รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อไก่โดยการล้างด้วยน้ำโอโซน สารละลายกรดแลกติกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์

Microbial decontamination on chicken meat by washing with ozonate water, lactic acid solution and sodium hypochlorite solution

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คมแข พิลาสมบัติ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อไก่โดยการล้างด้วยน้ำโอโซน สารละลายกรดแลกติกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์

Microbial decontamination on chicken meat by washing with ozonate water, lactic acid solution and sodium hypochlorite solution

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คมแข พิลาสมบัติ

ข. 12681404

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2556

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อไก่โดยการล้างด้วยน้ำโอโซน สารละลายกรดแลกติกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์

Microbial decontamination on chicken meat by washing with ozonate water, lactic acid solution and sodium hypochlorite solution

แหล่งเงิน งบประมาณเงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2556 **จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน** 100,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี **ตั้งแต่** 1 ตุลาคม 2555 **ถึง** 30 กันยายน 2556

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คมแข พิลาสมบัติ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อไก่โดยการล้างด้วย น้ำประปา น้ำโอโซน สารละลายกรดแลกติก และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เป็นการศึกษาการยับยั้งจุลินทรีย์ปนเปื้อนบนเนื้ออกไก่ด้วยสารละลายคลอรีน (แคลเซียมไฮโปคลอไรด์) และน้ำโอโซน ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยศึกษาสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 0, 50, 100, 150 และ 200 ppm น้ำโอโซน ความเข้มข้น 5 และ 10 ppm ผลการศึกษา พบว่า ภายหลังการล้างสารละลายคลอรีนทุกความเข้มข้น น้ำประปา สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ โคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคอลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* แต่เมื่อเก็บรักษาเนื้อไก่ที่อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน พบว่า เนื้อไก่ที่ล้างด้วยคลอรีนที่ความเข้มข้น 200 ppm สามารถยับยั้งเชื้อทุกกลุ่มข้างต้นจนถึงวันที่ 3 ของการเก็บ ในขณะที่เนื้ออกไก่ภายหลังการล้างด้วยน้ำโอโซน พบว่าที่ความเข้มข้น 10 ppm สามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ แต่ไม่สามารถลดเชื้อ โคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคอลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* แต่อย่างไรก็ตามเนื้อไก่ที่ล้างด้วยน้ำโอโซนความเข้มข้น 10 ppm สามารถยับยั้งเชื้อกลุ่มโคลิฟอร์มและ *E. coli* ได้ 3 วัน (อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส) โดยที่เชื้อไม่เพิ่มจำนวนเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเริ่มต้นก่อนล้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 เป็นการศึกษาการล้างเนื้อน่องไก่ด้วยน้ำประปา น้ำโอโซน สารละลายกรดแลกติก และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ต่อเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและคุณภาพเนื้อน่องไก่ โดยศึกษาสารละลายคลอรีน (โซเดียมไฮโปคลอไรด์) 200 ppm น้ำโอโซน 100 ppm และสารละลายกรดแลกติก 2 % พบว่า ในด้านจุลินทรีย์การยับยั้งจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ โคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคอลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* นอกจากนี้ยังศึกษาการเติมเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* บนเนื้อน่องไก่ และดูผลการลดลงของเชื้อภายหลังการล้างด้วยสารละลายดังกล่าวข้างต้น เมื่อเก็บรักษาเนื้อน่องไก่ที่อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 5 วัน ทางด้านคุณภาพเนื้อทำการศึกษาผลของสารสารละลายดังกล่าวต่อเนื้อสัมผัส (shear force) ค่าเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (%drip loss) ค่าความสว่าง (L*) และความพึงพอใจของผู้บริโภค

ผลการทดลองพบว่าสารละลายแลกติกมีประสิทธิภาพยับยั้งเชื้อทุกกลุ่มและทำลายเชื้อได้มากที่สุด แต่สารละลายแลกติกส่งผลต่อคุณภาพเนื้อ คือทำให้เนื้อสัมผัสนิ่ม ($p<0.05$) เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา สูงกว่ากลุ่มอื่น ($p<0.05$) และยังพบว่าเนื้อไก่มีสีซีดกว่ากลุ่มอื่น ($p<0.05$) นอกจากนี้กลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกยังได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคต่ำกว่ากลุ่มอื่น ($p<0.05$) เมื่อทดสอบการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* พบว่า การล้างน่องไก่ด้วยสารละลายคลอรีน น้ำโอโซน และสารละลายกรดแลกติก สามารถลดเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* ภายหลังการล้าง และยังสามารถยับยั้งเชื้อเมื่อเก็บนาน 5 วัน ที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส ในขณะที่กลุ่มควบคุมพบการเพิ่มขึ้นของเชื้อทั้ง 2 สายพันธุ์ เมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น โดยสารละลายกรดแลกติกมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อทั้งสองสายพันธุ์มากที่สุด ($p<0.05$) รองลงมาคือการล้างด้วยน้ำโอโซน การล้างด้วยสารละลายคลอรีน และน้ำประปา ตามลำดับ

ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงผลการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ ผลต่อคุณภาพเนื้อน่องไก่ และการยอมรับของผู้บริโภค ผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรล้างด้วยน้ำโอโซนหรือสารละลายคลอรีนซึ่งมีประสิทธิภาพในการลดเชื้อจุลินทรีย์ แต่ไม่มีผลต่อคุณภาพเนื้อไก่และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยด้วยงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2556 และขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คมแข พิลาสมบัติ

ผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		i
กิตติกรรมประกาศ		ii
สารบัญ		iv
สารบัญตาราง		viii
บทที่ 1	บทนำ	1
	วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	3
	ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
	ระยะเวลาดำเนินโครงการ	3
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของโครงการวิจัย	3
บทที่ 2	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
	แหล่งการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์	4
	เชื้อจุลินทรีย์ที่มักพบปนเปื้อนในเนื้อไก่	5
	วิธีการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์	5
	กลไกในการฆ่าเชื้อของสารประกอบคลอรีน	7
	การใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์	9
บทที่ 3	วิธีดำเนินงานวิจัย	14
	อุปกรณ์และวิธีการ	14
	ส่วนที่ 1 : การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่โดยการล้างด้วยน้ำประปา น้ำโอโซน และสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้นต่างๆ	16
	การทดลองที่ 1 : การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายคลอรีนในรูปแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่	16
	การทดลองที่ 2 : การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายคลอรีนในรูปแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่	17
	ส่วนที่ 2 : การล้างเนื้อน่องไก่ด้วยน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอ-ไรท์ น้ำโอโซน และสารละลายกรดแลกติก ต่อเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและคุณภาพเนื้อน่องไก่	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		หน้า
	การทดลองที่ 1 : การล้างเนื้อน่องไก่ด้วยน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ น้ำโอโซน และสารละลายกรดแลกติกต่อเชื้อจุลินทรีย์และคุณภาพเนื้อน่องไก่	18
	การทดลองที่ 2 : การยับยั้งเชื้อ *E. coli* และ *S. aureus* บนเนื้อไก่โดยการล้างด้วยน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ น้ำโอโซน และสารละลายกรดแลกติก	20
	ขั้นตอนการศึกษาและการเก็บข้อมูล	20
	การวิเคราะห์ทางสถิติ	23
บทที่ 4	ผลการทดลอง สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	24
	ส่วนที่ 1 : การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่โดยการล้างด้วยน้ำประปา น้ำโอโซน และสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้นต่างๆ	24
	การทดลองที่ 1 : การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายคลอรีนในรูปแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่	24
	1. ผลของใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ ต่อเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้ออกไก่	24
	2. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำบนเนื้ออกไก่	25
	3. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดบนเนื้ออกไก่	25
	4. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งเชื้อฟีคอลโคลิฟอร์มบนเนื้ออกไก่	25
	5. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งเชื้อ *E. coli* บนเนื้ออกไก่	27
	6. ผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ	28
	วิจารณ์ผลการทดลอง	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

1. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อออกไก่ 29
2. ผลของสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ ที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค 30
การทดลองที่ 2 : การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารน้ำโอโซน ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อออกไก่ 30
1. ผลของการใช้น้ำโอโซนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อออกไก่ 30
2. ผลของการใช้น้ำโอโซนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำบนเนื้อออกไก่ 31
3. ผลของการใช้น้ำโอโซนในการยับยั้งเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดบนเนื้อออกไก่ 32
4. ผลของการใช้น้ำโอโซนในการยับยั้งเชื้อฟีคอลโคลิฟอร์มบนเนื้อออกไก่ 33
5. ผลของการใช้น้ำโอโซนในการยับยั้ง *E. coli* บนเนื้อออกไก่ 33
6. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อออกไก่เมื่อจุ่มในโอโซน 34
วิจารณ์ผลการทดลอง 36
สรุปผลการทดลอง 37
ส่วนที่ 2 : การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อน่องไก่ด้วยน้ำประปา น้ำโอโซน สารละลายกรดแลกติก และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 37
การทดลองที่ 1 : การล้างเนื้อน่องไก่ด้วยน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ น้ำโอโซน และสารละลายกรดแลกติก ต่อจำนวนจุลินทรีย์ และคุณภาพเนื้อน่องไก่
1. ผลของการล้างน่องไก่ด้วยน้ำประปาสารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ 39
2. ผลของการล้างน่องไก่ด้วยน้ำประปาสารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

3.ผลของการล้างน่องไก่ด้วยน้ำประปาสารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อจำนวน *E. coli* 41

4.ผลของการล้างน่องไก่ด้วยน้ำประปาสารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อค่าความนุ่มความเหนียวของเนื้อ 42

5.ผลของการล้างน่องไก่ด้วย น้ำประปา สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส 42

6.ผลของการล้างน่องไก่ด้วย น้ำประปา สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อค่าสี (L*; Lightness) 43

การทดลองที่ 2: การยับยั้งเชื้อ *E. coli*และ *S. aureus*บนเนื้อไก่โดยการล้างด้วยโอโซน กรดแลกติกและโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 44

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 46

1. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อน่องไก่ 46

2. ผลของน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติก 2 % ที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค 48

เอกสารอ้างอิง 49

ผลงานวิจัยตีพิมพ์ใน 59 th International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST) 18-23 August 2013, Turkey 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ	24
2	จำนวนจุลินทรีย์เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำบนเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ	25
3	จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดบนเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ	26
4	จำนวนฟีคอลโคลิฟอร์ม บนเนื้ออกไก่ เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ	27
5	จำนวน *E. coli*บนเนื้ออกไก่ เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ	27
6	ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ	27
7	จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในน้ำโอโซนที่ความเข้มข้นต่างๆ	31
8	จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำบนเนื้ออกไก่ที่จุ่มในน้ำโอโซนความเข้มข้นต่างๆ	32
9	จำนวนเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดบนเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในน้ำโอโซนความเข้มข้นต่างๆ	32
10	จำนวนเชื้อฟีคัลโคลิฟอร์มบนเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในน้ำโอโซนความเข้มข้นต่างๆ	33
11	จำนวนเชื้อ *E.coli*บนเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในน้ำโอโซนความเข้มข้นต่างๆ	34
12	การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่ที่จุ่มในน้ำโอโซน	35
13	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนน่องไก่ที่ล้างด้วยสารละลายต่างๆ	38
14	จำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำบนน่องไก่ที่ล้างด้วยสารละลายต่างๆ	39
15	จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดบนน่องไก่ที่ล้างด้วยสารละลายต่างๆ	40
16	จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดบนน่องไก่ที่ล้างด้วยสารละลายต่างๆ	41
17	ผลของการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ ต่อความนุ่มเหนียว	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่		หน้า
18	ผลของการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ ต่อค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา	43
19	ผลของการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ ต่อค่าความสว่าง (Lightness, L*)	43
20	ผลของการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ ต่อการประเมินทางประสาทสัมผัส	44
21	ผลของการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ ต่อจำนวน *S. aureus*	45
22	ผลของการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ ต่อจำนวน *E. coli*	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

หลักการและเหตุผลของโครงการวิจัย

ปัจจุบันปัญหาความปลอดภัยในอาหารนับเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคทั่วโลกให้ความสำคัญ การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนอาหารส่งผลเสียหลายประการได้แก่ ทำให้ผู้บริโภคเกิดโรค ทำให้อาหารเน่าเสีย ส่งผลต่อการสูญเสียทางเศรษฐกิจ (คมแข, 2550; Moore, 2004) ซึ่งในประเทศที่กำลังพัฒนามักประสบปัญหาในการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษโดยมีสาเหตุสำคัญมาจากการบริโภคเนื้อสัตว์ในอัตราที่สูง เมื่อประมาณเดือน พฤษภาคม ปี 2011 ได้มีการระบาดโรคอาหารเป็นพิษที่มีสาเหตุจากเชื้อ *E. coli* O104: H4 ที่อาจพบปนเปื้อนในผักผลไม้ ทำให้ผู้บริโภคในประเทศเยอรมันเสียชีวิตมากกว่า 20 คนและเจ็บป่วนอีกมากกว่า 2000 ราย (เครือข่ายคุ้มครองผู้บริโภค, ไม่ระบุปีที่พิมพ์) สำหรับในประเทศไทยได้มีรายงานการเกิดโรคอาหารเป็นพิษเนื่องจากการบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคมากกว่า 120,000 ในแต่ละปี โดยเชื้อก่อโรคที่พบการระบาดเนื่องจากการบริโภคอาหารได้แก่ *Salmonella* sp., *E. coli*, *Listeria monocytogenes*, *Shigella* sp., *S. aureus* และ *Vibrio* sp. เป็นต้น (Minami *et al.*, 2010)

เนื้อไก่นับว่าเป็นเนื้อสัตว์ที่ได้รับความนิยมในการบริโภค และมักพบการปนเปื้อนของเชื้อก่อโรคในเนื้อไก่ ได้แก่ *Salmonella* sp., *Campylobacter* sp., *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes* และ Enteroheamorrhagic *Escherichia coli* เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่ทนต่ออุณภูมิต่ำที่มักพบบนเนื้อสัตว์ปีกได้แก่ *Aeromonas* sp. และ *Yersinia enterocolitica* เป็นต้น ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ที่มักพบปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์ปีก และเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เนื้อสัตว์ปีกเน่าเสีย ได้แก่ *Pseudomonas* sp., *Acinetobacter* sp., *Moraxella* sp., *Brochrotrix thermosphacta*, *Aeromonas* sp. และ *Psychrobacter* sp. นอกจากนี้แบคทีเรียในกลุ่ม Enterobacteriaceae เป็นเชื้อจุลินทรีย์อีกกลุ่มหนึ่งที่ทำให้เนื้อสัตว์ปีกเน่าเสีย (James *et al.*, 2006) นอกจากนี้อาจพบการปนเปื้อนของยีสต์และรา โดยเชื้อยีสต์ที่พบบนเนื้อสัตว์และเนื้อสัตว์ปีกได้แก่ *Candida* และ *Rhodotorula* ในขณะที่เชื้อราที่มักพบปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์และเนื้อสัตว์ปีกได้แก่ *Penicillium, Mucor* และ *Cladosporium* เป็นต้น (Jay, 2000) จากการสำรวจการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคในเนื้อสัตว์จากตลาดสดและซุปเปอร์มาเกตในกรุงเทพมหานครและจังหวัดปทุมธานี พบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ในเนื้อไก่ร้อยละ 48 และ 57 ตามลำดับ (Minami *et al.*, 2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันได้มีการศึกษาวิธีการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนซากสัตว์ปีกหลายวิธีทั้งวิธีทางกายภาพ และการใช้สารเคมี โดยวิธีทางกายภาพสามารถทำได้โดย การใช้ไอน้ำ (steam) การใช้แรงดันน้ำ (pressurized water) การใช้น้ำโอโซน (ozonated water) การใช้รังสี ส่วนการใช้สารเคมี นิยมใช้กรดอินทรีย์ เช่น กรดแลกติก กรดซิตริก และกรดอะซิติก นอกจากนี้ยังนิยมใช้สารละลายคลอรีนในรูปของคลอรีนไดออกไซด์ และโซเดียมไฮโปคลอไรท์ เป็นต้น (Loretz *et al.*, 2010)

ในอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อสัตว์ปีกในประเทศไทย โดยเฉพาะโรงงานผลิตสัตว์ปีกขนาดเล็กถึงปานกลาง ส่วนใหญ่ควบคุมเชื้อจุลินทรีย์โดยการใช้สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ในขั้นตอนการลดอุณหภูมิซาก อย่างไรก็ตาม James (2002) รายงานว่าการใช้สารละลายคลอรีนมีข้อจำกัดคือ การใช้สารละลายคลอรีนในกระบวนการฆ่าสัตว์เพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์อนุญาตให้มีการใช้ในบางประเทศเท่านั้น ในกลุ่ม EU ไม่อนุญาตให้ใช้คลอรีนบนเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะในขั้นตอนการลดอุณหภูมิซากไก่ที่ต้องแช่ซากไก่ในถังแช่น้ำเย็น Pipek *et al.* (2004) กล่าวว่าการใช้กรดอินทรีย์มีข้อจำกัดคือ ทำให้เนื้อมีสีซีด Bolder (1997) กล่าวว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้ใช้สารละลายกรดแลกติกในการล้างซาก แต่ในกลุ่ม EU มีเพียงบางประเทศที่อนุญาตให้ใช้กรดอินทรีย์ในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ Loretz *et al.* (2010) และ Guzel-Seydim *et al.* (2004) รายงานว่าเนื่องจากเนื้อไก่เป็นเนื้อที่มีสีค่อนข้างขาว การใช้กรดแลกติกอาจไม่มีผลต่อสีมากนัก จึงมีความเป็นไปได้ในการนำกรดอินทรีย์มาใช้ในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อไก่ การใช้โอโซนเป็นการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์อีกวิธีหนึ่งที่ได้มีการนำมาใช้ในการควบคุมเชื้อจุลินทีย์บนเนื้อไก่ โดยการใช้โอโซนบนเนื้อสัตว์ได้รับการยอมรับจากประเทศสหรัฐอเมริกาและอีกหลายประเทศรวมทั้งในยุโรป Guzel-Seydim *et al.* (2004) รายวานว่าการใช้โอโซนพบว่ามีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อในอาหารสูง สามารถทำลายเชื้อทั้งแกรมบวกและแกรมลบ จากที่กล่าวมาจึงมีความเป็นไปได้ในการนำโอโซน กรดแลกติก และสารละลายคลอรีน มาใช้ในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อไก่ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ เปรียบเทียบการใช้ โอโซน กรดแลกติก และสารละลายคลอรีน ในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์และยืดอายุการเน่าเสียของเนื้อไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. ศึกษาการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อไก่และการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อไก่โดยการล้างด้วยน้ำประปา น้ำโอโซน สารละลายกรดแลกติกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์

