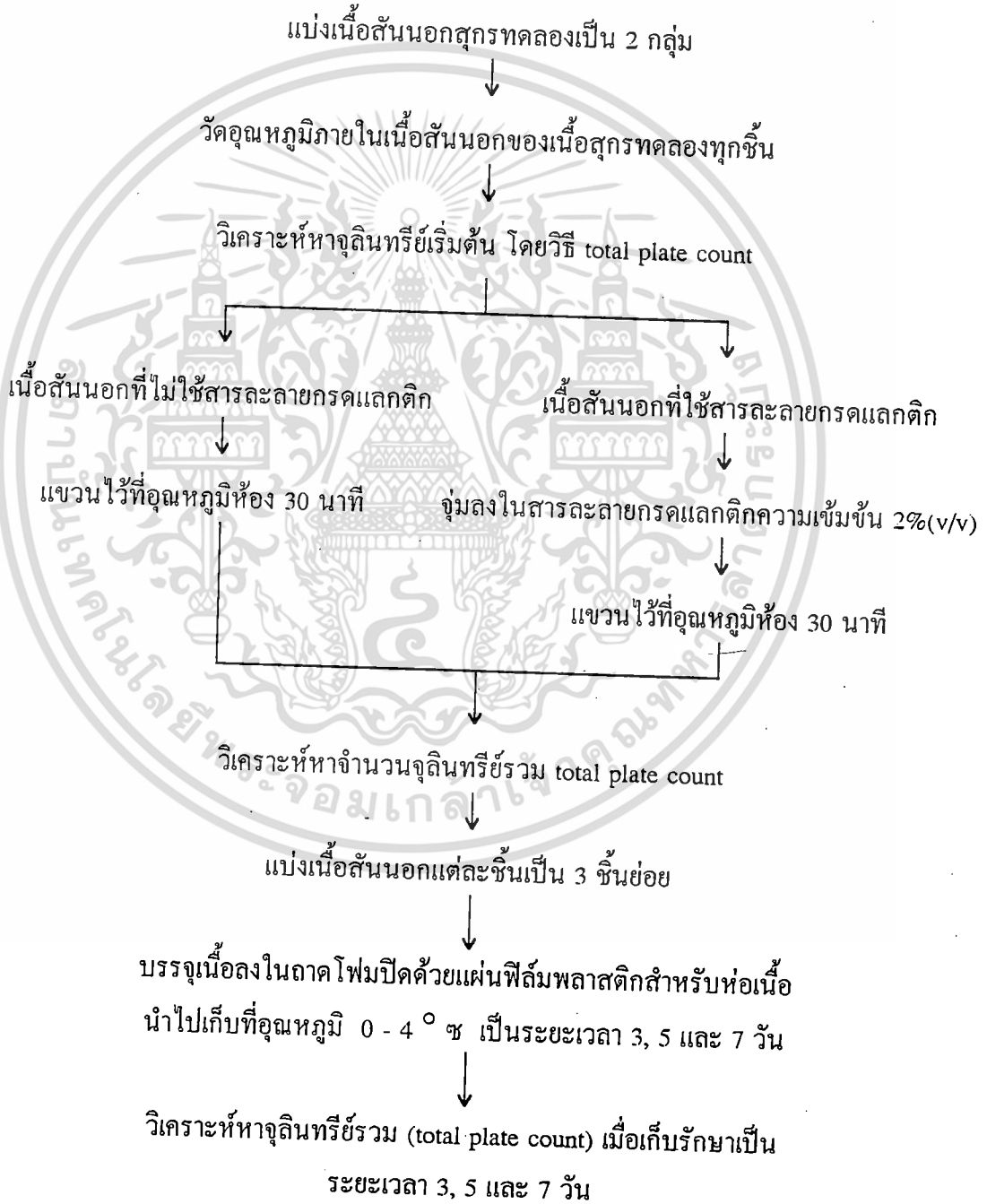
ในแต่ละกลุ่มการทดลองทำการเก็บตัวอย่าง 6 ครั้ง ในแต่ละครั้งใช้ตัวอย่างทดลอง 2 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการทดลอง

การดำเนินการทดลองเพื่อเก็บข้อมูลจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสันนอกในกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติกและกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก เปอร์เซนต์สูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ และการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ ภายในเนื้อสันนอกที่เก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

ภาพที่ 3



แสดงวิธีดำเนินการทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทำการแบ่งกลุ่มเนื้อสันนอกสุกรทั้ง 24 ชิ้น เป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 12 ชิ้น

2. วัดอุณหภูมิภายในเนื้อสันนอกทั้ง 2 กลุ่ม

3. ทำการเก็บตัวอย่างเนื้อจำนวน 25 กรัม บริเวณผิวเนื้อสันนอกทุกชิ้นก่อนดำเนินการทดลอง เพื่อวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น (total plate count)

4. เตรียมสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 2%(v/v) ทำการวัดค่าความเป็นกรดด่างของสารละลาย