2. ศึกษาการยับยั้งเชื้อ *E. coli* และ *S. aureus* บนเนื้อไก่โดยการล้างด้วยน้ำประปา น้ำโอโซน สารละลายกรดแลกติกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์

4. ศึกษาผลของโอโซน กรดแลกติก และสารละลายคลอรีนต่อคุณภาพเนื้อไก่และความพึงพอใจของผู้บริโภค

ขอบเขตของโครงการวิจัย

เปรียบเทียบผลของโอโซน น้ำประปา กรดแลกติก และสารละลายคลอรีน ในการลดเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อไก่ ศึกษาผลต่อสีโดยการวัดสีด้วยเครื่องและการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านสี กลิ่นและความชอบโดยรวม โดยการประเมินด้วยสายตา นอกจากนี้ศึกษาผลของโอโซน กรดแลกติก และสารละลายคลอรีน ในการยับยั้งเชื้อ *E. coli* และ *S. aureus* บนเนื้อไก่ โดยการเติม (inoculate) เชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* บริสุทธิ์ลงบนเนื้อไก่และทดสอบการลดลงของเชื้อด้วยวิธีดังกล่าวข้างต้น

ระยะเวลาดำเนินโครงการ

12 เดือน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของโครงการวิจัย

สามารถนำวิธีการที่เหมาะสมมาใช้ในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อไก่ และสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปีกขนาดกลางและขนาดเล็กเพื่อเพิ่มความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังสามารถให้การแนะนำวิธีการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อไก่ที่เหมาะสมให้แก่ผู้บริโภคทั่วไป และผู้ประกอบการร้านอาหารได้นำไปใช้ในการประกอบอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แหล่งการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์สามารถเกิดได้ในทุกขั้นตอนของขบวนการผลิตโดย การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์สามารถพบได้ตั้งแต่อยู่ในฟาร์ม มีรายงานพบการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ในอาหารสัตว์ (Pearson and Dutson, 1986; อรุณและคณะ 2536) และยังพบว่าน้ำเป็นแหล่งการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* O157:H7 (Huffman, 2002) ในการขนส่งสัตว์จากฟาร์มไปยังโรงฆ่า พบว่าระหว่างขนส่งสัตว์อาจมีการขับถ่าย ซึ่งในมูลสัตว์สามารถแยกเชื้อ *Salmonella, E. coli* และ *Yersinia entercolitica* (Gunter and Reuter, 1992; Smulders and Van Laack, 1992) นอกจากนี้ในการขนส่งไก่มักพบการปนเปื้อนของอุจจาระบริเวณหน้าอก และขนไก่ (Kotula and Pandya, 1995) โดย Warriss (2000) ได้รายงานแหล่งที่เชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ โดยพบว่า *Salmonella* sp., *Salmonella* sp., *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenese*, *Escherichia coli* O157:H7 และ *Yersinia enterocolitica* มักพบปนเปื้อนจากลำไส้สัตว์ ส่วนเชื้อ *Clostridium botulinum* พบแหล่งการปนเปื้อนในดินและ *Staphylococcus aureus* มักพบบริเวณผิวหนังจมูกของคนและสัตว์

ปัจจุบันการขนส่งไก่ด้วยกรงไม้ได้ถูกแทนที่ด้วยกรงพลาสติก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติที่ดีต่อสัตว์ ทำให้ไก่มีความเครียดน้อยลง และการบาดเจ็บระหว่างการขนส่งน้อยลง นอกจากนี้กรงพลาสติกยังง่ายต่อการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ ความเครียดในระหว่างการขนส่งทำให้มีผลต่อการขับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย เนื่องจากการรบกวนการทำงานของลำไส้ หรืออาจทำให้ระบบภูมิคุ้มกันลดลง ทำให้ระบบลำไส้ถูกทำลาย เพิ่มการขับถ่าย อาจพบเชื้อ *Salmonella* ถูกขับออกมา การที่เชื้อก่อโรคถูกขับออกมาจากร่างกายในระหว่างการขนส่ง ทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามระหว่างตัวสัตว์ ถ้าหากการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อไม่มีประสิทธิภาพจะยิ่งส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนข้าม (Bolder, 1998) ในระหว่างการขนส่งไก่คาจมีการปนเปื้อนมูลไก่ที่หน้าอกไก่ ขนไก่และกรงไก่ ทำให้สามารถแยกเชื้อแบคทีเรียจากบริเวณดังกล่าว (Brown, 1982) นอกจากนี้ยังพบแบคทีเรียพวก psychrotrope ที่บริเวณขนไก่ เช่น *Pseudomonas, Achromobacter* และ *Micrococcus* เป็นต้น โดยเชื้อแบคทีเรียเหล่านี้มาจากดิน น้ำและสภาพแวดล้อมทั่ว (Newton *et al.*, 1978)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบรายงานการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารไก่ พบว่าเป็นชนิดเดียวกับที่ตรวจพบในไก่สดแช่แข็ง แสดงให้เห็นว่าอาหารสัตว์เป็นแหล่งการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ (อรุณ และคณะ, 2536) ส่วนใหญ่สามารถตรวจพบเชื้อ *Salmonella* sp. ในอาหารสัตว์และลำไส้ซึ่งนำไปสู่การปนเปื้อนในไข่และเนื้อสัตว์ได้ทางมูล (Humphrey, 1990) ในกระเพาะพักของสัตว์ปีกเป็นบริเวณที่สำคัญในการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์มากกว่ากระเพาะจริงและลำไส้ เนื่องจากอาหารใช้เวลาอยู่ในกระเพาะพักนานกว่ากระเพาะจริงและลำไส้ (Miller, 1989) ไก่ที่มีชีวิตนับว่าเป็นพาหะสำคัญในการแพร่ระบาดของเชื้อจุลินทรีย์โดยสามารถแยกเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้จากผิวหนังและโพรงจมูกของไก่ที่อยู่ในฟาร์ม (Brown, 1982)

เชื้อจุลินทรีย์ที่มักพบปนเปื้อนในเนื้อไก่

เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่มักพบปนเปื้อนในเนื้อไก่ได้แก่ *Salmonella* sp. และ *Campylobacter* sp. (Whyte *et al.*, 2003; Kozacinski *et al.*, 2006) โดยเนื้อไก่เป็นแหล่งการปนเปื้อนที่สำคัญของเชื้อ *Campylobacter* sp. และสายพันธุ์ที่พบเป็นส่วนใหญ่ในฝูงสัตว์ปีก คือ *C. jejuni* ซึ่งเชื้อ *Campylobacter* sp. มักพบทั่วไปตามสภาพแวดล้อมในฟาร์มไก่ (Newell and Fearnley, 2003) นอกจากนี้ยังพบเชื้อ *Listeria monocytogenes* (Kozacinski *et al.*, 2006) ได้มีรายงานว่าตรวจพบเชื้อ *Vibrio palahemoliticus, Staphylococcus aureus, Salmonella* spp. และ *Campyrobacter jejuni/coli* (เพ็ญศรีและอุรารัตน์, 2536) ไก่เป็นพาหะสำคัญในการแพร่ระบาดของเชื้อโดยสามารถแยกเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้จากผิวหนังและโพรงจมูกของไก่ (Brown, 1982) โดยทั่วไปแล้วเชื้อ *Campyrobacter jejuni/coli*, *Salmonella* spp. และ *E. coli* O157:H7 จะพบในระบบทางเดินอาหารของสัตว์ปีก และสามารถเจริญได้ดีในระบบทางเดินอาหารของไก่ (Huis in't Veal *et al.*, 1994)

วิธีการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์

การลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์มีหลายวิธี เช่น การใช้สารเคมี (Chemical method) การใช้วิธีทางกายภาพต่างๆ (Physical method) หรือการนำเทคโนโลยีการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์มาใช้ร่วมกันกับสารเคมี และใช้ร่วมกับระบบ HACCP นับว่าเป็นแนวทางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ (Bolder, 1997) สารเคมีที่ได้รับการรับรองให้นำมาใช้ในการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ได้แก่ กรดอินทรีย์ (organic acids) ชนิดต่างๆ เช่น กรดอะซิติก (acetic acid), กรดแลกติก (lactic acid) กรดซิตริก (citirc acid) กรดมาลิก (malic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

acid) กรดโพรพิออนิก (propionic acid) และกรดทาร์ทาริก (tartaric acid) เป็นต้น นอกจากกรดอินทรีย์แล้ว ยังมีสารเคมีอีกหลายชนิดที่นำมาใช้ เช่นไตรโซเดียมฟอสเฟต (trisodium phosphate; TSP), คลอรีนและคลอรีนไดออกไซด์ (chlorine and chlorine dioxide), ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogenperoxide), โอโซน (ozone), โซเดียมไบซัลเฟต (sodium bisulphate), โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride), โพแทสเซียมซอร์เบต (potasiumsorbate), ซีทิลไพริดิเนียมคลอไรด์ (cetylpyridiniumchloride) เป็นต้น (Belk, ไม่ระบุปีที่พิมพ์)

1. คลอรีน

คลอรีนแบ่งเป็น 5 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ กลุ่มของก๊าซคลอรีน (Cl_2) สารประกอบไฮโปคลอไรท์ (Hypochlorite) สารอนินทรีย์คลอรามีน (inorganic chloramines) สารอินทรีย์คลอรามีน (organic chloramines) และคลอรีนไดออกไซด์ (chlorine dioxide) ซึ่งมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน (Odlaug, 1981) สารประกอบไฮโปคลอรไรท์เกิดจากเกลือของคลอรีน ได้แก่ โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) มีลักษณะเป็นของเหลว และแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ ($Ca(OCl)_2$) จะเป็นของแข็งสีขาวเรียกว่า bleaching powder หรือ Chlorinate lime (Foegeding, 1983; James, 2002) การนำสารประกอบคลอรีนมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมีจุดประสงค์ที่แตกต่างกัน เช่นใช้เป็นสารทำความสะอาด หรือใช้เป็นสารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ โดยมักเติมสารละลายคลอรีนในน้ำที่ใช้ในกระบวนการต่างๆ (Wei *et al.*, 1995)

การใช้สารละลายคลอรีนในกระบวนการฆ่าสัตว์เพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์อนุญาตให้มีการใช้ในบางประเทศเท่านั้น อย่างไรก็ตามในกลุ่ม EU ไม่อนุญาตให้ใช้คลอรีนบนเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะในขั้นตอนการลดอุณหภูมิซากไก่ที่ต้องแช่ซากไก่ในถังแช่น้ำเย็น (James, 2002) โดยทั่วไปแล้วความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนที่อนุญาตให้ใช้ได้ไม่เกิน 50 ppm ซึ่งความเข้มข้นดังกล่าวสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้เพียง 1 log cfu เท่านั้น (Bolder, 1997) ในขณะที่การใช้คลอรีนความเข้มข้น 200 ppm สามารถลดจำนวนจุลินทรีย์ได้ 2 log CFU (James, 2002) การเพิ่มประสิทธิภาพของสารละลายคลอรีนสามารถทำได้โดยการใช้ร่วมกับกรดอินทรีย์ (Bolder, 1997) หรือการเพิ่มอุณหภูมิของสารละลายคลอรีน (James, 2002)

การใช้สารประกอบคลอรีนเป็นสารสำหรับฆ่าเชื้อนั้น จะต้องนำมาละลายน้ำเพื่อใช้ในรูปสารละลาย ซึ่งเมื่อละลายน้ำแล้วสารคลอรีนจะแตกตัวให้ได้กรดไฮโปคลอรัส (HOCl) (Wei *et al.*, 1995) อย่างไรก็ตาม คลอรีนที่หลงเหลือจากการรวมตัวกับสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์แล้วเรียกว่าคลอรีนหลงเหลืออิสระ (free residual chlorine หรือกรดไฮโปคลอรัส) ดังนั้นการเติมคลอรีนในน้ำใช้จึงเติมในปริมาณที่มากเพียงพอที่จะทำให้เกิด free residual chlorine ที่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการฆ่าเชื้อ (สุวิมลและคณะ, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งกรดดังกล่าวมีผลในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ ดังสมการต่อไปนี้

ก๊าซคลอรีน

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + HOCl$$

แคลเซียมไฮโปคลอไรท์

$$Ca(OCl)_2 + H_2O \longrightarrow HOCl + Ca(OH)_2$$

โซเดียมไฮโปคลอไรท์

$$NaOCl + H_2O \longrightarrow HOCl + NaOCl$$

(Wei *et al*., 1995)

กลไกในการฆ่าเชื้อของสารประกอบคลอรีน

1. คลอรีนทำปฏิกิริยาที่บริเวณที่ห่อหุ้มเซลล์จุลินทรีย์ เช่น ผนังเซลล์ และเยื่อหุ้มเซลล์ คลอรีนทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ถูกทำลาย ทำให้การผ่านเข้าออกของสารภายนอกเซลล์และภายในเซลล์เสียสมดุล ทำให้การเจริญเติบโตหยุดชะงัก และเซลล์จุลินทรีย์ตายในที่สุด

2. คลอรีนทำให้โปรตีนของเซลล์ตกตะกอน ทำให้ขบวนการเมตาโบลิซึมเสียผิดปกติ

3. คลอรีนทำให้โปรตีนตกตะกอนจึงทำให้รบกวนระบบการทำงานของเอนไซม์

(Kirk and Mitchell, อ้างโดย คมแข, 2540)

ในการลดอุณหภูมิซากไก่โดยการแช่ซากไก่ในถังน้ำเย็น มักใช้คลอรีนผสมลงไปเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ (Wei *et al*., 1995) ซึ่งการใช้สารละลายคลอรีนจะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสารแขวนลอยและสิ่งสกปรกในน้ำ เนื่องจากคลอรีนจะไปจับกับสารแขวนลอย และสิ่งสกปรกก่อนที่จะไปจับกับจุลินทรีย์ ดังนั้นถ้าน้ำมีสาร์แขวนลอยมาก โอกาสที่คลอรีนจะไปจับกับสารแขวนลอยก็มีมากทำให้ไปจับกับจุลินทรีย์ได้น้อยลง ทำให้ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ลดลง นอกจากนี้บางครั้งพบว่าสารแขวนลอยไปห่อหุ้มเซลล์จุลินทรีย์ไว้ไม่ให้ถูกทำลายโดยคลอรีน (Condie, 1986)

อย่างไรก็ตามกรดไฮโปคลอรัสเมื่อทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ต่างๆ จะก่อให้เกิดสารประกอบพวกฮาโลเจน (Halogenated compound) ได้แก่ ฟีนอล และคลอโรฟอร์มซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง แต่พบว่าต้องใช้เวลาสะสมนาน จึงจะทำให้หนูเป็นมะเร็ง (Wei *et al.*, 1995) เมื่อนำเนื้อโค เนื้อสุกรและเนื้อไก่มาแช่ไว้ในน้ำที่มีคลอรีนความเข้มข้น 200 ppm พบว่ามีปริมาณคลอรีนสะสมในเนื้อสัตว์ 2-3% เมื่อแช่ทิ้งไว้ 2 -3 ชั่วโมง และเพิ่มเป็น 6-8 % เมื่อแช่ไว้ 24 ชั่วโมง ดังนั้นการนำคลอรีนมาใช้กับเนื้อสัตว์อาจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ผู้บริโภคได้รับสารประกอบคลอรีนที่ตกค้างบนเนื้อสัตว์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (Cunningham and Lawrence, 1977)

สารละลายคลอรีนอีกรูปหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารคือคลอรีนไดออกไซด์ซึ่งมีประสิทธิภาพในการในการลดเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่าสารประกอบไฮโปคลอไรท์ จึงนิยมนำมาใช้ในการทำลายแบคทีเรียในรูป biofilm เนื่องจากสามารถฆ่าเชื้อได้แม้ในที่ที่มีสิ่งสกปรกตกค้างอยู่ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดสารประกอบพวกคลอโรฟอร์มน้อยลง ทำให้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคมากขึ้น (Wei *et al.*, 1995) แต่คลอรีนไดออกไซด์มีข้อเสียคือไม่มีความคงตัวในที่ใช้ ต้องเตรียมในที่ใช้ และยังมีราคาแพง คลอรีนไดออกไซม์มีคุณสมบัติเป็นสารออกซิไดซ์ที่รุนแรง อาจเกิดระเบิดได้ง่ายเมื่อถูกแสงหรืออุณหภูมิสูงขึ้น (White, 1972; สุวิมลและคณะ, 2547)

2. กรดอินทรีย์

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันได้มีกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ที่มีมาตรฐานในการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรียในระหว่างการผลิตเช่น ระบบ HACCP และ GMP แต่ยังพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์โดยเฉพาะเชื้อแบคทีเรียก่อโรค *เช่น E. coli, Listeria* spp. และ *Yersinia* spp. นอกจากนี้ยังพบการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เนื้อเน่าเสีย (Smulders, 1995) การใช้กรดอินทรีย์เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์บนซากสัตว์และบนเนื้อสัตว์ ในประเทศสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้ใช้สารละลายกรดแลกติกในการล้างซาก แต่ในกลุ่ม EU มีเพียงบางประเทศที่อนุญาตให้ใช้กรดอินทรีย์ในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ ได้แก่ เบลเยียมและเยอรมันนี ส่วนประเทศที่ไม่อนุญาตให้ใช้กรดอินทรีย์ในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ได้แก่ ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ และ ลักเซมเบร์อก ส่วนประเทศอื่นๆ ในยุโรปยังไม่ได้มีข้อกำหนด (Bolder, 1997)

กลไกของการทำลายและยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์เมื่อใช้กรดอินทรีย์ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้คือ

1.ผลของค่า pH ที่ต่ำลง เชื้อแต่ละชนิดสามารถเจริญในค่า pH ที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะแบคทีเรียที่สามารถสร้างกรดได้ ยีสต์และรา มักจะทนต่อค่า pH ที่ต่ำได้ดี เมื่อค่า pHในอาหารมีค่าลดลงจะส่งผลให้เชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ทนต่อกรดมีช่วง lag phase ยาวนานออกไปทำให้เซลล์ตายในที่สุด ภายหลังการฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1.25 % บนซากลูกโคพบว่าค่า pH บริเวณผิวซากลดลง 3 หน่วย อย่างไรก็ตามเมื่อเวลาผ่านไป 72 ชั่วโมงพบว่าค่า pH บริเวณผิวซากกลับมามีค่าเท่าเดิมกับค่า pH เริ่มต้น

2. ผลของการแตกตัวของกรด ค่า pH มีผลต่อการแตกตัวของกรด กรดที่ไม่แตกตัว (undissociated acid) จะแทรกเข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์โดยวิธีการแพร่จากนั้นกรดจะแตกตัวและทำให้ภายในเซลล์จุลินทรีย์มีค่าเป็นกรดส่งผลให้กระบวนการเมตาโบลิซึมภายในเซลล์ลดลง ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถสรุปได้ว่ากระบวนการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้กรดอินทรีย์มีผลมากจากปริมาณกรดในรูปที่ไม่แตกตัวมีอย่างเพียงพอ ซึ่งกรดในรูปที่ไม่แตกตัวมักพบที่ค่า pH ต่ำหรือความเข้มข้นของกรดมีค่ามาก ซึ่งกรดอินทรีย์มักมีประสิทธิภาพเมื่อใช้ในสภาวะที่ค่า pH ต่ำ อย่างไรก็ตามมีรายงานว่ากรดซอร์บิกที่มีค่า pH สูงกว่า 6 จะพบกรดในรูปที่แตกตัวมากกว่า 50 %

3. ผลจำเพาะเจาะจง (specific effect) ของโมเลกุลของกรดต่อเชื้อชนิดต่างๆ มีผลเกี่ยวเนื่องกับปัจจัยอื่นดังนี้

3.1 ฤทธิ์ของการแทรกซึมเข้าไปในเซลล์

3.2 ส่วนของเซลล์ที่กรดเข้าไปทำลาย เช่น ผนังเซลล์

3.3 ลักษณะการเข้าทำลายของสารเคมี

ในบรรดากรดอินทรีย์ กรดแลกติกได้รับความนิยมเนื่องจากเป็นกรดอินทรีย์ที่ได้จากธรรมชาติจากขบวนการหมักน้ำตาลโดยเชื้อในตระกูล Lactobacillaceae (Snijders *et al.*, 1985) กรดแลกติก ได้รับการรับรองความปลอดภัยจากองค์การอนามัยโลก (FAO/WHO, 1974) โดยร่างกายของคนเราและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมส่วนใหญ่สามารถรับได้มากกว่า 1500 mg/kg ซึ่งถือว่าเป็นปริมาณที่สูงมาก (Smulders *et al.*, 1986) กรดแลกติกมีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์โดยกรดทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดต่ำลง ทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งค่าความเป็นกรดด่างที่ลดลงนั้นทำให้ช่วง lag phase มีระยะเวลานานขึ้น ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของ เชื้อจุลินทรีย์ช้าลง (Woolthuis and Smulders, 1985) ผลของการยับยั้งจุลินทรีย์โดยกรดนั้นเกิดจากส่วนที่เป็น lipophilic ของกรดที่ใช้ซึ่งอยู่ในรูปโมเลกุลที่ไม่แตกตัวและซึมผ่านเข้าไปใน plasma membrane ของแบคทีเรียที่มีค่าความเป็นกรดด่างค่อนข้างเป็นกลาง (pH 7) ซึ่งสูงกว่าค่าความเป็นกรดด่างของไซโตปลาสซึม ดังนั้นกรดอยู่ในรูปที่ไม่แตกตัวเข้าไปก็จะเกิดสภาวะแตกตัวในรูปของ protons และ conjugated base และมีผลในการทำลาย oxidative phosphorelation form ของ electron transport system รวมถึงการยับยั้งระบบขนถ่าย substrate molecule เข้าสู่เซลล์ มีผลต่อการทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโต (Adam and Hall, 1988)

การใช้สารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์

Pipek *et al.* (2004) รายงานว่าการใช้กรดแลกติกในการลดจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ได้รับการยอมรับให้ใช้ได้ในระดับความเข้มข้น 1-2 % ซึ่งอาจใช้ในขั้นตอนที่แตกต่างกันได้ในแต่ละ โรงฆ่าและได้แนะนำให้ใช้บนซากสัตว์ภายหลังฆ่าให้เร็วที่สุด เพื่อป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนผิวซากไม่ให้เจริญและแทรกตัวลงไปในเนื้อเยื่อสัตว์ Van Netten *et al.* (1995) กล่าวว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 1-2 % ที่อุณหภูมิของสารละลายกรดแลกติก 70°C เป็นเวลา 15 วินาที มีผลในการลดจำนวนจุลินทรีย์บนซากโค และยังกล่าวเสริมว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิของสารละลายกรดแลกติก 37°C เป็นเวลา 120 วินาที สามารถขจัดเชื้อ *Salmonella* บนซากไก่ โดยไม่มีผลต่อคุณภาพของซากไก่ ซึ่งในการศึกษา *In vitro* พบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2 % ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 2.6 อุณหภูมิของสารละลาย 37°C สามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* ได้ถึง 5 log cfu/ml

กรดแลกติกมีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องจากทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดต่ำลง ทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งในสภาวะนี้จะทำให้ช่วง เจริญ เติบโต (lag phase) ใช้ระยะเวลานานขึ้น จึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ช้าลง (Woolthuis and Smulders. 1985) การยับยั้งจุลินทรีย์โดยกรดนั้นเกิดจากส่วนที่เป็น lipophilic ของกรด ซึ่งอยู่ในรูปโมเลกุลที่ไม่แตกตัวซึมผ่านเข้าไปใน plasma membrane ของจุลินทรีย์ ซึ่งปกติมีค่าความเป็นกรดด่างค่อนข้างเป็นกลาง (pH 7) เมื่อกรดเข้าไปภายในจะทำให้เกิดสภาวะแตกตัวของโปรตอน (proton) และคอนจูเกตเบส (conjugated base) มีผลในการทำลายออกซิเดทีฟ ฟอสฟอรีเลชั่น ฟอร์ม (oxidative phosphorelation form) ของระบบการขนส่งอิเล็กตรอน (electron transport system) รวมถึงการยับยั้งระบบการขนถ่ายสารโมเลกุล (substrate molecule) เข้าสู่เซลล์ เป็นผลให้เกิดการทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (Adam and Hall, 1988)

Van Netten *et al.* (1995) ได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงผลของอุณหภูมิสารละลายกรดแลกติกต่อประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* spp. บนซากสุกร โดยมีอุณหภูมิของกรดที่ใช้คือ 11°C (cold lactic) และ 55°C (hot lactic) แต่เมื่อฉีดพ่นลงบนซากสุกรอุณหภูมิบนผิวซากจะมีค่าเท่ากับ 16 - 18°C และ 36-38°C ตามลำดับ ความเข้มข้นของสารละลายกรดแลกติกที่ใช้คือ 2 และ 5 % มีระยะเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นสำหรับ cold lactic เท่ากับ 30, 60 และ120 วินาที สำหรับ hot lactic เท่ากับ 30, 60, 90 และ120 วินาที ส่วนกลุ่มควบคุมฉีดพ่นด้วยน้ำอุณหภูมิ 11 และ 55°C เป็นเวลา 120 วินาที ผลการทดลองพบว่าสารละลายกรดแลกติกที่มีอุณหภูมิสูงมีประสิทธิภาพ ในการลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* spp. บนซากสุกรได้ดีกว่าสารละลายกรดแลกติกที่มีอุณหภูมิต่ำ ส่วนการฉีดพ่นด้วยน้ำเย็นและน้ำร้อนสามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* ได้ 0.2 และ 0.3 $\log_{10}$ cfu/cm^2 ตามลำดับ ในขณะที่สารละลายกรดแลกติกที่อุณหภูมิต่ำความเข้มข้น 2 และ 5% ฉีดพ่นนาน 60 วินาทีหรือสารละลายกรดแลกติกที่อุณหภูมิสูงความเข้มข้น 2 และ 5% ฉีดพ่นนาน 30 วินาที สามารถลดเชื้อ *Salmonella* บนซากสุกรได้ 1.7 $\log_{10}$ cfu/cm^2 การใช้สารละลายกรดแลกติกอุณหภูมิสูงที่ความเข้มข้น 2 และ 5% เป็นเวลา 60 วินาที สามารถลดจำนวนเชื้อ *Salmonella* ได้ถึง 2.9 $\log_{10}$ cfu/cm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามพบว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกที่อุณหภูมิสูงทั้งสองความเข้มข้น มีผลทำให้สีของเนื้อแดงซีดจางลงและไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่ง Pipek *et al.* (2004) สนับสนุนว่าประสิทธิภาพของสารละลายกรดแลกติกในการลดจำนวนจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นเมื่อสารละลายกรดแลกติกมีอุณหูมิสูงขึ้น อย่างไรก็ตามอิทธิพลของกรดแลกติกที่มีต่อสีของเนื้อ บางรายงานพบว่ากรดแลกติกไม่มีอิทธิพลต่อสีเนื้อ Pipek *et al.* (2005) รายงานว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ฉีดพ่นบนซากโคและซากสุกร จะทำให้สีของเนื้อซีดจาง

Nissen *et al.* (2001) รายงานว่าสารละลายกรดแลกติกสามารถลดจำนวน *E. coli* O157:H7, *Yersinia enterocolitica* และ *Salmonella* sp. และจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำบนเนื้อสัตว์ โดยพบว่าเชื้อกลุ่มนี้ถูกทำลายได้มากกว่าเชื้อกลุ่มที่เจริญที่อุณหภูมิปานกลาง จุฑารัตน์และคณะ (2540) ได้ทำการศึกษาถึงการใช้สารละลายกรดแลกติกเพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์บนซากสุกร โดยใช้สารละลายกรดแลกติกที่ความเข้มข้น 1, 2 และ 3% ฉีดพ่นบนซากสุกร ผลการทดลองพบว่าจำนวนจุลินทรีย์รวมบนผิวซากสุกรหลังฉีดพ่นสารละลายกรดแลกติกลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ทางสถิติ เป็นที่น่าสังเกตว่าภายหลังที่ใช้สารละลายกรดแลกติก ผิวเนื้อที่สัมผัสกับกรดแลกติกจะมีสีซีดจางลงเล็กน้อยเมื่อพิจารณาด้วยสายตา โดยเฉพาะเมื่อเพิ่มความเข้มข้นสารละลายกรดแลกติก แต่พบว่าสีของเนื้อจะกลับคืนสู่สภาพปกติเมื่อผ่านกระบวนการเก็บรักษาในห้องเย็น จากข้อจำกัดดังกล่าวของการใช้กรดแลกติกในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ ทำให้มีผู้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของกรดแลกติกโดยการใช้ร่วมกับวิธีการอื่น เช่นการใช้น้ำฉีดล้างซากร่วมกับการฉีดพ่นซากโคด้วยสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% พบว่าวิธีดังกล่าวสามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อ *E. coli* O157:H7 ได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำฉีดล้างซากเพียงอย่างเดียว (Hardin *et al.*, 1995) ได้มีการศึกษาการใช้กรดแลกติกร่วมกับระบบ HACCP (Hazard analysis critical control point) ในโรงฆ่าสัตว์โดย Smulders and Greer (1998) รายงานว่าการใช้กรดโดยตรงกับเนื้อสัตว์อาจทำให้คุณภาพของเนื้อไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค หรือการใช้ระบบ HACCP เพียงอย่างเดียวอาจมีประสิทธิภาพไม่มากพอให้การกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคที่มักพบปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ ดังนั้นการใช้กรดแลกติกระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมร่วมกับการลดการปนเปื้อนเชื้อวิธีอื่น นอกจากจะเพิ่มประสิทธิภาพการลดจำนวนเชื้อแล้วยังไม่มีผลต่อคุณภาพของเนื้ออีกด้วย

3.Ozone

โอโซน (O_3) เป็นก๊าซที่ละลายได้ในน้ำ (water soluble) มีคุณสมบัติเป็นสารออกซิไดซ์ มักไม่มีความคงตัว เมื่อสัมผัสกับอากาศและน้ำจะแตกตัวได้ออกซิเจน โดยทั่วไปแล้วแบคทีเรียจะทนต่อการถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำลายด้วยโอโซนมากกว่าราและยีสต์ แบคทีเรียแกรมบวกจะถูกทำลายได้ง่ายกว่าแบคทีเรียแกรมลบ การใช้โอโซนเพื่อลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ได้รับการรับรองความปลอดภัยจาก FDA ของประเทศสหรัฐอเมริกา และได้เริ่มมีการใช้ตั้งแต่ปี 1940 โดยใช้ในรูปก๊าซกับเนื้อที่แช่เย็น (Bolder, 1997) และจัดให้โอโซนจัดอยู่ในกลุ่ม GRAS (Generally Reconized As Safe) โดยอนุญาตให้ใช้ในขั้นตอนลดอุณหภูมิซากไก่ (chilling water) ในปี 1997 นอกจากนี้ยังพบว่าได้มีการใช้โอโซนในประเทศยุโรปมาเป็นเวลานานแล้ว โดยใช้ฆ่าเชื้อในน้ำดื่ม การฆ่าเชื้อขวดน้ำ การฆ่าเชื้อในสระว่ายน้ำ เป็นต้น แต่ก็ได้มีการนำโอโซนมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารกันอย่างกว้างขวาง โดยใช้เพื่อวัตถุประสงค์ความปลอดภัยในอาหาร (Guzel-Seydim *et al.*, 2004)

การใช้โอโซนเพื่อลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์หรือซากสัตว์มีกลไกคือ โอโซนสามารถทำลายกรดไขมันและโปรตีนของผนังเซลล์เชื้อจุลินทรีย์ การใช้โอโซนความเข้มข้น 0.5% ในน้ำล้างซากโคสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้ 1.49 log cfu/cm^2 อย่างไรก็ตามการใช้โอโซนมีผลต่อสีของเนื้อโดยเนื้อมีสีซีดมากกว่าการไม่ใช้โอโซน การใช้โอโซนได้ผลในเนื้อโค แต่การใช้โอโซนในกระบวนการลดอุณหภูมิบนซากไก่พบว่ามีผลในการลดจำนวนจุลินทรีย์เพียงเล็กน้อย คือ น้อยกว่า 1 log cfu ซึ่งไม่มีผลต่อการยืดอายุการเก็บรักษาซากไก่ (Bolder, 1997) Al-Haddad *et al.* (2005) รายงานว่า การใช้โอโซนความเข้มข้น 6-8 mg/l มีผลทำให้เชื้อจุลินทรีย์รวมบนซากไก่ลดลง และพบว่าการใช้น้ำโอโซนความเข้มข้นมากกว่า 2000 ppm นาน 30 นาที ล้างซากไก่ สามารถลดเชื้อ *Salmonella* sp. และ *Pseudomonas* sp. ได้ถึง 97 และ 95% ตามลำดับ Pohlman *et al.* (2002) ทำการศึกษาการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อวัว โดยใช้โอโซน 1% ร่วมกับกรดอะซีติก 5% (OA) และอีกการทดลองใช้โอโซน 1% ร่วมกับ สารซีทิลไพริดิเนียม (Cetylpyridinium chloride) (OC) ในการลดจุลินทรีย์บนเนื้อโคบด ผลการศึกษาพบว่าทั้งสองวิธีสามารถลดเชื้อ *E. coli*, coliform, *Salmonella* Typhimurium และเชื้อจุลินทรีย์รวมบนเนื้อโคบด และผลจากการทดสอบการยอมรับกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์โดยใช้คนทดสอบ พบว่าการใช้สารดังกล่าวไม่มีความแตกต่างของกลิ่นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ Crowe *et al.* (2012) ได้ทำการศึกษาการลดเชื้อ *Listeria innocua* บนเนื้อปลาซัลมอนโดยการฉีดพ่นน้ำโอโซน ความเข้มข้น 1 mg/l และ 1.5 mg/l พบว่าสามารถลดเชื้อ *Listeria innocua* บนเนื้อปลาที่ฉีดพ่นด้วยน้ำโอโซนทั้งสองความเข้มข้น

จากข้อมูลดังได้กล่าวมาข้างต้น การศึกษาการใช้สารละลายกรดแลกติก สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ และโอโซน นับว่าเป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยากและราคาไม่แพง ในขณะเดียวกันสารดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการควบคุมและยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนอาหาร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำวิธีการดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาศึกษาเพื่อยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้เน่าเสียบนเนื้อไก่ เนื่องจากเนื้อไก่เป็นเนื้อสัตว์ที่สามารถบริโภคได้ทุกกลุ่มผู้บริโภค และมักพบการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคบนเนื้อไก่ ส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค ดังนั้นการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อไก่นับว่าจะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อทั้งผู้บริโภคและผู้ประกอบการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่โดยการล้างด้วยน้ำประปา น้ำโอโซน และสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้นต่างๆ

แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายคลอรีนในรูปแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่

การทดลองที่ 2 ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำโอโซน ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่

ส่วนที่ 2 การล้างเนื้อน่องไก่ด้วยน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ น้ำโอโซน และสารละลายกรดแลกติกต่อเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค

แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ได้แก่

การทดลองที่ 1 การล้างเนื้อน่องไก่ด้วยน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ น้ำโอโซน และสารละลายกรดแลกติกต่อเชื้อจุลินทรีย์และคุณภาพเนื้อน่องไก่

การทดลองที่ 2 การยับยั้งเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* บนเนื้อไก่โดยการล้างด้วยน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ น้ำโอโซน และสารละลายกรดแลกติก

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ตัวอย่างเนื้อไก่

เนื้ออกไก่และน่องไก่ที่ซื้อจากตลาดสดในกรุงเทพมหานคร นำเนื้อไก่บรรจุถุงพลาสติกที่สะอาดและแช่น้ำแข็งระหว่างนำมายังห้องปฏิบัติการ

2. เชื้อมาตรฐาน *S. aureus* และ *E. coli* ได้จากห้องปฏิบัติการจุลินทรีย์เนื้อสัตว์ สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

3. อุปกรณ์

- เครื่องทำโอโซน (ENALY model O3 generator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องมือวัดสีของเนื้อ (Hunter Lab รุ่น MiniScan, Japan)
- เครื่องวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Instron model 3344)
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven ; Memmert model CM 500, Germany)
- หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Auto clave ; Hirayama, Japan)
- ตู้เขี่ยเชื้อแบบ Laminar Flow (Dwyer model Mark II, USA)
- ตู้บ่มเพาะเชื้อ (WTB Binder model BD, Germany)
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath ; Memmert, Germany)
- เครื่องชั่งแบบดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Tanita model 1144, Tanita Corporation, Japan)
- เครื่องชั่งแบบดิจิตอลทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius, Germany)
- เครื่องเขย่าสาร (Vortex ; Vision Scientific co., ltd. model KMC-1300V, Korea)
- ไมโครปิเปต ขนาด 200-1000 ไมโครลิตร
- เครื่องแก้วพร้อมอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็น