5. นำเนื้อสันนอกในกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก จุ่มลงในสารละลายกรดแลกติกที่เตรียมไว้ โดยใช้สารละลายกรดแลกติกปริมาตร 3000 มิลลิลิตรต่อชิ้นเนื้อ 1 ชิ้น 3 กก. ทำการจุ่มชิ้นเนื้อประมาณ 5 นาที จากนั้นนำชิ้นเนื้อดังกล่าวแขวนไว้กับตะขอ ผึ่งไว้ภายใต้อุณหภูมิห้องปฏิบัติการ (27 $^{\circ}$ ซ) เป็นเวลา 30 นาที ส่วนเนื้อสันนอกในกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติกนำขึ้นแขวนไว้กับตะขอเป็นเวลา 30 นาที ที่สภาวะเดียวกัน

6. ทำการเก็บตัวอย่างเนื้อบริเวณผิวนอกชิ้นเนื้อ จำนวน 25 กรัม จากเนื้อในกลุ่มที่ใช้และไม่ใช้สารละลายกรดแลกติกภายหลังจากแขวนไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที เพื่อทำการวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์รวม (total plate count)

7. แบ่งเนื้อสันนอกออกเป็น 3 ส่วน ชั่งน้ำหนักเนื้อแต่ละชิ้น บรรจุชิ้นเนื้อที่ได้ทำการตัดย่อยแล้วลงในถาดโฟมคลุมด้วยพลาสติกใส จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 - 4 $^{\circ}$ ซ เป็นเวลา 3, 5 และ 7 วัน

8. เมื่อเก็บรักษาเนื้อที่อุณหภูมิ 0 - 4 $^{\circ}$ ซ เป็นเวลา 3, 5 และ 7 วัน แล้ว นำเนื้อสันนอกที่บรรจุถาดมาทำการเก็บข้อมูลเนื้อวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์รวม (total plate count)

การบันทึกผล

1 บันทึกค่าความเป็นกรดด่างของสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2%(v/v) ที่มีการเตรียมทุกครั้ง

2 บันทึกจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น หลังจากเก็บเนื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที และหลังการเก็บรักษาเนื้อ 3, 5 และ 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์ บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 1 , 2 และ 3 % (v/v) ซึ่งมีค่า pH เท่ากับ 2.59, 2.51 , และ 2.45 ตามลำดับ ถูกฉีดพ่นลงบนซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0 - 4 ^{o}ซ นำตัวอย่างซากสุกร ก่อนฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกและหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกเป็นเวลา 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง มาตรวจวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) เพื่อทำการศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ อิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษาซากสุกรภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ อิทธิพลของโรงฆ่าต่อจำนวนจุลินทรีย์

อิทธิพลของความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกร

การฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 1 , 2 และ 3 % (v/v) บนซากสุกรนั้น พบว่าจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรมีแนวโน้มลดลง เมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกเพิ่มขึ้น คือ ที่ระดับความเข้มข้น 1 , 2 และ 3 % (v/v) มีจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร 3.92 3.72 และ 3.47 log CFU / กรัม ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 3 % (v/v) จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้นกรดแลกติก (%v/v)	จำนวนจุลินทรีย์ (log CFU/กรัม)
1	3.92[ก]
2	3.72[กข]
3	3.47[ข]

ก และ ข อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

อิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษาซากสุกรภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกต่อจำนวนเชื้อจุลินทรีย์

วิเคราะห์หาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนซากสุกรก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกและภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก เมื่อเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0-4 °ซ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาในการเก็บซากสุกรภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกมากขึ้น จำนวนจุลินทรีย์บนซากผิวสุกรมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) โดยจำนวนจุลินทรีย์หลังฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 5ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.52 และ 3.47 log CFU / กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนเชื้อก่อนฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกซึ่งมีจำนวนเชื้อ 4.10 log CFU / กรัม ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรก่อนการฉีดพ่นและหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกเป็นเวลา 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง

ช่วงระยะเวลา	จำนวนจุลินทรีย์ (log CFU/กรัม)
ก่อนฉีดพ่นสารละลาย	4.10[ก]
หลังฉีดพ่นสารละลาย 5 ชม.	3.52[ข]
หลังฉีดพ่นสารละลาย 48 ชม.	3.47[ข]

ก และ ข อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

อิทธิพลของมาตรฐานโรงฆ่าต่อจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร

จากผลการเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร ระหว่างโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและไม่ได้มาตรฐานที่ได้ทำการทดลองประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติก พบว่าจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานมีจำนวน 3.37 log CFU /กรัม มีแนวโน้มต่ำกว่าที่พบจากโรงฆ่าไม่ได้มาตรฐานซึ่งมีจำนวนจุลินทรีย์ 4.03 log CFU /กรัม อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และไม่ได้มาตรฐาน