4. สารเคมี

- Peptone (Merck, Germany)
- Plate Count Agar (Merck, Germany)
- Lauryl Sulfate Tryptose Broth (LST) (Biomark, India)
- Brillian Green Bile Broth (BGLB) (Biomark, India)
- *Eschericia coli* Broth (EC Broth) (Biomark, India)
- Eosin-Methylene Blue Agar (EMB Agar) (Biomark, India)
- Trytophan Broth (Merck, Germany)
- สารละลาย Kovac (Merck, Germany)
- Methyl Red - Voges Proskauer Broth (MR-VP) (Merck, Germany)
- α-Napthol ความเข้มข้น 5 % (Merck, Germany)
- Potassiumhydroxide (KOH) ความเข้มข้น 40 % (Merck, Germany)
- Simmon's Citrate Agar (Merck, Germany)
- Chromocult (Merck, Germany)
- Agar (Criterion, USA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Baird Parker (BP; Merck, Germany)
- Potassium Tellulite Trihydrate (Merck, Germany)
- Tryptic soy broth (Merck, Germany)
- สารละลาย Kovac (Merck, Germany)
- กรดแลกติก (L (+) Lactic acid) ระดับความเข้มข้น 80 % (PURAC 80, 80 % PURAC Biochem, Gorinchem, Netherlands)
- Sodium hypochlorite
- แอลกอฮอล์ 95 %

วิธีการดำเนินการวิจัย

ส่วนที่ 1 การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่โดยการล้างด้วยน้ำประปา น้ำโอโซน และสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้นต่างๆ

แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายคลอรีนในรูปแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่

ตัวอย่างเนื้ออกไก่

แบ่งเนื้ออกไก่ ออกเป็น 6 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 : กลุ่มควบคุม (ไม่จุ่มในสารละลาย)

กลุ่มที่ 2 : จุ่มในน้ำประปา

กลุ่มที่ 3 : จุ่มในสารละลายคลอรีน 50 ppm

กลุ่มที่ 4 : จุ่มในสารละลายคลอรีน 100 ppm

กลุ่มที่ 5 : จุ่มในสารละลายคลอรีน 150 ppm

กลุ่มที่ 6 : จุ่มในสารละลายคลอรีน 200 ppm

สารละลายคลอรีนใช้ในรูปผงปูนคลอรีนนำมาละลายน้ำ : การเตรียมสารละลายคลอรีน ผงปูนคลอรีน ใส่น้ำ 3 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที เอาน้ำส่วนที่ใส่มาใช้

1. ผงปูนคลอรีน 0.25 กรัม น้ำกลั่น 3 ลิตร ความเข้มข้น 50 ppm
2. ผงปูนคลอรีน 0.50 กรัม น้ำกลั่น 3 ลิตร ความเข้มข้น 100 ppm
3. ผงปูนคลอรีน 0.75 กรัม น้ำกลั่น 3 ลิตร ความเข้มข้น 150 ppm
4. ผงปูนคลอรีน 1.00 กรัม น้ำกลั่น 3 ลิตร ความเข้มข้น 200 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

นำตัวอย่างเนื้ออกไก่จากตลาดสด แบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม แล้วตรวจหาจุลินทรีย์เริ่มต้น โดยการสุ่มตัวอย่างเนื้ออกไก่มาตัวอย่างละ 25 กรัม ซึ่งการสุ่มจะสุ่มทั่วทั้งชิ้นเนื้ออกไก่ จากนั้นนำเนื้ออกไก่มาล้างด้วยน้ำที่แบ่งการทดลองออกเป็น 6 กลุ่มดังนี้ กลุ่มแรกเป็นกลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) กลุ่มที่ 2 จุ่มด้วยน้ำประปา กลุ่มที่ 3 - 6 จุ่มด้วยสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 50, 100, 150 และ 200 ppm ตามลำดับ โดยการจุ่มตัวอย่างเนื้ออกไก่ในน้ำดังกล่าวข้างต้น เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำขึ้นให้สะเด็ดน้ำ 10 นาที แล้วสุ่มเนื้ออกไก่แต่ละกลุ่มมาตรวจเชื้อจุลินทรีย์หลังการจุ่มด้วยน้ำดังกล่าวอีกครั้ง ซึ่งการสุ่มจะสุ่มบริเวณใกล้เคียงกับบริเวณที่สุ่มก่อนนำมาล้าง สุ่มมาตัวอย่างละ 25 กรัม แล้วนำเนื้ออกไก่แต่ละกลุ่มบรรจุถาดโฟม ใช้ฟิมล์พลาสติกปิดทับและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 – 4 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 3 วัน เพื่อเก็บตัวอย่างไว้ศึกษาด้านจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) จุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำ (Psychrotropic bacteria) โคลิฟอร์มทั้งหมด (Total coliform) โคลิฟอร์มที่พบในมูล (Fecal coliform) และ อีโคไล (*E. coli*) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และศึกษาด้านคุณภาพ ได้แก่ การทดสอบความพึงพอใจด้านสี ด้านกลิ่น ด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ประเมินที่ไม่ผ่านการฝึก 36 คน

การทดลองที่ 2 การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายคลอรีนในรูปแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่

1. **ตัวอย่างที่ใช้ทดลอง**

ตัวอย่างเนื้ออกไก่ซื้อจากตลาดสด ในกรุงเทพมหานคร นำเนื้ออกไก่จากตลาดมาห้องปฏิบัติการทันที ใช้เวลาประมาณ 20 นาที แบ่งการทดลองออกเป็น 6 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 : กลุ่มควบคุม (ไม่ได้จุ่มในสารละลาย)

กลุ่มที่ 2 : จุ่มน้ำประปา

กลุ่มที่ 3 : จุ่มน้ำโอโซน 5 ppm

กลุ่มที่ 4 : จุ่มน้ำโอโซน 10 ppm

การใช้น้ำโอโซน : การเตรียมโอโซน

น้ำกลั่น 5 ลิตร เป็นระยะเวลา 3 นาที ความเข้มข้น 5 ppm

น้ำกลั่น 2.5 ลิตร เป็นระยะเวลา 3 นาที ความเข้มข้น 10 ppm

โดยมีการวิเคราะห์ดูปริมาณการลดเชื้อจุลินทรีย์เพื่อหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count), Psychrotropic bacteria , Total coliforms, fecal coliforms และเชื้อ *E. coli*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทดลอง

การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่โดยการจุ่มด้วยน้ำประปา น้ำโอโซน

แบ่งเนื้อไก่ออกเป็น 4 กลุ่ม ตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น จากนั้นนำเนื้อไก่จุ่มด้วยน้ำซึ่งแบ่งเป็นการทดลองเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) กลุ่มที่ 2 จุ่มด้วยน้ำประปา กลุ่มที่ 3 จุ่มด้วยน้ำโอโซนที่ 5 ppm กลุ่มที่ 4 จุ่มด้วยน้ำโอโซนที่ 10 ppm โดยจุ่มเนื้อไก่ในน้ำดังกล่าวให้ท่วมชิ้นเนื้อ 5 นาที ล้างเช่นเดียวกัน 2 ครั้ง จากนั้น นำขึ้นจากน้ำผึ่งให้สะเด็ดน้ำ 10 นาที นำเนื้อไก่แต่ละกลุ่มแบ่งบรรจุถาดโฟม 2 ถาด ถาดละประมาณ 100 กรัม ใช้แผ่นพลาสติกปิดทับและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 0 และ 3 วัน เพื่อเก็บตัวอย่างไว้ศึกษาด้านจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำ โคลิฟอร์มทั้งหมด โคลิฟอร์มที่พบในมูล และ *E. coli* และ ด้านคุณภาพเนื้อ ได้แก่ การทดสอบความพึงพอใจด้านสีโดยใช้คนประเมินที่ไม่ผ่านการฝึก 36 คน

ส่วนที่ 2 การล้างเนื้อน่องไก่ด้วยน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ น้ำโอโซน และสารละลายกรดแลกติกต่อเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคและคุณภาพเนื้อน่องไก่

แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ได้แก่

การทดลองที่ 1 การล้างเนื้อน่องไก่ด้วยน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ น้ำโอโซน และสารละลายกรดแลกติกต่อเชื้อจุลินทรีย์และคุณภาพเนื้อน่องไก่

วิธีการทดลอง

1. ตัวอย่างเนื้อน่องไก่

ตัวอย่างเนื้อน่องไก่ติดหนังจากตลาดสดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานครฯ ในช่วงเช้าเวลา 6.00 น. นำเนื้อน่องไก่จากตลาดมาห้องปฏิบัติการทันที ใช้เวลาประมาณ 20 นาที แบ่งการทดลองออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 : กลุ่มควบคุม (ไม่ได้จุ่มสารละลาย)

กลุ่มที่ 2 : จุ่มน้ำประปา

กลุ่มที่ 3 : จุ่มน้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm

กลุ่มที่ 4 : จุ่มสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2%

กลุ่มที่ 5 : จุ่มสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm

การเตรียมน้ำ

1.1 การเตรียมน้ำโอโซน 100 ppm : น้ำกลั่น 2.5 ลิตร เป็นระยะเวลา 30 นาที

100 ppm/2.5 L = 30 นาที

1 ppm = 0.3 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การเตรียมสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% : น้ำกลั่น 2,437.5 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดแลกติก 62.5 มิลลิลิตร (สารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 80% ของบริษัท MERCK)

จากความเข้มข้น 80% C_1V_1 = C_2V_2

80 (V_1) = 2x2,500

V_1 = (2x2,500)/80

V_1 = 62.5 ml/2,500ml

1.3 การเตรียมสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm : น้ำกลั่น 2,493 มิลลิลิตร เติมคลอรีน 7.14 มิลลิลิตร (สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 70,000 ppm ของบริษัท Carlo erba)

จากความเข้มข้น 70,000 ppm C_1V_1 = C_2V_2

70,000 (V_1) = 200x2,500

V_1 = (200x2,500)/70,000

V_1 = 7.14 ml/2,500 ml

2. การยับยั้งปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อน่องไก่โดยใช้น้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติก 2%

แบ่งน่องไก่ออกเป็น 5 กลุ่ม ตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น จากนั้นนำน่องไก่จุ่มด้วยน้ำซึ่งแบ่งกาทดลองเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม (ไม่จุ่มสารละลาย) กลุ่มที่ 2 จุ่มด้วยน้ำประปา กลุ่มที่ 3 จุ่มด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm กลุ่มที่ 4 จุ่มด้วยน้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm กลุ่มที่ 5 จุ่มด้วยสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2%โดยจุ่มน่องไก่ในน้ำดังกล่าวให้ท่วมชิ้นเนื้อ 5 นาที จากนั้น นำขึ้นจากน้ำผึ่งให้สะเด็ดน้ำ 5 นาที นำเนื้อไก่แต่ละกลุ่มแบ่งบรรจุถาดโฟม 3 ถาด ถาดละ 6 น่อง ใช้แผ่นพลาสติกปิดทับและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 0 วัน 3 วันและ 5 วันเพื่อเก็บตัวอย่างไว้ศึกษาด้านจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำ โคลิฟอร์มทั้งหมด และ *E. coli* และด้านคุณภาพเนื้อ ได้แก่ ทดสอบความพึงพอใจด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวม โดยใช้คนประเมินจำนวน 50 คนขึ้นไป

การทดลองที่ 2 การยับยั้งเชื้อ *E. coli* และ *S. aureus* บนเนื้อไก่โดยการล้างด้วยน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ น้ำโอโซน และสารละลายกรดแลกติก

นำเชื้อ *E. coli* และ *S. aureus* บริสุทธิ์มาเลี้ยงในอาหาร Tryptic soy broth เป็นเวลาข้ามคืน นำมาเจือจางด้วยสารละลายเปปโตน 0.1% ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว เพื่อให้ได้ปริมาณเชื้อประมาณ 10^7 cfu/ml จากนั้นนำเนื้อไก่จุ่มในเชื้อบริสุทธิ์ ให้เนื้อสัมผัสกับเชื้อทั้งสองด้านโดยการพลิกชิ้นเนื้อกลับไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มา (Podolak *et al.*, 1996) ทิ้งให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรงที่ผ่านการฆ่าเชื้อเป็นเวลา 10 นาที ตรวจหาเชื้อเริ่มต้นภายหลังการจุ่มเนื้อในเชื้อบริสุทธิ์ จากนั้น แบ่งเนื้อไก่เป็น 5 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มควบคุมคือไม่ผ่านการล้าง กลุ่มที่ 2-5 คือการล้างด้วยน้ำประปา (วัดปริมาณคลอรีนที่หลงเหลือ) น้ำโอโซน สารละลายกรดแลกติกและสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ โดยจุ่มเนื้อไก่ในน้ำดังกล่าวให้ท่วมชิ้นเนื้อทิ้งไว้ 5 นาที ล้างเช่นเดียวกัน 2 ครั้ง จากนั้น นำขึ้นจากน้ำผึ่งให้สะเด็ดน้ำ 10 นาที นำเนื้อไก่แต่ละกลุ่มแบ่งบรรจุถาดโฟม 3 ถาด ถาดละ 100 กรัม ใช้ฟิล์มพลาสติกปิดทับและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 0, 3 และ 5 วัน เพื่อเก็บตัวอย่างไว้ศึกษาด้านจุลินทรีย์

ขั้นตอนการศึกษาและการเก็บข้อมูล

1. การศึกษาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total bacterial count)

สุ่มตัวอย่างชิ้นเนื้อที่บ่มในระยะเวลาต่างๆ ตัวอย่างละ 25 กรัม ผสมด้วยสารละลาย peptone ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จะได้สารละลาย peptone ที่มีความเข้มข้น 1 : 10 ทำจนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาการบ่มเนื้อ จากนั้นดูดสารละลาย peptone ที่ 3 ระดับความเจือจางสุดท้าย ความเจือจางละ 1 มิลลิลิตร และถ่ายลงในจานเพาะเชื้อ เทอาหาร plate count agar ลงจานเพาะเชื้อ ปริมาตรจานละ 15–20 มิลลิลิตร ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ รอจนอาหารแข็ง แล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำจานเพาะเชื้อบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำมานับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และรายงานผลเฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี (AOAC, 2006)

2. การศึกษาจำนวนแบคทีเรียที่สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ (psychotropic bacteria)

สุ่มตัวอย่างชิ้นเนื้อที่บ่มในระยะเวลาต่างๆ ตัวอย่างละ 25 กรัม ผสมด้วยสารละลายเปปโตน ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จะได้สารละลาย peptone ที่มีความเข้มข้น 1 : 10 ทำจนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาการบ่มเนื้อ จากนั้นดูดสารละลาย peptone ที่ 3 ระดับความเจือจางสุดท้าย ความเจือจางละ 1 มิลลิลิตร และถ่ายลงในจานเพาะเชื้อ เทอาหาร plate count agar ลงจานเพาะเชื้อ ปริมาตรจานละ 15–20 มิลลิลิตร ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ รอจนอาหารแข็งแล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำจานเพาะเชื้อทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน นำมานับจำนวนโคโลนีทั้งหมด และรายงานผลเฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี (Diliello, 1982)

3. การศึกษา Total Coliform Bacteria, Fecal Coliforms Bacteria และ *E. coli* โดยวิธี Most Probable Number (MPN) อ้างอิงวิธี AOAC (2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การศึกษาโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total coliform bacteria)

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

3.2 การศึกษาโคลิฟอร์มในมูล (Fecal coliform bacteria)

ถ่ายเชื้อจากหลอดที่มีก๊าซเกิดขึ้นภายในหลอดดักก๊าซของหลอดที่บรรจุอาหาร LST ลงในหลอดทดลองภายในมีหลอดดักก๊าซซึ่งมีอาหาร EC Broth ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 45.5 $^{\circ}$C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการตรวจผล หลอดของตัวอย่างใดมีก๊าซเกิดขึ้นภายในหลอดดักก๊าซ บันทึกผลเป็น + และรายงานผลเป็น MPN (AOAC. 2006)

3.3 การศึกษาอีโคไล (*E. coli*)

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

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

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

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

3.3.2 การทดสอบ Methyl Red และ Acetoin (MR-VP) โดยการถ่ายเชื้อจากอาหารใน Plate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Count Agar slant ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ MR-VP บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 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% α-Napthol ลงในสารละลายแอลกอฮอล์ และ 40 % ของสารละลาย KOH ลงไป ผสมทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ผล + จะให้สีชมพูแดง

3.3.3 การทดสอบ citrate ทำการถ่ายเชื้อใส่อาหาร Simmon's Citrate Agar บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ผล + จะให้สีน้ำเงิน

4. การศึกษาจำนวน Total Coliform Bacteria และ *E. coli* โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Chromocult อ้างอิงวิธี AOAC (2006)

สุ่มตัวอย่างชิ้นเนื้อที่บ่มในระยะเวลาต่างๆ ตัวอย่างละ 25 กรัม ผสมด้วยสารละลาย 0.1% peptone ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จะได้สารละลาย peptone ที่มีความเข้มข้น 1 : 10 ทำจนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาการบ่มเนื้อ จากนั้นดูดสารละลาย peptone ความเจือจางละ 0.1 มิลลิลิตร ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ ลงบนอาหาร Chromocult ที่เทไว้ ด้วยวิธีการ spread plate technique แล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำจานเพาะเชื้อบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โคโลนีที่มีสีชมพูแสดงว่าเป็น โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ส่วนโคโลนีสีม่วงน้ำเงินแสดงว่าเป็น *E. coli* จากนั้นเพื่อยืนยันว่าเป็น *E. coli* ให้สุ่มโคโลนีสีม่วงน้ำเงิน เขี่ยลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptophan Broth บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24ชั่วโมง จากนั้นเติมสารละลาย Kovac จำนวน 0.2-0.3 มิลลิลิตร ถ้าให้ผล + จะปรากฏสีแดงที่ส่วนบนของ Tryptophan Broth และนับจำนวนโคโลนีที่เกิด

5. การศึกษา *S. aureus* (ดัดแปลงจาก AOAC, 2000)

สุ่มตัวอย่างชิ้นเนื้อที่บ่มในระยะเวลาต่างๆ ตัวอย่างละ 25 กรัม ผสมด้วยสารละลาย 0.1%peptone ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จะได้สารละลาย peptone ที่มีความเข้มข้น 1 : 10 ทำจนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาการบ่มเนื้อ จากนั้นดูดสารละลาย peptone ความเจือจางละ 0.1 มิลลิลิตร ที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ ลงบนอาหาร Baird Parker Medium + Egg yolk ที่เทไว้ ด้วยวิธีการ spread plate technique แล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำจานเพาะเชื้อบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจผลโดยดูโคโลนีที่มีสีดำและมีตะกอนขุ่นสีเหลือง (opaque zone) ไปทำการทดสอบการสร้างเอนไซม์ coagulase โดยเลี้ยงเชื้อในหลอดอาหาร BHI 0.3 มิลลิลิตร บ่มที่ 35-37 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง จากนั้นหยด rabbit plasma 0.3 มิลลิลิตร ลงในหลอด BHI นำไปบ่ม 4-6 ชั่วโมง อ่านผลโดยดูการแข็งตัวของพลาสมาอันเนื่องมาจากเอนไซม์ coaglulase ที่เชื้อ *S. aureus* ผลิต

6. วัดค่าสีของเนื้อ

วัดสีในพื้นที่ด้านนอกของเนื้อไก่ที่สัมผัสกับสารที่ใช้ล้าง ก่อนทำการวัดสีด้วยเครื่องมือวัดสีของเนื้อ (Hunter Lab รุ่น MiniScan EZ) เก็บข้อมูลทุกระยะเวลาของการเก็บรักษาเนื้อ บันทึกค่า L^*, a^* และ b^*

7. การหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (% drip loss)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่างเนื้อบดก่อนเก็บรักษาเป็นน้ำหนักเริ่มต้น(D1) บรรจุเนื้อบดลงในภาชนะแล้วนำไปบ่มที่ 2-4 °C นาน 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก (D2) (Stolowski *et al.* 2006) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาได้จากสูตรต่อไปนี้

การวัดค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา = ((D1-D2) x100) /D1

8. การหาความนุ่มของเนื้อโดยวิธีวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Warner-Bratzler shear force; WBSF) โดยวิธีการของ Van Moeseke and De Smet (1999)

8.1 ตัดชิ้นเนื้อเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดประมาณ 2 × 3 นิ้ว หนา 1 นิ้ว

8.2 นำก้อนเนื้อไปบรรจุในถุงสุญญากาศ แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนกระทั่งอุณหภูมิใจกลางก้อนเนื้อเป็น 71 องศาเซลเซียส

8.3 นำเนื้อไปทำให้เย็นที่โดยให้น้ำไหลผ่านเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง นำออกจากถุง

8.4 นำเนื้อมาทำการตัดด้วยมีดให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด กว้าง × ยาว × หนา เท่ากับ 1×3×1 cm (ตัดตามแนวยาวเส้นใยกล้ามเนื้อ) อย่างน้อยตัวอย่างละ 10 ชิ้น

8.5 นำไปวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อด้วยเครื่อง Instron model 3344 หัววัด Warner-Bratzler shear และบันทึกผลค่าแรงเฉือนสูงสุดในหน่วย N

9. การทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคด้านสีและลักษณะทั่วไปของเนื้อไก่

โดยทำการทดสอบความพึงพอใจทางด้านสี ด้านกลิ่น ด้านความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบ ซึ่งเป็นกลุ่มนักศึกษา อาจารย์ และผู้บริโภคทั่วไป มีช่วงการให้คะแนน จากช่วงคะแนน 1 (ไม่ชอบมาก) ถึง 5 (ชอบมาก) ซึ่งผู้ทดสอบสามารถวิจารณ์หรือเสนอแนะความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ได้

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้อน่องไก่วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) แล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS ซึ่งสามารถวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ส่วนที่ 1 การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อออกไก่โดยการล้างด้วยน้ำประปา น้ำโอโซน และสารละลายคลอรีนที่ความแข้มข้นต่างๆ

การทดลองที่ 1 การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายคลอรีนในรูปแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อออกไก่

1. ผลของใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ ต่อเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อออกไก่

จุ่มเนื้อออกไก่ในน้ำประปาและสารละลายคลอรีน (แคลเซียมไฮโปคลอไรท์) ความเข้มข้นต่างๆ สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในกลุ่มที่จุ่มในน้ำประปาและสารละลายคลอรีน 50, 100, 150 และ 200 ppm มีค่าลดลง 0.56, 0.74, 0.71, 1.01 และ 1.09 log CFU/g ตามลำดับ ภายหลังการจุ่มเนื้อออกไก่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นและยังพบว่าสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ เมื่อเก็บไว้ 3 วัน โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในกลุ่มที่จุ่มในน้ำประปาและสารละลายคลอรีน 50, 100, 150 และ 200 ppm มีค่าลดลง 0.52, 0.19, 0.46, 0.94 และ 1.01 log CFU/g ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า กลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีน 200 ppm สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อออกไก่เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ

Treatments	Number of microbial count (log CFU/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	5.12 ± 0.35	5.98 ± 0.45	Increase	5.97 ± 0.91	Increase
Tap water	5.94 ± 0.78	5.38 ± 0.50	0.56	5.42 ± 0.59	0.52
Cl 50 ppm	6.26 ± 0.57	5.52 ± 0.70	0.74	6.07 + 0.25	0.19
Cl 100 ppm	6.00 ± 0.62	5.29 ± 0.43	0.71	5.54 ± 0.59	0.46
Cl 150 ppm	6.36 ± 0.93	5.35 ± 0.41	1.01	5.42 ± 0.54	0.94
Cl 200 ppm	5.95 ± 0.17	4.86 ± 0.26	1.09	4.94 ± 0.41	1.01

หมายเหตุ : Cl หมายถึง คลอรีน (Calcium hypochlorite)

: Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม 10 นาที และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำบนเนื้ออกไก่

การจุ่มเนื้ออกไก่ในน้ำประปาและสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำได้ โดยจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำในกลุ่มที่จุ่มในน้ำประปาและสารละลายคลอรีน 50, 100, 150 และ 200 ppm มีค่าลดลง 0.14, 0.63, 0.32, 0.45 และ 0.98 log CFU/g ตามลำดับ ภายหลังการจุ่มเนื้ออกไก่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำเพิ่มขึ้นและเมื่อเก็บไว้ 3 วัน กลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีน 200 ppm มีค่าลดลง 0.18 log CFU/g ในขณะที่กลุ่มที่จุ่มในน้ำประปาและสารละลายคลอรีน 50, 100, 150 มีจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า กลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีน 200 ppm สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำได้ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนจุลินทรีย์เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำบนเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ

Treatments	Number of Psychrotropic bacteria (log CFU/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	6.32 ± 0.72	6.10 ± 0.29	Increase	7.32 ± 0.09	Increase
Tap water	5.89 ± 0.28	5.75 ± 1.22	0.14	6.90 ± 0.20	Increase
Cl 50 ppm	6.32 ± 0.32	5.69 ± 0.59	0.63	6.98 ± 0.03	Increase
Cl 100 ppm	5.65 ± 0.05	5.33 ± 0.33	0.32	6.75 ± 0.28	Increase
Cl 150 ppm	5.62 ± 0.34	5.17 ± 0.26	0.45	6.79 ± 0.26	Increase
Cl 200 ppm	6.73 ± 0.91	5.75 ± 0.35	0.98	6.55 ± 0.32	0.18

หมายเหตุ : Cl หมายถึง คลอรีน (Calcium hypochlorite)

: Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม 10 นาที และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

3. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดบนเนื้ออกไก่

การจุ่มเนื้ออกไก่ในน้ำประปาและสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ สามารถลดจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดได้ โดยจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดในกลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีน 50 และ 150 ppm มีค่าลดลง 0.18 และ 0.16 log CFU/g ตามลำดับ ภายหลังการจุ่มเนื้ออกไก่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีจำนวนจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดเพิ่มขึ้นและเมื่อเก็บไว้ 3 วัน พบว่าทุกกลุ่มไม่มีผลในการยับยั้งจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดบนเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ

Treatments	Number of Total coliforms (log MPN/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	3.69±0.49	4.07±0.30	Increase	4.69±0.54	Increase
Tap water	3.39±0.07	3.51±0.84	Increase	4.36±0.74	Increase
Cl 50 ppm	3.56±0.86	3.38±0.83	0.18	4.20±0.14	Increase
Cl 100 ppm	2.97±0.34	4.07±0.30	Increase	4.49±0.63	Increase
Cl 150 ppm	4.14±0.39	3.98±0.38	0.16	4.36±0.74	Increase
Cl 200 ppm	3.04±0.96	3.07±0.30	Increase	4.03±0.20	Increase

หมายเหตุ : Cl หมายถึง คลอรีน (Calcium hypochlorite)

: Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม 10 นาที และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

4. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งเชื้อฟีคอลโคลิฟอร์มบนเนื้ออกไก่

การจุ่มเนื้ออกไก่ในน้ำประปาและสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 100, 150 และ 200 ppm สามารถลดจำนวนฟีคอลโคลิฟอร์ม ได้ โดยจำนวนฟีคอลโคลิฟอร์ม ในกลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีน 100, 150 และ 200 ppm มีค่าลดลง 0.14, 0.18 และ 0.45 log CFU/g ตามลำดับ ภายหลังการจุ่มเนื้ออกไก่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และเมื่อเก็บไว้ 3 วัน พบว่าทุกกลุ่มไม่มีผลในการยับยั้ง Fecal coliform ดังแสดงในตารางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 จำนวนฟีคอลโคลิฟอร์ม บนเนื้อออกไก่ เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ

Treatments	Number of Fecal Coliform (log MPN/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	3.61±0.19	3.52±0.75	0.09	4.60±0.57	Increase
Tap water	3.23±0.43	3.44±0.74	Increase	4.11±0.40	Increase
Cl 50 ppm	3.60±0.31	3.65±0.36	Increase	3.89±0.34	Increase
Cl 100 ppm	3.24±0.42	3.10±0.33	0.14	4.36±0.73	Increase
Cl 150 ppm	3.39±0.67	3.21±0.17	0.18	4.02±0.29	Increase
Cl 200 ppm	3.81±0.42	3.36±0.56	0.45	3.81±0.30	0

หมายเหตุ : Cl หมายถึง คลอรีน (Calcium hypochlorite)

: Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม 10 นาที และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

5. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งเชื้อ *E. coli* บนเนื้อออกไก่

การจุ่มเนื้อออกไก่ในน้ำประปาและสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 150 และ 200 ppm สามารถลด *E. coli* ได้ โดย *E. coli* ในกลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีน 150 และ 200 ppm มีค่าลดลง 0.52 และ 0.65 log CFU/g ตามลำดับ ภายหลังการจุ่มเนื้อออกไก่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และเมื่อเก็บไว้ 3 วัน พบว่าทุกกลุ่มไม่มีผลในการยับยั้ง *E. coli* ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวน *E. coli* บนเนื้อออกไก่ เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ

Treatments	Number of *E. coli* (log MPN/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	3.59±0.21	3.47±0.91	0.12	4.60±0.57	Increase
Tap water	3.00±0.37	2.97±0.41	0.03	4.11±0.40	Increase
Cl 50 ppm	3.70±0.34	3.78±0.40	Increase	3.89±0.35	Increase
Cl 100 ppm	3.24±0.42	3.34±0.02	Increase	4.36±0.74	Increase
Cl 150 ppm	3.85±0.19	3.33±0.03	0.52	4.02±0.29	Increase
Cl 200 ppm	4.02±0.36	3.37±0.01	0.65	3.80±0.52	Increase

หมายเหตุ : Cl หมายถึง คลอรีน (Calcium hypochlorite)

: Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม 10 นาที และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่ โดยการทดสอบชิมจากกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่ได้รับการฝึก โดยทำการทดสอบทั้งหมด 6 กลุ่มดังนี้

1. Control คือ กลุ่มควบคุม (ไม่จุ่มสารใดๆ)
2. Tap water คือ กลุ่มที่จุ่มน้ำประปา
3. Cl 50 ppm คือ กลุ่มที่จุ่มสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 50 ppm
4. Cl 100 ppm คือ กลุ่มที่จุ่มสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 100 ppm
5. Cl 150 ppm คือ กลุ่มที่จุ่มสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 150 ppm
6. Cl 200 ppm คือ กลุ่มที่จุ่มสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 200 ppm

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทดสอบทั้งหมด 4 ลักษณะ ได้แก่ ความชอบด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้คะแนนความพึงพอใจ 5 ระดับ ตั้งแต่ 1 - 5 ดังนี้ 1 หมายถึง ไม่ชอบมาก, 2 หมายถึง ไม่ชอบ, 3 หมายถึง เฉยๆ, 4 หมายถึง ชอบ, 5 หมายถึง ชอบมาก

จำนวนผู้ทำการทดสอบทั้งหมด 50 คน อาชีพอาจารย์นักศึกษาบุคลากรและบุคลทั่วไป สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้ทดสอบแบ่งเป็นเพศชายจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 10 และเพศหญิงจำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีช่วงอายุ 20 – 25 ปี จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ72 อายุต่ำกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 28

จากผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่ แสดงให้เห็นว่าในด้านความพึงพอใจโดยรวมของผู้ทดสอบให้คะแนนในด้านสีของกลุ่มที่จุ่มสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 50 และ 100 ppm น้อยกว่ากลุ่มควบคุม น้ำประปา สารละลายคลอรีนความเข้มข้น 150 และ 200 ppm แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่สารละลายคลอรีนความเข้มข้น 150 และ 200 ppm ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านกลิ่นและด้านเนื้อสัมผัสผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและในด้านความชอบโดยรวมผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในกลุ่มสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 200 ppm มากที่สุด และสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm น้อยที่สุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากการประเมินทั้งหมดพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในกลุ่มสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 200 ppm มากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ

Treatments	Sensorry attributes			
	Color	Odour	Texture	Overall acceptability
Control	3.24[a]	3.38	2.76	3.34[bc]
Tap water	3.40[a]	3.30	2.76	3.38[bc]
Cl 50 ppm	2.88[b]	3.02	2.54	3.02[c]
Cl 100 ppm	2.86[b]	3.02	2.68	2.98[c]
Cl 150 ppm	3.41[a]	3.04	2.62	3.18[bc]
Cl 200 ppm	3.55[a]	3.28	2.78	3.54[a]

หมายเหตุ : ตัวอักษร a – e ที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$),

Cl หมายถึง คลอรีน (Calcium hypochlorite)

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้ออกไก่ พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) มีค่าเริ่มต้น 5.12 log CFU/g ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 6700 - 2548 ที่กำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในเนื้อไก่ต้องไม่เกิน 5×10^5 CFU/g

เมื่อทำการศึกษาผลของการใช้สารละลายคลอรีนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่ จากผลการทดลอง พบว่า การใช้น้ำประปาและสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 50, 100, 150 และ 200 ppm สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ได้ 0.56, 0.74, 0.71, 1.01 และ 1.09 log CFU/g ตามลำดับ ซึ่ง Kirk and Mitchell (1980) อ้างโดย คมแข (2540) กล่าวว่า จุดประสงค์หลักของการใช้คลอรีนในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับอาหาร เนื่องจากคลอรีนและสารประกอบคลอรีนมีคุณสมบัติที่ดีในการทำลายและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และ Wei *et al* (1995) อ้างโดย คมแข (2540) กล่าวว่า สารละลายคลอรีนมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสารแขวนลอย และสิ่งสกปรก ความเข้มข้นของสารละลายคลอรีน ระยะเวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อ ชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังพบว่าสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นสูงและสัมผัสกับเชื้อเป็นเวลานานขึ้นจะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาของ Sinhamahapatra *et al.* (2004) อ้างโดย Loretz *et al.* (2010) ใช้สารละลายคลอรีนเข้มข้น 50 ppm ในการจุ่มซากไก่ เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดเชื้อลงได้ 0.9 log CFU/cm^2 ในขณะที่ Wei *et al* (1995) อ้างโดย คมแข (2540) กล่าวว่า ถ้ามีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3.06 และ 4.16 log CFU/ml ทำปฏิกิริยากับสารละลายคลอรีน 50 ppm สัมผัสกับเชื้อเป็นเวลา 30 วินาที สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้ออกไก่ พบว่า จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด มีค่าเริ่มต้น 3.69 log CFU/g บ่งชี้ให้เห็นว่าเนื้ออกไก่มีสุขลักษณะการผลิตที่ไม่ดี เนื่องจากมีจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 6700 - 2548 ซึ่งกำหนดไว้ว่า จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดที่พบในเนื้อไก่ต้องไม่เกิน 5 x 10^3 CFU/g เมื่อทำการศึกษาผลของการใช้สารละลายคลอรีนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่ จากการศึกษาของ Sinhamahapatra *et al.* (2004) อ้างโดย Loretz *et al.* (2010) ใช้สารละลายคลอรีนเข้มข้น 50 ppm ในการจุ่มซากไก่ เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดเชื้อโคลิฟอร์มลงได้ 0.7 log CFU/cm^2

จากการศึกษาของ Stivarius *et al.* (2002) พบว่า คลอรีนความเข้มข้น 200 ppm ฉีดพ่นบนซากสัตว์ มีประสิทธิภาพในการลด aerobic plate count ได้ 1.64 log CFU/cm^2 และชิ้นเนื้อสเต็กจุ่มในคลอรีนไดออกไซด์ สามารถลด aerobic mesophilic bacteria ได้ 1 log CFU/cm^2

2. ผลของสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ ที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค

จากการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่ เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบที่มีต่อด้านสีของเนื้ออกไก่ ทุกกลุ่ม ผู้ทดสอบให้คะแนนความพึงพอใจในกลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 200 ppm มากที่สุดซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) กลุ่มน้ำประปา และกลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 150 ppm แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 50 และ 100 ppm ซึ่งผู้ทดสอบมีความแตกต่างกันทางด้านเพศ ช่วงอายุ ซึ่งอาจจะทำให้มีความพึงพอใจที่แตกต่างกัน

การทดลองที่ 2 การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารน้ำโอโซน ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่

1. ผลของการใช้น้ำโอโซนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้ออกไก่

จากการทดลองการจุ่มเนื้ออกไก่ในน้ำประปาและน้ำโอโซนความเข้มข้น 5 ppm และ 10 ppm สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total microbial count) ของกลุ่มที่จุ่มในน้ำประปาและน้ำโอโซน 5 ppm และ 10 ppm มีค่าลดลง 0.56, 2.00 และ 1.60 log CFU/g ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในกลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บเนื้ออกไก่ไว้ 3 วัน ที่อุณหภูมิ 0 – 4 องศาเซลเซียส พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในกลุ่มที่จุ่มในน้ำประปาและโอโซน 5 ppm และ 10 ppm มีค่าลดลง 0.52, 0.56 และ 0.89 log CFU/g ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า กลุ่มที่จุ่มในน้ำโอโซน 5 และ 10 ppm สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ดีกว่าการล้างด้วยน้ำประปา ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในน้ำโอโซนที่ความเข้มข้นต่างๆ

Treatments	Number of microbial count (log cfu/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	5.12 ± 0.35	5.98 ± 0.45	Increase	5.97 ± 0.91	Increase
Tap water	5.94 ± 0.78	5.38 ± 0.50	0.56	5.42 ± 0.59	0.52
Ozone 5 ppm	7.07 ± 1.08	5.07 ± 1.59	2.00	5.51 ± 1.32	1.56
Ozone 10 ppm	6.31 ± 0.65	5.34 ± 0.23	1.60	5.42 ± 0.54	0.89

หมายเหตุ : Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

2. ผลของการใช้น้ำโอโซนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำบนเนื้ออกไก่