โรงฆ่า	จำนวนจุลินทรีย์ (log CFU /กรัม)
มาตรฐาน	3.37[ก]
ไม่มาตรฐาน	4.03[ข]

ก และ ข อักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อิทธิพลร่วมของจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรระหว่างระยะเวลาในการเก็บรักษาซากภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกในแต่ละโรงฆ่า

จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานและไม่มาตรฐาน ที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติก ดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่าทั้งสองโรงฆ่ามีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน คือ ซากสุกรที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกและทำการเก็บไว้เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง พบการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งมีจำนวน 3.04 และ 3.38 log CFU /กรัม ตามลำดับ จากตัวอย่างที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และ 4.01 และ 3.56 log CFU /กรัม ตามลำดับ จากตัวอย่างที่ได้จากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์ก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก ซึ่งมีจำนวน 3.67 log CFU /กรัม จากตัวอย่างที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และ 4.53 log CFU /กรัม จากที่ได้จากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

นอกจากนี้ยังพบว่า จำนวนจุลินทรีย์ก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก หลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 5 ชั่วโมง และหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 48 ชั่วโมง ในตัวอย่างที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน มีจำนวนต่ำกว่า จำนวนจุลินทรีย์ในตัวอย่างที่ได้จากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 อิทธิพลร่วมของจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรระหว่างระยะเวลาในการเก็บรักษาซากภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกในแต่ละโรงฆ่า

โรงฆ่า	จำนวนจุลินทรีย์ log CFU/กรัม ของระยะเวลาในการเก็บรักษาซากภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก		
	ก่อนฉีดพ่นสารละลาย	หลังฉีดพ่น 5 ช.ม.	หลังฉีดพ่น 48 ช.ม.
มาตรฐาน	3.67[ก]	3.04[ก]	3.38[ก]
ไม่มาตรฐาน	4.53[ข]	4.01[ข]	3.56[ข]

ก และ ข อักษรที่ต่างกันในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32077

ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติกต่อระยะเวลาภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกและมาตรฐานโรงฆ่าต่อจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกร

จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 1, 2 และ 3 %(v/v) ดังแสดงในภาพที่ 4 พบว่า ซากสุกรที่ฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้น และเก็บไว้เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง จำนวนจุลินทรีย์มีแนวโน้มลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก แต่จำนวนจุลินทรีย์ภายหลังการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกเก็บไว้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น คือ 1, 2 และ 3 %(v/v) พบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุลินทรีย์เล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 5 ชั่วโมง

ส่วนซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานดังแสดงในภาพที่ 5 พบว่า จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 1 %(v/v) และเก็บไว้เป็นเวลา 5 ชั่วโมงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ไม่ได้ผ่านการฉีดพ่นสารละลายดังกล่าว แต่เมื่อเก็บซากไว้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ระดับความเข้มข้น 2 และ 3 %(v/v) จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากหลังฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกเป็นเวลา 5 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง นั้น พบว่าที่ระดับความเข้มข้นสูงและเก็บซากไว้เป็นเวลาที่นานขึ้นจำนวนจุลินทรีย์มีแนวโน้มลดลงมากขึ้น และที่ระดับความเข้มข้น 3 %(v/v) พบแนวโน้มการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 ผลของระดับความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้ต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ปลาแดดเดียวที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วเก็บรักษาในตู้เย็นเป็นเวลา 5 และ 48 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ปลาหยองก่อนและหลังฉายรังสีและระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสุกรที่ได้จากตลาดสด

ศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสันนอกสุกร

การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกโดยวิธีการจุ่ม (dipping) ชิ้นเนื้อในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสันนอกสุกร และศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารละลายกรดแลกติกในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกร เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติกและกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก 2%(v/v) ซึ่งมีค่าความเป็นกรด 2.78 โดยในกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติก ทำการตรวจนับจุลินทรีย์เริ่มต้นภายหลังวางเนื้อให้สัมผัสอากาศนาน 30 นาที และเมื่อนำเนื้อไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 - 4 $^{\circ}$ซ เป็นเวลานาน 3, 5 และ 7 วัน ส่วนกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก ทำการเก็บตัวอย่างเนื้อเพื่อทำการวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นก่อนการจุ่มด้วยสารละลายกรดแลกติก ภายหลังการจุ่มด้วยสารละลายกรดแลกติกเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิห้อง (27 $^{\circ}$ซ) ภายหลังจากจุ่มสารละลายกรดแลกติกและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 - 4 $^{\circ}$ซ เป็นเวลา 3, 5 และ 7 วัน

อิทธิพลของสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสันนอกสุกร

จากผลการทดลองพบว่าสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 2%(v/v) มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสันนอกสุกร โดยพบว่าจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสันนอกสุกรที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติกมีจำนวน 6.78 log CFU/กรัม เมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสันนอกสุกรที่ใช้สารละลายกรดแลกติก ซึ่งมีจำนวน 6.17 log CFU/กรัม พบว่ามีจำนวนลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) ดังแสดงในตารางที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนจุลินทรีย์รวมบนผิวเนื้อสันนอกสุกรในกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติกและกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก

กลุ่มการทดลอง	จำนวนจุลินทรีย์ (log CFU/กรัม)
ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติก	6.78[ก]
ใช้สารละลายกรดแลกติก	6.17[ก,ข]

ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$)

อิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสันนอกสุกร

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า จำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที จำนวนเพิ่มขึ้นมากกว่าจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยพบว่ามีค่าเท่ากับ 6.88 และ 6.27 log CFU/กรัม ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นกับเมื่อทำการเก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกร ภายในห้องเย็นอุณหภูมิ 0 - 4 °ซ เป็นระยะเวลา 3, 5 และ 7 วัน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสันนอกสุกรมี ค่า 6.52, 6.34 และ 6.34 log CFU/กรัม ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เปรียบเทียบกับกลุ่มที่เก็บเนื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที พบว่าจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นโดยมีค่าเท่ากับ 6.88 และ 6.34 log CFU/กรัม ตามลำดับ ซึ่งความแตกต่างนี้ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสันนอกสุกรที่เก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลา	จำนวนจุลินทรีย์ (log CFU/กรัม)
ก่อนการทดลอง	6.27[ก]
30 นาที	6.88[ข]
3	6.52[กข]
5	6.34[ก]
7	6.34[ก]

[กข]ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

อิทธิพลร่วมระหว่างการใช้สารละลายกรดแลกติก และระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมบนผิวเนื้อสันนอกสุกร

ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 7 พบว่าในกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติกจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสันนอกสุกรภายหลังเก็บเนื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาทีและภายหลังเก็บเนื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องเย็นเป็นเวลา 3, 5 และ 7 วัน มีค่าเท่ากับ 6.66, 7.24, 7.16 และ 7.15 log CFU/กรัม ตามลำดับ ซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์ที่พบบนผิวเนื้อที่ตรวจนับก่อนทำการทดลอง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.68 log CFU/กรัม ทั้งนี้จำนวนจุลินทรีย์ที่พบในกลุ่มที่ทำการตรวจนับจุลินทรีย์ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที, 5 และ 7 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และจำนวนจุลินทรีย์ที่พบภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 3, 5 และ 7 วัน ไม่แตกต่างทางสถิติแต่จำนวนจุลินทรีย์ที่พบภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที และ ภายหลังการเก็บรักษา 0 - 4 $^{\circ}$ซ เป็นระยะเวลา 3 วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ในกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก พบว่าจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อก่อนเริ่มทำการทดลองและภายหลังแขวนไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที ไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 6.86 และ 7.11 log CFU/กรัม ตามลำดับและเมื่อเก็บเนื้อไว้ในห้องเย็นเป็นเวลา 3, 5 และ 7 วัน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ลดลงทั้งนี้ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยจุลินทรีย์ที่พบในกลุ่มดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 5.81, 5.52 และ 5.53 log CFU/กรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงอิทธิพลร่วมของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติกและกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก

ระยะเวลา (วัน)	จำนวนจุลินทรีย์ (log CFU/กรัม)	
	กลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติก	กลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก
ก่อนการทดลอง	5.68^{ก}	6.86^{ก}
30 นาที	6.66^{ข}	7.11^{ก}
3	7.24^{ค}	5.81^{ข}
5	7.16^{ขค}	5.52^{ข}
7	7.15^{ขค}	5.53^{ข}

^{กขค} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งในกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติก แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

^{คข} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งในกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติก แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม ในการใช้สารละลายกรดแลกติก เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ได้จากโรงฆ่ามาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

การใช้สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกร

ในการศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติก ในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกรนั้นพบว่า สารละลายกรดแลกติกมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนจุลินทรีย์ (total bacterial count) บนซากสุกร โดยเมื่อความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกเพิ่มขึ้น สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรได้มากขึ้น โดยพบการลดลงมากที่สุดที่ระดับความเข้มข้น 3%(v/v) และเมื่อทำการเก็บเนื้อที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยสารละลายกรดแลกติกไว้ที่อุณหภูมิ 0-4°ซ เป็นเวลานาน 5 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรได้มากขึ้น โดยจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรลดลงมากที่สุด เมื่อเก็บเนื้อไว้นาน 48 ชั่วโมง

จากผลของสารละลายกรดแลกติกเมื่อระดับความเข้มข้นสูงขึ้น มีแนวโน้มในการลดจำนวนจุลินทรีย์มากขึ้น โดยพบการลดลงมากที่สุดที่ระดับความเข้มข้น 3% (v/v) ซึ่งผลการทดลองมีแนวโน้มไปในแนวเดียวกับ Smulders และคณะ (1986) ซึ่งรายงานว่า เมื่อระดับความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ pH ลดต่ำลง สามารถยับยั้งและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้มากกว่าการใช้กรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้นต่ำ ภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกและทำการเก็บเนื้อไว้เป็นเวลา 5 ชั่วโมงและ 48 ชั่วโมง พบการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์ก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก ทั้งนี้การลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ดังกล่าว อาจเนื่องมาจากผิวซากที่แห้งเนื่องจากการลดอุณหภูมิซากในห้องเย็น และอาจเนื่องมาจากช่วง lag phase ของจุลินทรีย์ที่ถูกทำลายเนื่องจากกรดแลกติก ทำให้การเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ช้าลง โดยผลการทดลองมีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับ Prasai และคณะ (1992) ซึ่งใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1% (v/v) ทำการฉีดพ่นบนซากสุกรภายหลังจากเอาเครื่องในออก ทำการตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์หลังฉีดพ่นสารละลาย 0 ชั่วโมงและหลังฉีดพ่นสารละลาย 48 ชั่วโมง พบมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ (aerobic plate count) ก่อนการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกที่ 0 ชั่วโมง มีค่า 2.9 log CUF/ตารางเซนติเมตร และพบจำนวนจุลินทรีย์หลังฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกชั่วโมงที่ 0 เท่ากับ 2.1 log

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CUF/ตารางเซนติเมตร ในขณะที่พบจำนวนจุลินทรีย์ก่อนฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 48 ชั่วโมง 2.3 log CUF/ตารางเซนติเมตร และหลังฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติก 48 ชั่วโมง พบจำนวนจุลินทรีย์ 2.1 log CUF/ตารางเซนติเมตร ซึ่งการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

นอกจากนี้ผลการทดลองยังสอดคล้องกับรายงานของ Cudjoe (1988) ได้ศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 1% (v/v) ฉีดพ่นลงบนซากโค แล้วทำการวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่อุณหภูมิการเก็บ 4, 15 และ 20°ซ พบว่าภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ลงได้ทุกอุณหภมิ และยังพบว่าอายุการเก็บรักษาตัวอย่างเพิ่มขึ้นอย่างน้อย 3 วัน เมื่อเก็บที่อุณหภูมิ 4°ซ และ 1 วัน เมื่อเก็บเนื้อไว้ที่อุณหภูมิ 15 และ 20°ซ

อิทธิพลของมาตรฐานโรงฆ่าต่อจำนวนจุลินทรีย์

จากการทดลองที่ 1 ยังพบว่า เมื่อเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ระหว่างโรงฆ่าสัตว์ที่ได้มาตรฐานและโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรในตัวอย่างที่ได้จากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานมีสูงกว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเนื่องมาจากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานมีขบวนการฆ่าที่ไม่ถูกสุขลักษณะ ขบวนการฆ่าทุกขั้นตอนกระทำบนพื้น ในขบวนการเอาเลือดออกมีการเปิดแผลที่กว้างทำให้จุลินทรีย์เข้าไปในบาดแผลบริเวณดังกล่าวได้มาก นอกจากนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการลวกซากพบว่าถังน้ำร้อนไม่มีการล้างทำความสะอาดทำให้มีโอกาสเกิดการสะสมสิ่งสกปรกไว้ จุลินทรีย์พวกที่ทนต่อความร้อนมีโอกาสปนเปื้อนได้มากขึ้น การเอาเครื่องในออก การแบ่งซากกระทำบนพื้นบริเวณเดียวกันกับที่ล้างเครื่องใน ทำให้อุจจาระและสิ่งสกปรกมีโอกาสปนเปื้อนมายังซากได้มาก การล้างซากใช้จำนวนน้ำเพียงเล็กน้อยสิ่งสกปรกไม่สามารถหลุดออกได้หมด ในขณะที่โรงฆ่าที่ได้มาตรฐานมีขบวนการฆ่าและทำความสะอาดที่ถูกสุขลักษณะตามมาตรฐานสากล ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกมายังซากได้น้อย เมื่อพิจารณาจากสภาพความเป็นจริงที่โรงฆ่าที่ได้มาตรฐานมีความแตกต่างทางด้านสุขาภิบาลอย่างมากกับโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน

จะเห็นว่าสุกรที่ได้ทำการฆ่าภายในโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐาน ภายหลังเสร็จสิ้นขบวนการฆ่าจะถูกนำไปจำหน่ายทันทีโดยไม่ผ่านการแช่เย็น อุณหภูมิทั่วไปของอากาศภายในบ้านเรานั้นเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ จึงมีโอกาสที่เชื้อจุลินทรีย์จะเพิ่มจำนวน และเจริญเติบโตได้มากกว่าโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน ในขณะที่ซากสุกรหลังเสร็จสิ้นขบวนการฆ่าจากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐานจะถูกลำเลียงเข้าห้องเย็นทันที ทำให้จุลินทรีย์ชะลอการเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เติบโต โอกาสที่เชื้อจะเพิ่มจำนวนก็มีน้อยลง แต่ทั้งนี้ทั้งสองโรงฆ่าพบว่าจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นบนผิวซากสุกรมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กรมปศุสัตว์ตั้งไว้ คือ 5.70 log CUF/กรัม และเหตุผลที่จำนวนจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรจากโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจนับเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรก่อนการฉีดพ่นสารละลาย กระทำทันทีภายหลังขบวนการผ่าซาก โดยไม่ปล่อยให้ซากถูกแขวนในโรงฆ่าเป็นเวลานาน ดังเช่นปฏิบัติกันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน

การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้จากตลาดสด

ผลการทดลองในครั้งนี้ สามารถสรุปได้ว่าสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 2% (v/v) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งและลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสันนอกสุกร โดยพบว่า

1. สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 2% (v/v) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสันนอก เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติก ซึ่งพบว่าเชื้อจุลินทรีย์มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น

2. การใช้สารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 2% (v/v) และทำการเก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกรที่อุณหภูมิ 0-4°ซ สามารถทำลายหรือลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้มากขึ้นเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วัน และเมื่อเก็บรักษาเนื้อเป็นเวลา 7 วันสารละลายกรดแลกติกยังคงมีคุณสมบัติในการควบคุมจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ไม่ให้เพิ่มขึ้น

3. กลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติก พบว่าจำนวนจุลินทรีย์จะเพิ่มมากขึ้นในช่วงระยะเวลา 3 วันที่เก็บรักษาเนื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องเย็น

จากการทดลองในกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติก พบว่าภายหลังการเก็บเนื้อสันนอกที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที พบจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นบนผิวเนื้อสันนอก ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกที่พบว่าภายหลังการใช้สารละลายกรดแลกติกและเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที ปรากฏว่าจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ากรดแลกติกสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ ผลดังกล่าวเนื่องมาจากกรดจะไปทำให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โดยสารละลายกรดแลกติกจะไปทำให้ค่า pH ลดต่ำลง ซึ่งเป็นการขยายช่วง lag phase ออกไป (Woolthuis และ Smulders, 1985) นอกจากนี้ Adam และ Hall (1988) รายงานว่ากรดแลกติกจะเข้าไปทำลายระบบขนถ่าย Substrate molecule ในเซลล์ ทำให้ขบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมตาโบลิซึมของเซลล์ผิดปกติไป การแบ่งตัวจึงไม่เพิ่มขึ้น และ Ingram และคณะ (1988) รายงานว่า การใช้เนื้อปลาจุ่มลงในกรดอินทรีย์สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ที่ทำให้เนื้อสัตว์เกิดการเน่าเสีย โดย Ingram และคณะ (1988) นำเนื้อปลาจุ่มลงในสารละลายกรดแลกติก 1.77 และ 2.55% พบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเทียบกับเนื้อปลากลุ่มที่ไม่ใช้ สารละลายกรดแลกติก