ในทำนองเดียวกัน การจุ่มเนื้อไก่ด้วยน้ำประปา น้ำโอโซนความเข้มข้น 5 ppm และ 10 ppm สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญที่อุณหภูมิต่ำบนเนื้ออกไก่ได้ โดยเนื้ออกไก่ที่จุ่มในน้ำโอโซนความเข้มข้น 10 ppm สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด คือ 1.05 log CFU/g และเมื่อจุ่มเนื้ออกไก่ในน้ำประปา และน้ำโอโซนความเข้มข้น 5 ppm สามารถลดเชื้อได้ 0.14 และ 0.03 log CFU/g ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มควบคุม เชื้อมีปริมาณเพิ่มขึ้น ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที เมื่อเก็บเนื้ออกไก่ที่อุณหภูมิที่ 0 – 4 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 3 วันพบว่า เนื้ออกไก่ที่จุ่มในน้ำโอโซนความเข้มข้น 10 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อที่เจริญในอุณหภูมิต่ำได้ ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำบนเนื้ออกไก่ที่จุ่มในน้ำโอโซนความเข้มข้นต่างๆ

Treatment	Number of Psychotropic bacteria (log cfu/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	6.32 ± 0.79	6.10 ± 0.29	Increase	7.32 ± 0.09	Increase
Tap water	5.89 ± 0.28	5.75 ± 1.22	0.14	6.90 ± 0.20	Increase
Ozone 5 ppm	6.37 ± 1.60	6.34 ±2.00	0.03	6.82 ± 2.02	Increase
Ozone 10 ppm	6.97 ± 0.90	5.92 ± 0.49	1.05	6.67 ± 0.33	0.30

หมายเหตุ : Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

3. ผลของการใช้น้ำโอโซนในการยับยั้งเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดบนเนื้ออกไก่

จากการทดลองการจุ่มเนื้ออกไก่ด้วยน้ำประปา น้ำโอโซนความเข้มข้น 5 ppm และ 10 ppm พบว่าการจุ่มด้วยน้ำโอโซนความเข้มข้น 5 และ 10 ppm สามารถลดจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดได้ เมื่อเก็บเนื้ออกไก่ที่อุณหภูมิ 0 -4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน พบว่า จุ่มด้วยน้ำประปา และน้ำโอโซนความเข้มข้น 5 ppm และ 10 ppm ไม่มีกลุ่มใดที่สามารถยับยั้งการเจริญของโคลิฟอร์มทั้งหมดได้ แต่กลุ่มที่ล้างด้วยน้ำโอโซน 10 ppm พบการเพิ่มขึ้นของเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ โดยเมื่อเก็บรักษาเนื้อไก่ไว้ 3 วัน เชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดบนเนื้อไก่ในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ล้างด้วยน้ำประปา และน้ำโอโซน 5 ppm มีเชื้อเพิ่มขึ้นประมาณ 1 log MPN/g ในขณะที่กลุ่มที่ล้างด้วยน้ำโอโซน ความเข้มข้น 10 ppm เชื้อเพิ่มขึ้นเพียง 0.17 log MPN/g ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 จำนวนเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดบนเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในน้ำโอโซนความเข้มข้นต่างๆ

Treatment	Number of Total coliforms bacteria (log MPN/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	3.69 ± 0.49	4.07 ± 0.30	Increase	4.69 ± 0.54	Increase
Tap water	3.39 ± 0.07	3.51 ± 0.84	Increase	4.36 ±0.74	Increase
Ozone 5 ppm	3.50 ± 0.47	3.47 ± 0.55	0.03	4.54 ± 0.96	Increase
Ozone 10 ppm	3.89 ± 0.83	3.93 ± 1.11	Increase	4.06 ± 1.13	Increase

หมายเหตุ : Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผลของการใช้น้ำโอโซนในการยับยั้งเชื้อฟีคอลโคลิฟอร์มบนเนื้ออกไก่

การจุ่มเนื้ออกไก่ในน้ำโอโซนความเข้มต่างๆ พบว่า กลุ่มควบคุม กลุ่มที่จุ่มด้วยน้ำประปา กลุ่มที่จุ่มด้วยน้ำโอโซนความเข้มข้น 5 ppm และ 10 ppm ไม่สามารถลดจำนวนฟีคัลโคลิฟอร์มได้ อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บเนื้ออกไก่ที่อุณหภูมิ 0 -4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน พบว่า จุ่มด้วยโอโซนความเข้มข้น 10 ppm สามารถยับยั้งเชื้อฟีคัลโคลิฟอร์มได้ ในขณะที่กลุ่มอื่นๆไม่สามารถยับยั้งได้ ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวนเชื้อฟีคัลโคลิฟอร์มบนเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในน้ำโอโซนความเข้มข้นต่างๆ

Treatment	Number of Fecal coliforms (log MPN/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before –After	3 day	Before - 3 day
Control	3.61 ± 0.19	3.52± 0.75	0.09	4.60 ± 0.57	Increase
Tap water	3.23 ± 0.07	3.44± 0.74	Increase	4.11 ±0.40	Increase
Ozone 5 ppm	3.60 ± 0.91	3.68 ± 0.98	Increase	4.57 ± 0.99	Increase
Ozone 10 ppm	3.52 ± 0.80	3.91 ± 1.12	Increase	3.52 ± 0.52	0

หมายเหตุ : Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

5. ผลของการใช้น้ำโอโซนในการยับยั้ง *E. coli* บนเนื้ออกไก่

จากการทดลอง การจุ่มเนื้ออกไก่ในน้ำประปาและน้ำโอโซนความเข้มข้น 5 ppm สามารถลดเชื้อ *E. coli* ได้ 0.03 และ 0.51 ตามลำดับ โดยปกติแล้วน้ำโอโซนที่ความเข้มข้น 10 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli* ได้ดีกว่าน้ำโอโซนที่ความเข้มข้น 5 ppm แต่จากผลการทดลองพบว่ากลุ่มที่จุ่มในน้ำโอโซน 10 ppm ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli* ได้ ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดในการสุ่มตัวอย่าง เมื่อเก็บเนื้ออกไก่ไว้ที่อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน พบว่ากลุ่มที่จุ่มด้วยน้ำโอโซน 10 ppm สามารถลดเชื้อ *E. coli* ได้มากที่สุดเท่ากับ 0.48 log CFU/g ดังแสดงในตารางที่ 11 ในขณะที่กลุ่มอื่นกลับพบการเพิ่มขึ้นของเชื้อ *E. coli*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 จำนวนเชื้อ *E.coli* บนเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในน้ำโอโซนความเข้มข้นต่างๆ

Treatment	*E. coli* (log MPN/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	3.59 ± 0.21	3.47 ± 0.91	0.12	4.60 ± 0.57	Increase
Tap water	3.00 ± 0.07	2.97 ± 0.41	0.03	4.11 ±0.40	Increase
Ozone 5 ppm	4.21 ± 1.29	3.70 ± 1.01	0.51	4.57 ± 0.99	Increase
Ozone 10 ppm	4.00 ±1.08	4.04 ± 0	Increase	3.52 ±0.52	0.48

หมายเหตุ : Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

6. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในโอโซน

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่ โดยการทดสอบชิมจากกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่ได้รับการฝึก ทั้งหมดจำนวน 50 คน โดยทำการทดสอบทั้งหมด 4 กลุ่มดังนี้

1. Control คือ กลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม)
2. Tap water คือ กลุ่มที่จุ่มน้ำประปา
3. Ozone 5 ppm คือ กลุ่มที่จุ่มลงในโอโซนที่ความเข้มข้น 5 ppm
4. Ozone 10 ppm คือ กลุ่มที่จุ่มลงในโอโซนที่ความเข้มข้น 10 ppm

ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทั้งหมด 4 ลักษณะ ได้แก่ ความชอบด้านสี ความชอบด้านกลิ่น ความชอบด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้คะแนนความพึงพอใจ 5 ระดับ ดังนี้

1 หมายถึง ไม่ชอบมาก
2 หมายถึง ไม่ชอบ
3 หมายถึง เฉยๆ
4 หมายถึง ชอบ
5 หมายถึง ชอบมาก

จำนวนผู้ทำการทดสอบทั้งหมด 50 คน โดยประกอบด้วย อาจารย์ นักศึกษา บุคลากร และบุคคลทั่วไป บริเวณรอบๆสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้ทดสอบแบ่งเป็นเพศชายจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 10 และ เพศหญิงจำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีช่วงอายุ 20 – 25 ปี จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 72 อายุต่ำกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าทุกกลุ่มผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมใกล้เคียงกัน โดยเนื้ออกไก่ที่ล้างด้วยคลอรีน 200 ppm ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม ดังนั้นจากการพิจารณาผลทางด้านจุลินทรีย์ร่วมกับการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัส สามารถสรุปได้ว่าระดับความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีที่สุดและได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส คือสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 200 ppm

เมื่อทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคพบว่า เนื้ออกไก่ที่ล้างด้วยน้ำโอโซนความเข้มข้น 5 และ 10 ppm ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคทั้งด้านสี กลิ่น และเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ล้างด้วยน้ำประปา

จากการทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่ที่จุ่มในโอโซน แสดงให้เห็นว่าในด้านความพึงพอใจโดยรวมของผู้ทดสอบให้คะแนนในด้านสีของกลุ่มโอโซน 10 ppm น้อยกว่ากลุ่ม ควบคุม (ไม่จุ่ม) กลุ่มจุ่มในน้ำประปา และจุ่มในโอโซน 5 ppm แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มจุ่มในโอโซน 5 ppm ในด้านกลิ่นผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านเนื้อสัมผัสผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในกลุ่มจุ่มในโอโซน 10 ppm น้อยกว่ากลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) กลุ่มจุ่มในน้ำประปา และจุ่มในโอโซน 5 ppm แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และในด้านความชอบโดยรวมผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในกลุ่มโอโซน 10 ppm น้อยกว่ากลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) กลุ่มจุ่มในน้ำประปา และจุ่มในโอโซน 5 ppm แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มจุ่มในโอโซน 5 ppm ดังนั้นจากการประเมินทั้งหมดพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในกลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) มากที่สุด และในกลุ่มจุ่มในโอโซน 10 ppm น้อยที่สุด โดยสามารถเรียงลำดับความชอบจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ กลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) > กลุ่มจุ่มในน้ำประปา > กลุ่มจุ่มในโอโซน 5 ppm > กลุ่มจุ่มในโอโซน 10 ppm ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่ที่จุ่มในน้ำโอโซน

ตัวอย่าง	ลักษณะที่ทดสอบ			
	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
Control	3.24^{a}	2.76	3.38^{a}	3.34^{ab}
Tap water	3.40^{a}	2.76	3.30^{ab}	3.38^{b}
Ozone 5 ppm	2.72^{b}	2.74	3.12^{ab}	3.00^{a}
Ozone 10 ppm	2.66^{b}	2.58	3.00^{b}	2.98^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษร a - b ในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าน้ำโอโซนสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่เจริญที่อุณหภูมิต่ำ แต่ไม่มีในการลดเชื้อโคลิฟอร์ม ฟีคอลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* เพียงแต่สามารถยับยั้งเชื้อดังกล่าวไม่ให้เพิ่มจำนวน เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนเชื้อก่อนล้างด้วยน้ำโอโซน ผลดังกล่าว Guzel-Seydim *et* al. (2004) กล่าวว่าโอโซนสามารถเข้าไปทำลายบริเวณเนื้อเยื่อผนังเซลล์ทำให้มีผลต่อกระบวนการเมตาโบลิซึมของจุลินทรีย์ทำให้จุลินทรีย์ตาย สอดคล้องกับการรายงานของ Bolder (1997) ได้ทำการศึกษาเรื่องการใช้โอโซนในการควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อุณหภูมิต่ำบนซากไก่แช่เย็น ผลการศึกษาพบว่า การใช้โอโซนสามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์บนซากไก่แช่เย็นได้ นอกจากนี้ยังเพิ่มการเก็บรักษาให้ยาวนานยิ่งขึ้น แต่การลดเชื้อจุลินทรีย์ลดได้น้อยกว่า 1 log ทั้งจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อที่ทนได้ในสภาวะที่เย็น

ซึ่ง Loretz *et al.* (2010) รายงานว่ากระทรวงเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Department of Agriculture หรือ USDA) ได้อนุมัติให้ใช้น้ำโอโซนในกระบวนการลดอุณหภูมิซากไก่ การศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Fabrizio et al (2002) ซึ่งทำการศึกษาเติมเชื้อ Aerobic bacteria โคลิฟอร์ม *E. coli* และ *S.* Typhimurium บนซากไก่ จากนั้นฉีดพ่นน้ำโอโซนบนซากไก่เป็นเวลา 0.3 นาทีและตามด้วยการจุ่มซากไก่ในถังน้ำโอโซนเป็นเวลา 45 นาที พบว่า สามารถลดเชื้อดังกล่าวข้างต้นเป็นจำนวน 0.4-0.6 และ 0.7-0.9 log cfu/g ตามลำดับ อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้พบว่าภายหลังการจุ่มเนื้ออกไก่ในน้ำโอโซน พบว่าทำให้สีของเนื้อไก่ซีดลง ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคที่ลดต่ำลง ซึ่ง Jaksch *et al.* (2004) รายงานว่าการใช้น้ำโอโซนมีผลในการลดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อโค แต่ส่งผลเพียงเล็กน้อยต่อค่าสี และกลิ่นที่พบในเนื้อ

จากการทดลองพบว่า ผู้บริโภคชอบเนื้ออกไก่ที่จุ่มในสารละลายคลอรีน ความเข้มข้น 50 และ 100 ppm ต่ำสุด ผลดังกล่าวอาจเนื่องมาจากความแตกต่างของผู้ทดสอบที่ต่างเพศต่างวัยอาจทำให้มีความพึงพอใจที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Guzel-Seydim *et al.* (2004) กล่าวว่า โอโซนมีผลกระทบต่อเชื้อจุลินทรีย์ โดยการเข้าไปทำลายบริเวณเนื้อเยื่อที่เป็นไกลโคโปรตีนหรือไกลโคลิปิด โดยมีประสิทธิภาพทำให้แบคทีเรียตายและสามารถลดจำนวนของแบคทีเรียในอาหารได้

จากการศึกษาของ Lu and Wu (2012) พบว่า การจุ่มเนื้ออกไก่ในสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 200 ppm ไม่มีผลต่อสีของเนื้ออกไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาของ Stivarius *et al.* (2002) พบว่า การทดสอบทางด้านสัมผัสของเนื้อบดที่มีการใช้คลอรีนไดออกไซด์ ทำให้เนื้อมีสีม่วงแดงสดใสน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากการ oxidation ของ myoglobin ทำเนื้อมีสีแดงจางลงในการวางจำหน่าย

สำหรับความพึงพอใจด้านกลิ่นผู้ทดสอบให้คะแนนความพึงพอใจที่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความพึงพอใจในกลุ่มสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 200 ppm มากที่สุด เนื่องจากคลอรีนเป็นสารที่มีกลิ่นเพียงเล็กน้อยและสามารถสลายตัวได้อย่างรวดเร็วในธรรมชาติ (กองสุขาภิบาลอาหารและน้ำ, 2549) อย่างไรก็ตามผู้ทดสอบให้ความพึงพอใจด้านเนื้อสัมผัสเฉลี่ยกลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) มากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผลของการใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆมีผลต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเนื้ออกไก่หลังจากการจุ่ม และความพึงพอใจด้านความชอบโดยรวมของผู้ทดสอบให้คะแนนความพึงพอใจในกลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 200 ppm มากที่สุด ซึ่งเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความพึงพอใจไม่แตกต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาของ Stivarius *et al.* (2002) พบว่า การใช้คลอรีนไดออกไซด์ ในกระบวนการผลิตเนื้อบด มีผลในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้ และมีผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อลักษณะของสีและกลิ่นรส ของเนื้อบด

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้นต่างๆ สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่เจริญที่อุณหภูมิต่ำ ฟีคอลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ภายหลังการล้างเนื้อไก่ โดยความเข้มข้น 200 ppm มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อสูงสุด โดยสามารถยับยั้งเชื้อดังกล่าวเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน อย่างไรก็ตามภายหลังการล้างเนื้อไก่ด้วยสารละลายคลอรีน พบว่าไม่สามารถลดเชื้อฟีคอลโคลิฟอร์ม แต่สามารถยับยั้งเชื้อจนถึงวันที่ 3 ของการเก็บ ที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส

ส่วนที่ 2 การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อน่องไก่ด้วยน้ำประปา น้ำโอโซน สารละลายกรดแลกติก และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 การล้างเนื้อน่องไก่ด้วยน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ น้ำโอโซน และสารละลายกรดแลกติก ต่อจำนวนจุลินทรีย์ และ คุณภาพเนื้อน่องไก่

ทำการศึกษาประสิทธิภาพของการล้างเนื้อน่องไก่ติดหนังด้วยน้ำประปา สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ในการลดเชื้อจุลินทรีย์ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ล้างด้วยสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการล้างด้วยสารละลายต่างๆ ทำการบรรจุน่องไก่ลงบนถาดโฟม ปิดด้วยฟลิ้มพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 3 และ 5 วัน โดยวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ จำนวนโคลิฟอร์ม และ จำนวน *E. coli* จากตารางที่ 13 เป็นการศึกษาจำนวนจุลินทรีย์รวม พบว่าจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นในทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันในทุกกลุ่ม ($P<0.05$) แต่ภายหลังการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ พบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อน่องไก่ที่ล้างด้วยสารละลายคลอรีน น้ำโอโซนและสารละลายกรดแลกติก มีจำนวนลดลง 0.31, 0.14 และ 2.16 log CFU/g ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้น้ำประปา มีจำนวนจุลินทรีย์รวมเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษาน่องไก่เป็นระยะเวลา 3 วัน ผลการทดลองเป็นไปในแนวเดียวกันกับผลข้างต้นที่กล่าวมาแล้ว คือ พบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อน่องไก่ที่ล้างด้วยสารละลายคลอรีน น้ำโอโซนและสารละลายกรดแลกติก โดยมีจำนวนที่ลดลง 0.02, 0.19 และ 2.13 log CFU/g ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาน่องไก่เป็นระยะเวลา 5 วัน กลับพบว่ามีเพียงสารละลายกรดแลกติกเท่านั้นที่สามารถลดและยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในน่องไก่ได้ โดยลดลงจำนวน 1.81 log CFU/g อย่างไรก็ตาม ทั้งสามระยะเวลาการเก็บพบว่า มีเพียงสารละลายกรดแลกติกเท่านั้นที่จำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนน่องไก่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กลุ่มที่เหลือพบจำนวนเชื้อแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนน่องไก่ที่ล้างด้วยสารละลายต่างๆ