เมื่อนำชิ้นเนื้อไปเก็บไว้ที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 0-4°ซ เป็นเวลา 3, 5 และ 7 วัน พบว่าในกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติกจำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าความเย็นในการเก็บรักษาเนื้อ ในวันที่ 3, 5 และ 7 ที่สามารถวัดอุณหภูมิภายในเนื้อได้เท่ากับ 5.56, 1.29 และ 1.67°ซ เป็นปัจจัยสำคัญที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ทั้งนี้จะพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ในเนื้อที่ทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 วันเพิ่มขึ้นมากกว่าจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิในเนื้อเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 1-2 วัน มีค่าอยู่ในช่วง 5°ซ ซึ่งช่วงอุณหภูมิดังกล่าวเชื้อจุลินทรีย์ยังสามารถเจริญเติบโตได้ ในทางตรงข้ามในกลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกจะพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ภายหลังการใช้สารละลายกรดแลกติก และวางไว้ในอุณหภูมิห้อง (27°ซ) เป็นเวลา 30 นาที มีจำนวนจุลินทรีย์ไม่แตกต่างทางสถิติกับจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้น แสดงให้เห็นว่ากรดแลกติกสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ และเมื่อนำเนื้อไปเก็บรักษาที่ห้องเย็นอุณหภูมิ 0-4°ซ เป็นเวลา 3, 5 และ 7 วัน พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 2% (v/v) และอุณหภูมิในการเก็บรักษาสามาถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้ทั้งนี้สอดคล้องกับการทดลองของ Ziauddin และคณะ (1993) พบว่าสารละลายกรดแลกติกที่ระดับความเข้มข้น 2% (v/v) และอุณหภูมิในการเก็บรักษาสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้ โดยพบว่าสารละลายกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 1.5% (pH 4.5) และ 2.0% (pH 4.0) สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus aureus, Salmonella newport, Steptococcus faecalis, Bacillus cereus, Pseudomonas fragai* และ *E. coli* ได้อย่างสมบูรณ์เมื่อสารละลายกรดแลกติก สัมผัสกับเชื้อเป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง และผลการทดลองคล้ายกับ Ockerman และคณะ (1974) ที่ใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 12% (pH 1.6) ฉีดพ่นลงบนซากแกะและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 0-4°ซ เป็นเวลา 12 วัน พบการลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ จำนวนจุลินทรีย์ในระดับนี้ไม่ทำให้เนื้อสัตว์เกิดการเน่าเสีย ดังนั้นจึงมีส่วนทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำไม่เพิ่มขึ้น ส่วนในกลุ่มที่ไม่ใช้สารละลายกรดแลกติกมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากจำนวนจุลินทรีย์ที่พบในวันที่ 3, 5 และ 7 วัน มีจำนวน 7.24, 7.16 และ 7.15 ซึ่ง จุลินทรีย์ในระดับนี้เนื้อสัตว์เริ่มมีการเน่าเสีย ความสามารถในการจับน้ำของโปรตีนจึงลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองในครั้งนี้กล่าวได้ว่า สารละลายกรดแลกติกค่อนข้างมีความเหมาะสมในการนำไปใช้เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสุกร ทั้งนี้สามารถที่จะนำไปใช้ในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนผิวเนื้อสุกรที่ได้จากโรงฆ่าที่ได้มาตรฐาน และโรงฆ่าที่ไม่ได้มาตรฐานอย่างมีประสิทธิภาพ ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาซาก และเนื้อที่ 40 องศาเซลเซียส ดังนั้นควรได้มีการทดลองประสิทธิภาพของการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่อุณหภูมิการเก็บสูงกวา 40 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากโดยทั่วไปสภาพของการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ที่เป็นอยู่ปัจจุบันอุณหภูมิที่ใช้เก็บรักษาเนื้อสดในห้องเย็นมักจะไม่คงที่ และโน้มเอียงไปทางอุณหภูมิสูงขึ้น นอกจากนี้ควรได้มีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างวิธีการใช้สารละลายกรดแลกติก เช่น วิธีการสเปร์ย และวิธีการจุ่ม และเป็นสารละลายที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ แต่เนื่องจากการใช้สารละลายกรดแลกติกมีราคาค่อนข้างสูง ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น จึงเป็นข้อจำกัดและอาจเป็นปัญหาในการนำไปใช้ ดังนั้นจึงสมควรหาวิธีการที่จะใช้สารละลายกรดแลกติก อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด และไม่เป็นการเพิ่มต้นทุนการผลิต ซึ่งเรื่องนี้ควรมีการศึกษาต่ออย่างจริงจังถึงวิธีที่จะนำกรดแลกติกมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช กรุงเทพฯ. น. 145-155.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2529. วัตถุเจือปนอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์อาหารและเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

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(3) : 257-292.

Anderson, M.E. 1990. Reducing microbial population on beef tissue concentration and temperature of lactic acid. J. Food Sci. 10 : 131-190.

Cudjoe, K.S. 1988. The effect of lactic acid spray on keeping qualities of meat during storage. J. Food Microbiol. 7 : 1-7.

Dziezak, J.D. 1990. Acidulants : Ingredients that do more than meat the acid test. Food Technol. 44(1) : 76-83.

EL-knateib, T., AE. Yousef and H.W. Ockerman. 1993. Inactivate and attachment of Listeria *monocytogens* on beef muscle treated with lactic acid and slected bacteriocins. J. Food Prot. 56(6) : 29-30.

Epling, L.K., J.A. Carpenter and L.C. Biankenship. 1992. Prevalence of *Campyrobacter spp.* and *Salmonella spp.* on pork carcasses and reduction effected by spraying with lactic acid. J. Food Prot. 56(6) : 536-537.

FAO/WHO Toxicology eveluation of some food additive. 1974. The 17th report of the joint FAO/WHO expert committee on food additive. FAO nutrition meeting report series no. 53 Rome. WHO technical report series Geneva. 539 : 461-465.

Ingram, M., F.S.H. Ottoway and J.B.M. Coppock. 1988. The preservative action of acid substances in food. Chem. Ind. 75 : 1154-1163.

Kim, C.R., J.O. Heransberger and J.B. Eun. 1995. Gram-negative bacteria in refrigerated catfish fillets treated with Lactic culture and lactic acid. J. Food Prot. 58(6) : 639-643.

Krusch, U. 1978. Physiologische Ernahrungsphysiologische Gesichtspunkte der L(+) und D(-) milchsaure in sauermichprodukten. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichten. 30 : 341-346.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ockerman, H.W., R.J. Borton, V.R. Cahill, N.A. Perret and H.D. Hoffman. 1974. Use of acetic acid and lactic acid to control quality of microorganism on lamb carcasses. J. Milk Food. Technol. 37(4) : 203-204.