Treatment	Number of Microbial count (log CFU/g)						
			Log reduction		Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before-After	3 day	Before-After	3 day	Before-After
Control	$5.53^{a,x}$	$5.71^{b,x}$	Increase	$5.92^{b,x}$	Increase	$6.05^{b,x}$	Increase
Tap water	$5.25^{a,x}$	$5.42^{b,x}$	Increase	$5.35^{b,x}$	Increase	$4.89^{ab,x}$	0.36
Chlorine	$5.44^{a,x}$	$5.13^{b,x}$	0.31	$5.42^{b,x}$	0.02	$5.71^{b,x}$	Increase
Ozone	$5.39^{a,x}$	$5.25^{b,x}$	0.14	$5.2^{b,x}$	0.19	$5.79^{b,x}$	Increase
Lactic Acid	$5.44^{a,y}$	$3.28^{a,x}$	2.16	$3.31^{a,x}$	2.13	$3.63^{a,x}$	1.81

^{ab} mean with different superscript on the same column are significant ($p<0.05$)

^{xy} mean with different superscript on the same row are significant ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผลของการล้างน่องไก่ด้วยน้ำประปา สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ

จากการทดลองการจุ่มเนื้อน่องไก่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm และสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำได้ โดยจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำในกลุ่มที่จุ่มสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm และสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% มีค่าลดลง 0.02 และ 3.08 log CFU/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) น้ำประปา และ น้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm ซึ่งมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บเป็นเวลา 3 วัน กลุ่มที่จุ่มในสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% พบว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำมีค่าลดลง 2.17 log CFU/g และเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 5 วัน พบว่ากลุ่มที่จุ่มในสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำมีค่าลดลง 1.15 log CFU/g ในขณะที่กลุ่มอื่นๆพบว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า กลุ่มที่จุ่มในสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำได้ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 จำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำบนน่องไก่ที่ล้างด้วยสารละลายต่างๆ

Treatment	Total Plate Count (log cfu/g)						
	Before	After	Log reduction Before-After	3 day	Log reduction Before-After	3 day	Log reduction Before-After
Control	$5.54^{a,x}$	$5.68^{b,x}$	Increase	$6.93^{c,y}$	Increase	$7.49^{b,y}$	Increase
Tap water	$5.38^{a,x}$	$5.53^{b,x}$	Increase	$6.17^{b,x}$	Increase	$7.22^{b,y}$	Increase
Chlorine	$5.39^{a,x}$	$5.38^{b,x}$	0.01	$6.35^{bc,y}$	Increase	$7.31^{b,z}$	Increase
Ozone	$5.42^{a,x}$	$5.45^{b,x}$	Increase	$6.26^{bc,y}$	Increase	$7.29^{b,z}$	Increase
Lactic Acid	$5.55^{a,z}$	$2.48^{a,x}$	3.07	$3.39^{a,xy}$	2.16	$4.41^{a,y}$	1.14

[ab] mean with different superscript on the same column are significant ($p<0.05$)

[xyz] mean with different superscript on the same row are significant ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลของการล้างน่องไก่ด้วยน้ำประปา สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด

การจุ่มเนื้อน่องไก่ในน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm สารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% สามารถลดจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดได้ โดยจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดในกลุ่มที่จุ่มน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% มีค่าลดลง 0.06, 0.02, 0.09 และ 2.58 log CFU/g ตามลำดับ ภายหลังการจุ่มเนื้อน่องไก่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) ซึ่งมีจำนวนโคลิฟอร์มเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บไว้ 3 วัน พบว่ามีเพียงกลุ่มที่จุ่มสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% เท่านั้นที่สามารถลดจำนวนโคลิฟอร์มได้ โดยมีค่าลดลง 2.50 log CFU/g และเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 5 วัน พบว่ามีเพียงกลุ่มที่จุ่มสารละลายแลกติก ความเข้มข้น 2% เท่านั้นที่สามารถลดจำนวนโคลิฟอร์มได้ โดยมีค่าลดลง 2.09 log CFU/g ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่ากลุ่มที่จุ่มสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% มีผลในการยับยั้งจำนวนโคลิฟอร์มได้ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดบนน่องไก่ที่ล้างด้วยสารละลายต่างๆ

Treatment	Total Coliform Bacteria (log CFU/g)						
			Log reduction		Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before-After	3 day	Before-After	3 day	Before-After
Control	$5.32^{a,xy}$	$5.47^{b,xy}$	Increase	$4.86^{b,x}$	0.46	$5.69^{b,y}$	Increase
Tap water	$4.88^{a,x}$	$4.82^{b,x}$	0.06	$5.20^{b,x}$	Increase	$5.22^{b,x}$	Increase
Chlorine	$5.03^{a,x}$	$4.83^{b,x}$	0.2	$5.08^{b,x}$	Increase	$5.44^{b,x}$	Increase
Ozone	$5.18^{a,x}$	$5.09^{b,x}$	0.09	$5.22^{b,x}$	Increase	$5.50^{b,x}$	Increase
Lactic Acid	$5.08^{a,y}$	$2.50^{a,x}$	2.58	$2.58^{a,x}$	2.5	$2.99^{a,x}$	2.09

^{ab} mean with different superscript on the same column are significant ($p<0.05$)

^{xyz} mean with different superscript on the same row are significant ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผลของการล้างน่องไก่ด้วยน้ำปะปา สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อจำนวน *E. coli*

การจุ่มเนื้อน่องไก่ในน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm และสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% สามารถลดเชื้อ *E. coli* ได้ โดย *E. coli* ในกลุ่มที่จุ่มน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm และสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% มีค่าลดลง 0.27, 0.13 และ 3.39 log CFU/g ตามลำดับ ภายหลังการจุ่มเนื้อน่องไก่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) และกลุ่มน้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm ที่มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 3 วัน พบว่ากลุ่มที่จุ่มน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% จำนวน *E. coli* มีค่าลดลง 0.65, 0.12, 0.11 และ 1.06 log CFU/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อเก็บไว้ 5 วัน พบว่าทุกกลุ่ม คือกลุ่มควบคุม(ไม่จุ่ม) กลุ่มที่จุ่มน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% จำนวน *E. coli* มีค่าลดลง 0.24, 1.20, 0.55, 0.61 และ 3.39 log CFU/g ตามลำดับ จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า กลุ่มที่จุ่มสารละลายกรดแลกติก สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* ได้ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดบนน่องไก่ที่ล้างด้วยสารละลายต่างๆ

Treatment	Total Coliform Bacteria (log CFU/g)						
			Log reduction		Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before-After	3 day	Before-After	3 day	Before-After
Control	$3.13^{a,x}$	$3.61^{b,x}$	Increase	$3.50^{b,x}$	Increase	$2.89^{b,x}$	0.24
Tap water	$3.92^{a,y}$	$3.65^{b,y}$	0.27	$3.27^{b,xy}$	0.65	$2.72^{b,x}$	1.2
Chlorine	$3.28^{a,x}$	$3.16^{b,x}$	0.12	$3.17^{b,x}$	0.11	$2.74^{b,x}$	0.54
Ozone	$3.28^{a,x}$	$3.42^{b,x}$	Increase	$3.17^{b,x}$	0.11	$2.67^{b,x}$	0.61
Lactic Acid	$3.39^{a,z}$	$0.00^{a,x}$	3.39	$2.33^{a,y}$	1.06	$0.00^{a,x}$	3.39

^{ab} mean with different superscript on the same column are significant ($p<0.05$)

^{xyz} mean with different superscript on the same row are significant ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผลของการล้างน่องไก่ด้วยน้ำปะปา สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อค่าความนุ่มความเหนียวของเนื้อ

จากการศึกษาพบว่า การใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ โอโซน ไม่มีผลต่อความนุ่มความเหนียวของเนื้อ โดยค่า Shear force ไม่แตกต่างกันในทางสถิติทุกระยะเวลาการเก็บแต่การใช้สารละลายกรดแลกติกมีผลต่อความนุ่มความเหนียวของเนื้อโดยพบว่าเมื่อเก็บไว้นาน 3 วัน เนื้อมีความนุ่มมากขึ้นซึ่งค่า shear force ลดลง ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลของการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ ต่อความนุ่มเหนียว

Treatment	Shear Force (Kg)		
	1 Day	3 Day	5 Day
Control	$2.19^{a,x}$	$2.34^{a,x}$	$2.60^{a,x}$
Tap water	$2.56^{a,x}$	$2.55^{a,x}$	$2.16^{a,x}$
Chlorine	$2.19^{a,x}$	$2.51^{a,x}$	$2.57^{a,x}$
Ozone	$2.20^{a,x}$	$2.51^{a,x}$	$2.42^{a,x}$
Lactic acid	$2.23^{a,x}$	$1.89^{a,y}$	$2.53^{a,xy}$

^{abc} mean with different superscript on the same column are significant ($p<0.05$)

5. ผลของการล้างน่องไก่ด้วย น้ำประปา สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส การศึกษาครั้งนี้พบว่า สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ โอโซน ไม่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักการเก็บเย็น โดยไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้น้ำปะปา แต่กลับพบว่าสารละลายกรดแลกติกมีผลทำให้เนื้อสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บเย็นมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ ($p<0.05$) (ตารางที่ 9) อย่างไรก็ตามพบว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้กรดแลกติกเมื่อเก็บรักษาน่องไก่นานขึ้นพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษามากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวันแรกโดยในวันที่ 3 และ 5 ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 ผลของการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ ต่อค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา

Treatment	Drip loss (%)		
	1 Day	3 Day	5 Day
Control	$1.59^{a,x}$	$2.69^{a,y}$	$3.33^{a,y}$
Tap water	$1.58^{a,x}$	$2.08^{a,x}$	$2.28^{a,x}$
Chlorine	$1.76^{a,x}$	$1.86^{a,x}$	$2.26^{a,x}$
Ozone	$1.83^{a,x}$	$1.96^{a,x}$	$2.21^{a,x}$
Lactic acid	$3.23^{b,x}$	$4.17^{b,x}$	$5.13^{b,x}$

^{ab} mean with different superscript on the same column are significant ($p<0.05$)

^{xy} mean with different superscript on the same row are significant ($p<0.05$)

6. ผลของการล้างน่องไก่ด้วย น้ำประปา สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อค่าสี (L*; Lightness)

ก่อนการจุ่มน่องไก่ด้วยสารละลายทุกกลุ่มค่าความสว่างไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเก็บน่องไก่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 และ 5 วัน พบว่ากลุ่มที่ใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ โอโซน และ สารละลายกรดแลกติกมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มด้วยน้ำปะปา โดยพบว่ากลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกมีค่าความสว่างมากที่สุดดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลของการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ ต่อค่าความสว่าง (Lightness, L*)

Treatment	Lightness (L*)			
	Before	After	3 Day	5 Day
Control	$67.96^{a,x}$	$66.68^{a,x}$	$68.16^{a,x}$	$68.24^{a,x}$
Tap water	$66.22^{a,x}$	$69.20^{a,xy}$	$69.71^{a,y}$	$68.74^{a,xy}$
Chlorine	$66.76^{a,x}$	$68.66^{a,x}$	$70.99^{ab,x}$	$72.02^{a,x}$
Ozone	$68.51^{a,x}$	$68.79^{a,x}$	$69.89^{ab,x}$	$68.09^{a,x}$
Lactic acid	$69.85^{a,y}$	$65.74^{a,x}$	$73.10^{b,y}$	$73.11^{a,y}$

^{ab} mean with different superscript on the same column are significant ($p<0.05$)

^{xy} mean with different superscript on the same row are significant ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทดสอบผู้บริโภคจำนวน 50 คน ทำการทดสอบค่าสี กลิ่น และความชอบโดยรวม มีคะแนน 1-5 โดย 1 คือ คะแนนที่มีความชอบน้อยที่สุด และ 5 คือคะแนนที่มีความชอบมากที่สุด จากการทดสอบพบว่า น่องไก่ที่จุ่มด้วยสารละลายกรดแลกติกผู้บริโภคมีความชอบทั้งในด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวมน้อยที่สุด ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ อย่างไรก็ตามพบว่ากลุ่มที่ใช้น้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ และ โอโซน ผู้บริโภคได้คะแนนความชอบกลิ่น และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลของการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ ต่อการประเมินทางประสาทสัมผัส

Treatment	Sensory		
	Colour	Odour	Over all acceptability
Control	3.69^{bc}	3.37^{b}	3.66^{b}
Tap water	3.77^{c}	3.34^{b}	3.66^{b}
Chlorine	3.51^{b}	3.28^{b}	3.56^{b}
Ozone	3.93^{c}	3.46^{b}	3.79^{b}
lactic acid	2.25^{a}	2.49^{a}	2.45^{a}

^{abc} mean with different superscript on the same column are significant ($p<0.05$)

การทดลองที่ 2 การยับยั้งเชื้อ *E. coli* และ *S. aureus* บนเนื้อไก่โดยการล้างด้วยโอโซน กรดแลกติก และโซเดียมไฮโปคลอไรท์

เมื่อทำการเติมเชื้อ *S. aureus* เริ่มต้นประมาณ 4.5 – 5 log cfu/g ลงในน่องไก่ จากนั้นล้างด้วยสารละลายต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ผลการทดลองภายหลังการล้างน่องไก่ด้วยน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ น้ำโอโซน และสารละลายกรดแลกติก พบว่าเชื้อ *S.aureus* ลดลง 0.49, 0.55, 1.32 และ 3.03 log CFU/g ในขณะที่ไม่พบการลดลงของเชื้อในกลุ่มควบคุม ($p<0.05$) และยังพบว่าสารละลายดังกล่าวสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 5 วัน ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเริ่มต้นก่อนล้างด้วยสารละลายต่างๆ นอกจากนี้พบว่า เชื้อ *S. aureus* ลดลงมากที่สุดในกลุ่มที่ล้างด้วยสารละลายกรดแลกติก ตารางที่ 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21 ผลของการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ ต่อจำนวน *S. aureus*

Treatment	*Staphylococcus aureus* (log CFU/g)						
			Log reduction		Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before-After	3 day	Before-After	3 day	Before-After
Control	$4.87^{a,x}$	$4.91^{c,x}$	Increase	$4.22^{b,x}$	0.65	$4.69^{b,x}$	0.18
Tap water	$4.91^{a,y}$	$4.42^{bc,xy}$	0.49	$3.75^{b,x}$	1.16	$4.02^{b,x}$	0.89
Chlorine	$4.98^{a,y}$	$4.43^{bc,xy}$	0.55	$3.61^{b,x}$	1.37	$3.84^{b,x}$	1.14
Ozone	$4.95^{a,y}$	$3.63^{b,x}$	1.32	$3.44^{ab,x}$	1.51	$3.93^{b,x}$	1.02
Lactic Acid	$5.00^{a,y}$	$1.97^{a,x}$	3.03	$2.56^{a,x}$	2.44	$2.31^{a,x}$	2.69

^{ab} mean with different superscript on the same column are significant ($p<0.05$)

^{xy} mean with different superscript on the same row are significant ($p<0.05$)

จากการศึกษาการเติมเชื้อ *E. coli* ลงบนน่องไก่ จากนั้นล้างด้วยสารละลายต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ผลการทดลองพบว่า น่องไก่ที่ล้างด้วยสารละลายกรดแลกติกสามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coli* ภายหลังการล้างได้ถึง 3.15 log CFU/g ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ ในขณะที่กลุ่มควบคุมในขณะที่กลุ่มที่ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์และโอโซนพบว่าเชื้อมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 3 เมื่อเก็บรักษาน่องไก่ไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 – 5 วัน พบว่าจำนวนเชื้อ *E. coli* ลดลงในทุกกลุ่มแต่กลุ่มที่ล้างด้วยสารละลายกรดแลกติกลดลงมากที่สุด ($p<0.05$) โดยกลุ่มที่เหลือการลดลงของเชื้อไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 ผลของการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ ต่อจำนวน *E. coli*

Treatment	Chromocult *E. coli* (log cfu/g)						
			Log reduction		Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before-After	3 day	Before-3 day	5 day	Before-5 day
Control	$4.16^{a,xy}$	$4.47^{b,y}$	Increase	$3.63^{b,x}$	0.53	$3.74^{b,x}$	0.42
Tap water	$4.51^{a,y}$	$4.60^{b,y}$	Increase	$3.77^{b,xy}$	0.74	$3.24^{b,x}$	1.27
Chlorine	$4.72^{a,y}$	$4.37^{b,y}$	0.35	$3.35^{b,x}$	1.37	$3.27^{b,x}$	1.45
Ozone	$4.71^{a,y}$	$4.39^{b,y}$	0.32	$3.12^{ab,x}$	1.59	$3.05^{b,x}$	1.66
Lactic Acid	$4.78^{a,y}$	$1.63^{a,x}$	3.15	$2.45^{a,x}$	2.33	$2.28^{a,x}$	2.5

^{ab} mean with different superscript on the same column are significant ($p<0.05$)

^{xy} mean with different superscript on the same row are significant ($p<0.05$)

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อน่องไก่

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้อน่องไก่ พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) มีค่าเริ่มต้น 5.53 log CFU/ml ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 6700 - 2548 ที่กำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในเนื้อไก่ต้องไม่เกิน 5.69 log CFU/g

เมื่อทำการศึกษาผลของการใช้สารละลายคลอรีนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่ จากผลการทดลอง พบว่า การใช้น้ำประปา ไม่สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ได้ ส่วนสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm และ สารละลายกรดแลคติก ความเข้มข้น 2 % สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ได้ 0.29, 0.14 และ 2.16 log CFU/ml ตามลำดับ คมแข (2540) กล่าวว่า จุดประสงค์หลักของการใช้คลอรีนในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับอาหาร เนื่องจากคลอรีนและ สารประกอบคลอรีนมีคุณสมบัติที่ดีในการทำลายและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และ Wei *et al.* (1995) อ้างโดย คมแข (2540) กล่าวว่า สารละลายคลอรีนมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสารแขวนลอย และสิ่งสกปรก ความเข้มข้นของสารละลายคลอรีน ระยะเวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อ ชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังพบว่าสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นสูง และ สัมผัสกับเชื้อเป็นเวลานานขึ้นจะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อมากขึ้น การใช้สารละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Loretz *et al.* (2010) พบว่าการใช้สารละลายคลอรีนในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ สามารถลดเชื้อ aerobic bacteria coliforms และ *E. coli* การใช้น้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pilasombut and Thumdee (2013) พบว่า การใช้น้ำโอโซน สามารถยังยั้งจุลินทรีย์และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ และการใช้สารละลายกรดแลคติก ความเข้มข้น 2% สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Woolthuis and Smulders (1985) ที่ว่ากรดแลกติกมีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์โดยกรดทำให้ค่าความเป็นกรด ด่างลดต่ำลง ที่ลดลงนั้นทำให้ช่วง Lag phase มีระยะเวลานานขึ้น ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ช้าลง ซึ่งผลของการยับยั้งจุลินทรีย์โดยกรดนั้นเกิดจากส่วนที่เป็น lipophilic ของกรดที่ใช้ซึ่งอยู่ในรูปโมเลกุลที่ไม่แตกตัวและซึมผ่านเข้าไป plasma membrane ของแบคทีเรียที่มีค่าความเป็นกรดด่างค่อยข้างเป็นกลาง (pH 7) ซึ่งสูงกว่าค่าความเป็นกรดด่างของไซโตพลาสซึม ดังนั้นกรดอยู่ในรูปที่ไม่แตกตัวเข้าไปก็จะเกิดสภาวะแตกตัวในรูปของ protrons และ conjugated base และมีผลในการทำลาย oxidative phosphorelation from ของ electron transport system รวมถึงการยับยั้งระบบขนถ่าย substrate molecule เข้าสู่เซลล์ มีผลต่อการทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโต (Adam and Hall, 1988)