Prasai, R.K., G.H. Acuff, L.M. Lucia, J.B. Morgan, S.G. May and J.W. Savel. 1992. Microbiological effect of acid decontamination of pork carcasses at various location in processing. Meat Sci. 32 : 413-423.

Smulders, F.J.M. and C.H.J. Woolthuis. 1985. Immediate and delayed microbiological effect of lactic acid decontamination of calf carcasses influence on conventionally boned vesus hot-boned and vacuum-packged out. J. Food Prot. 48(10) : 838-847.

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

Smulders, F.J.M and R.L.J.M. Van laack. 1992. On the quality of pork 1. Microbiological concerns. Fleischwirtsch. 72(6) : 889-890.

Snijders, J.M.A., J.G. Van Lonftertijn, D.A.A. Mossel and F.L.M. Smulder. 1985. Lactic acid as a decontaminant in slaughter and processing procedured. Vet. Quart. 7 : 277-282.

Woolthuis, C.H.J. and F.J.M. Smulders. "Microbial decontamination of calf carcasses by lactic acid sprays." J. Food Prot. 48(10,1985) : 832-837.

Ziauddin, K.S., D.N. RAO and B.L. AmLA. 1993. In vitro study on the effect of lactic acid and sodium chloride on spoilage and pathogenic bacteria of meat. J. Food Sci. Technol. 30(3) : 204-207.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ (AOAC, 1975)

1. การหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total bacterial count)

1.1 ชั่งตัวอย่างมา 25 กรัม

1.2 ใส่ตัวอย่าง 25 กรัม ลงใน Peptone water 225 มล. เขย่าให้เข้ากันได้ dilution 10^{-1}

1.3 ใช้ปิเปตดูดมา 1 มล. ใส่ใน Peptone water ที่อยู่ในหลอด 9 มล. ได้ dilution 10^{-2}

1.4 ทำเช่นเดิมจนได้ diluton 10^{-5}

1.5 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างในหลอด 1 มล. ใส่ในจากเลี้ยงเชื้อที่อบฆ่าเชื้อแล้ว (ทำ 2 ซ้ำ)

1.6 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar ที่หลอมเหลวและยังอุ่นอยู่ลงในจากเลี้ยงเชื้อให้ทั่ว เขย่าจานให้สารละลายตัวอย่างกระจายไปทั่ว ๆ

1.7 ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว นำไปบ่มในตู้เพาะเชื้ออุณหภูมิ 35-37 °ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยเลือกจากที่มีจำนวนโคโลนี 30-300 โคโลนี

2. การเตรียมสารละลายกรดแลกติก

กรดแลกติกที่ใช้มีชื่อทางการค้า คือ Purac 80 ในการทดลองใช้ควฝามเข้มข้น 1, 2 และ 3% ปริมาตรโดยปริมาตร (v/v)

การเตรียมความเข้มข้นที่ 1% (v/v) สามารถทำได้โดยละลายกรดแลกติก 1 มล. ในน้ำกลั่น 99 มล. ความเข้มข้น 2 และ 3% (v/v) ก็ทำเช่นเดียวกัน คือ ละลายกรดแลกติก 2 และ 3 มล. ในน้ำกลั่น 98 และ 97 มล. ตามลำดับ จะได้สารละลายกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 2 และ 3% (v/v)

3. ราคาสารละลายกรดแลกติก

กรดแลกติกมีชื่อทางการค้าว่า Purac 80 ราคาลิตรละ 100 บาท

สารละลายกรดแลกติก 1%(v/v) คิดเป็นเงิน 1.10 บาท/1,000 มล.

สารละลายกรดแลกติก 2%(v/v) คิดเป็นเงิน 2.41 บาท/1,000 มล.

สารละลายกรดแลกติก 3%(v/v) คิดเป็นเงิน 3.93 บาท/1,000 มล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติหัวหน้าโครงการและคณะ

1. นางจุฑารัตน์ เศรษฐกุล

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 3266134 ต่อ 2327 โทรสาร 3269979

วุฒิการศึกษา : วท.ม. สัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Dr.sci.agr. (cum laude), Animal Nutrition, Hohenheim University Germany

ตำแหน่งปัจจุบัน : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8

2. นางประภาพร ขอไพบูลย์

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 3266138

วุฒิการศึกษา : สพ.บ (สัตวแพทย์ศาสตร์บัณฑิต,เกษตรศาสตร์)

สม. (สาธารณสุขศาสตร์มหาบัณฑิต มหิดล)

Dr. Med.Vet. (Food Hygiene, Free University, Berlin, Germany)

ตำแหน่งปัจจุบัน: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระดับ 7

3. นางสาว คมแข พิลาสมบัติ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 3266138

วุฒิการศึกษา : วทบ.สัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วทม.สัตวศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตำแหน่งปัจจุบัน : อาจารย์ระดับ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้