Baird *et al.* (2005) ใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ฉีดพ่นผิวซากโค เพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์บนซากโค พบว่าสารละลายกรดแลกติกสามารถลดจำนวนโคลิฟอร์มบนผิวซากโคได้ นอกจากนี้ Woolthius and Smulders (1985) กล่าวว่ากรดแลกติกมีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์โดยกรดทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดต่ำลงส่งผลให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งค่าความเป็นกรดด่างที่ลดลงนั้นทำให้ช่วง lag phase มีระยะเวลาที่นานขึ้น ทำให้การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ของเชื้อจุลินทรีย์ช้าลง Pipek *et al.* (2005) รายงานว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ฉีดพ่นบนซากโคและซากสุกร ทำให้สีของเนื้อซีดจางลง เช่นเดียวกับการทดลองของ Pilasombut et al. (2007) ศึกษาผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% จุ่มเนื้อสุกร พบว่าทำให้สีเนื้อซีดจางลง Gould (1995) กล่าวว่าการใช้สารละลายกรดจะทำให้ค่าเป็นกรดด่างในเนื้อลดลง ทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อหดตัว และมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นได้ นอกจากนี้ พรชัย เหลืองวารี (2554) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาในเนื้อโคกลุ่มที่ไม่ฉีดพ่นด้วยกรดแลกติกมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นกรดแลกติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลของน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2 % ที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค

จากการทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อน่องไก่ที่จุ่มใน น้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm สารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% แสดงให้เห็นว่าในด้านความพึงพอใจโดยรวมของผู้ทดสอบให้คะแนนด้านสีจากมากไปน้อยดังนี้ น้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm น้ำประปา กลุ่มควบคุม สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm ละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% ตามลำดับโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับ ละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% ด้านกลิ่นจะเห็นได้ว่าคะแนนความพึงพอใจของกลุ่มน้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm กลุ่มควบคุม น้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm ละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% จากมากไปน้อย โดยน้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm น้ำประปา กลุ่มควบคุม สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อกันแต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสารละลายกรดแลคติก ความเข้มข้น 2% ด้านความชอบโดยรวมจะเห็นได้ว่า กลุ่มของน้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm มีความพึงพอใจมากกว่า กลุ่มควบคุม และน้ำประปาซึ่งมีค่าเท่ากัน รองลงมาคือ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm และความเข้มข้น 200 ppm ละลายกรด แลคติก ความเข้มข้น 2% มีคะแนนความพึงพอใจด้านความชอบโดยรวมน้อยที่สุด โดยที่น้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm น้ำประปา กลุ่มควบคุม สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อกัน แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% เนื่องจากสารละลายกรดแลกติก มีผลต่อผลิตภัณฑ์คือทำให้ผิวหนังมีสีซีดเล็กน้อยและ มันแข็งมีสีเทาเล็กน้อยถูกตั้งข้อสังเกตบนซาก (Burfoot and Mulvey, 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กองสุขาภิบาลอาหารและน้ำ. 2549. คู่มือ Food Inspector. กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข. 311น.

คมแข พิลาสมบัติ. 2540. การลดปริมารการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านขบวนการฆ่ามาตรฐานและไม่มาตรฐานโดยการใช้สารละลายกรดแลกติกและคลอรีน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์ บัณฑิต วิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

คมแข พิลาสมบัติ. 2550. จุลินทรีย์เนื้อสัตว์. เอกสารประกอบการสอน. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. 165 น.

เครือข่ายคุ้มครองผู้บริโภค, ไม่ระบุปีที่พิมพ์. *E. coli* outbreak in Germany. (online available: http://consumersouth.org/paper/1318). Access June 28, 2011.

เพ็ญศรี รอดมา และ อุรารัตน์ วุฒิกรพันธ์. 2536. การศึกษาสภาวะ Microaerobic ในการวิเคราะห์ *Campylobacter spp.* สำหรับผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่แข็ง. วารสารกระทรวงสาธารณสุข. 12 (3) : 60-68.

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช. 6700 - 2548). 2552. เนื้อไก่. [ออนไลน์]. เข้าถึง http://www.acfs.go.th/standard/download/food_safety_thai.pdf. 15/03/2556.

สุวิมล กีรติวิริยาภรณ์, พิศานาถ ตันฑัยย์, รุ่งนภา ว่องไพโรจน์ และ ธนากร เพิ่มพูลสมบัติ. 2547. คู่มือสุขลักษณะในการผลิตผลิตภัณฑ์ประมง. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ. 72 น.

พรชัย เหลืองวารี. 2554. เทคนิคการบ่มเนื้อร่วมกับการใช้สารละลายกรดแลกติกต่อคุณภาพเนื้อโค. วิทยานิพนธ์สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ.

อรุณ บ่างตระกูลนนท์, แพรวผกา ทองระลาด และมยุรา กุสุมภ์. 2536. การปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* ในเนื้อไก่สดแช่แข็งเพื่อการส่งออก. วารสารอาหาร. 23 (4) : 418-483.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Al-Heddad, K.S.H. Al-Qassemi, R.A.S. and Robinson, R.K. 2005. The use of gaseous ozone and gas packaging to control populations of *Salmonella infantis* and *Pseudomonas aroginosa* on the skin of chicken portions. Food Control. 16 : 405-410.

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

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. ไม่ระบุปีที่พิมพ์. Beef safety, Beef decontamination technologies. [Online] Available : http://www.meatscience.org/Pubs/newsltr/Attach/ncbafs1.pdf. 6/04/2006.

Bolder, N.M. 1997. Decontamination of meat and poultry carcasses. Trends in Food Sci. & Technol. 8 : 221-228.

Brown, M.H. 1982. Meat Microbiology. Gillard, England. 529 p.

Burfoot, D., E., Mulvey. 2011. Reducing microbial counts on chicken and turkey carcasses using lactic acid. Food Control. 22 : 1729-1735.

Condie, J. M. 1985. Toxicological Problems associated with choline dioxide. J. Amer. Water words Assoc. 78 : 73-78.

Crowe, M.K., D. Skonberg, A. Bushway and S. Baxter. 2012. Application of ozone sprays as a strategy to improve the microbial safety and quality of saimon filets. Food Control. 25 : 464-468.

Cunningham, H.M. and G.A. Lawrence. 1977. Effect of exposure of chlorinated water on the retention of chlorinated Compounds and water. J. Food Sci. 42 : 1504-1509.

Deiliello, L. R. 1982. Methods in food and dairy microbiology. The Avi Pubish Company. Connecticut. 142 p.

Fabrizio, K.A., R.R. Sharma, A. Demirci and C.N. Cutter. 2002. Comparison of electrolyzed oxidizing water with various antimicrobial interventions to reduce *Salmonella* species on poultry. Poultry Sci. 81: 1598-1605.

FAO/WHO. 1974. Toxicology evaluation of some food additive. The 17th report of the joint FAO/WHO expert committee on food additive. FAO nutrition meeting report series No. 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rome. WHO technical report series Geneva. 539 : 461-465.

Foegeding, P. M., V. Hemstapat and F. G. Giesbrecht. 1983. Chlorine dioxide inactivation of Bacillus and *Clostridium* spors. J. Food Sci. 51 : 197-201.

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

Gunter, B.M.K. and G. Reuter. 1992. Pig slaughter is the meat contamination by *Yersinia enterocolitica* strains pathogenic to man?. Fleischwirtsch. 72 : 1267-1270.

Guzel-Syedin, Z.B., A.K. Greene and A.C. Seydim. 2004. Use of Ozone in the food industry. Lebensm-Wiss. U.-Technol. 37 : 453-460.

Jaksch, D., R. Margesin, T. Mikoviny, J.D. Skalny, E. Hartungen, F. Schinner, N.J. Mason and T.D. Mark. 2004. The effect of ozone treatment on the microbial contamination of pork meat measured by detecting the emissions using PTR-MS and by enumeration of microorganisms. Inter. J. Mass Spectrometry. 239 : 209-214.

James, C. 2002. New developments in decontamination raw meat., pp.259-282. In Kerry, J. P., J. F. Kerry and D. A. Ledward. Meat Proceesing : Improving Quality . Woodhead publishing, England.

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

Huis in't veal, J.H., J. Mulder and J.M.J. Snijders. 1994. Impact of animal husbandry and slaughter technologies on microbial contamination of meat: monitoring and control. Meat Sci. 13 : 123-153.

Jay, J.M. 2000. Modern food microbiology. Aspen publishers. U.S.A. 679 p.

Kirk, J. R. and S. K. Mitchell. 1980. Risks and benefits associated with chlorine in the food industry.

อ้างโดย คมแข พิลาสมบัติ. 2540. การลดปริมาณการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านกระบวนการฆ่ามาตรฐานและไม่มาตรฐานโดยการใช้สารละลายกรดแลกติกและคลอรีน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเกษตรศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kozacinski, L., M. Hadziosmanovic and N. Zdolec. 2006. Microbiological quality of poultry meat on the Croatian market. Veterinarski Arhiv. 17 : 305-313.

Kotula, K.L. and Y. Panya. 1995. Bacterial contamination of broiler chicken carcasses before scalding. J. Food Prot. 5 : 1326-1329.

Loretz, M., R. Stephen and C. Zweifel. 2010. Antimicrobial activity of decontamination treatments for poultry carcasses : a literature survey. Food Control. 21 : 791-804.

Lu, Y. and C. Wu. 2012. Reductions of *Salmonella enterica* on chicken breast by thymol, acetic acid, sodium dodecyl sulfate or hydrogen peroxide combinations as compared to chlorine wash. Food Microbial.152 : 31 - 34.

Miller, B.F. 1989. Acidified poultry diets and their implications for the poultry industry. Biotechnol. Feed Ind. 46 : 193-201.

Minami, A., Chaicumpa, W., Chongsa-Nguan, M., Samosornsuk, S., Monden, S., Takeahi, K., Makino, S., Kawamoto, K. 2010. Prevalence of foodborne pathogens in open markets and supermarkets in Thailand. 21:221-226.

Moor, J.E. 2004. Gastrointestinal outbreaks associated with fermented meats. Meat Sci. 67 : 565-568.

Newell, D.G. and C. Fearnley. 2003. Sources of *Campyrobacter* colonization in broiler chicken. App. Environ. Microbiol. 69 : 4343-4351.

Newton, K.G., J.C.L. Harrison and A.M. Wauters. 1978. Sources of phychotrophic bacteria on meat at the abattoir. J. Appl. Bacteriol. 45 : 75-82.

Nissen, H., T. Maugesten and P. Lea. 2001. Survival and growth of *Escherichia coli* O157:H7, *Yersinia enterocolitica* and *Salmonella enteritidis* on decontaminated and untreated meat. Meat Sci. 57 : 291-298.

Odlaug, T. E. 1981."Antimicrobial Activity of halogens." J. Food Prot. 44 : 608-613.

Pearson, A.M. and T.R. Dutson. 1986. Advance in Meat Research vol. 2 Meat and poultry microbiology. Avi, Connecticut. 436 p.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pipek, P., M. Houška, K. Hoke, J. Jeleníková, K. Kýhos and M. Šikulová. 2005. Microbial decontamination of beef carcasses by combination of steaming and lactic acid spray. J. Food Engineer. 67: 309-315.

Pilasombut, K., A., Tumdee, P., Srithanethchai and T., Mekhora. 2013. Efficacy of ozonated water and calcium hypochlorite to reduce microbial population on chicken breasts, January 31, 2008. Khonkhaen, Thailand.

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

Pohlman, F.W., M.R. Stivarius, K.S. McElyea, Z.B. Johnson and M.G. Johnson. The effects of ozone, chlorine dioxide, cetylpyridium chloride and trisodium phosphate as multiple antimicrobial interventions on microbiological, instrumental color, and sensory color and odor characteristics of ground beef. 61 : 307-313.

Sinhamahapatra, M., S. Biswas, A. K. Das and D. Bhattacharyya, 2004. Comparative study of different surface decontaminants on chicken quality. Br. Poult. Sci. 45 : 624 - 630. Cited by Loretz, M., R. Stephan and C. Zweifel. 2010. Antimicrobial activity of decontamination treatments for poultry carcasses : A literature survey. Food control. 21 : 791 - 804.

Smulders, F.J.M. and R.L.J.M. Van Laack. 1992. On the quality of pork 1. Microbiological concerns. Fleischwirtsch. 72 (6) : 888-890.

Smulders, F.J.M. and G.G. Greer. 1998. Integrating microbial decontamination with organic acids in HACCP programmes for muscle foods: prospects and controversies. Int. J. Food Microbiol. 44 : 149-169.

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

Stivarius, M.R., F.M. Pohlman, K.S. McElyea and J.K. Apple. 2002. Microbial, instrumental color and sensory color and odor characteristics of ground beef produced from beef trimmings treated with ozone or chlorine dioxide. Meat Sci. 60 : 299 - 305.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

Warriss, P.D. 2000. Meat Science. CABI publishing, UK. 310 p.

Wei, C.I., T.S. Hung, J.M. Kim, W.F. Lin, M.L. Tamplin and J.A. Bartz. 1995. Growth and survival of *Salmonella montevideo* on tomatoes and disinfection with chlorinated water. J. Food Prot. 58 : 829-836.

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

White, G.C. 1972. Hanbook of Chlorination,.pp. 342-408 I. Van Nostran Reinhold. New York. 750 p.

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

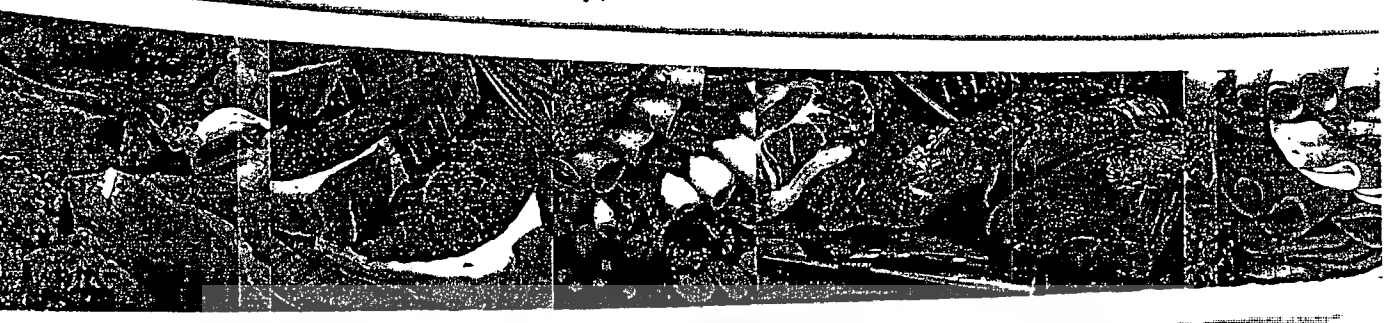
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

59th

ICoMST

18-23 August 2013
IZMIR - TURKEY

International Congress of Meat Science and Technology



Book of Abstracts

Edited By

Meltem Serdaroglu
Burcu Ozturk
Tolga Akcan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Number	Title	Page
S5-62	BREAST MEAT QUALITY CHARACTERISTICS OF 5 DIFFERENT KOREAN NATIVE CHICKEN LINES Bae Y. S., Jung S., Jayasena D. D., Lee J. H., Park H. B., Heo K. N., Jo C.,	67
S5-63	EFFECT OF INCLUSION DUROC BREED IN MATERNAL LINE ON THE QUALITY OF PORK PACKAGED IN MODIFIED ATMOSPHERE Alonso V., Gutiérre B., Muela E., Roncalés P., Beltrán J. A.,	68
S5-64	INFLUENCE OF FROZEN LONG-STORAGE DURATION ON PORK QUALITY Alonso V., Tenas J., Muela E., Roncalés P., Beltrán J. A.,	68
S5-65	INCREASING THE MUSCULARITY AND INTRAMUSCULAR FAT OF LAMBS WILL REDUCE MEAT REDNESS ON RETAIL DISPLAY Calnan H. B., Jacob R. H., Pethick D. W., Gardner G. E.,	69
S5-66	TENDERIZATION OF YAK MEAT BY PLANT EXTRACTS Li L., Xia B., Nie Y., Wen W., An T., Luo X., Sun Q.,	69
S5-67	THE EFFECTS OF DIETARY RAPESEED MEAL EXTRACT AS AN ALTERNATIVE FEED RESOURCE ON GROWTH PERFORMANCE, CARCASS TRAITS AND MEAT QUALITY OF DUCKS Purma-Adibelli Ç., Lautenschlaeger R.,	70
S5-68	MICROMORPHOLOGY OF VARIOUS HORSE MEAT CUTS Hvilya S. I., Semenova A. A., Gazizov A. G.,	70
S5-69	NUTRITIONAL AND BIOLOGICAL VALUE OF VENISON CUTS AS A BASIS OF THEIR RATIONAL USE Semenova A. A., Sus I. V., Mittelstein T. M., Kozyrev I. V.,	71
S5-70	GENETIC PARAMETER ESTIMATES FOR CARCASS AND MEAT TRAITS IN NELLORE CATTLE Tonussi R. L., Baldi F., Espigolan R., Oliveira H. N., Souza F. R. P., Gordo D. G. M., Magalhães A. F. B., Albuquerque L. G.,	71
S5-71	ASSOCIATION BETWEEN SINGLE NUCLEOTIDE POLYMORPHISMS AND BACKFAT THICKNESS IN NELLORE CATTLE USING HIGH DENSITY PANELS Espigolan R., Baldi F., Tonussi R. L., Tonhati H., Boligon A. A., Gordo D. G. M., Chardulo L. A. L., Takada L., Albuquerque L. G.,	72
S5-72	THE EFFECTS OF GREEN TEA AND THYME EXTRACT INJECTION ON THE QUALITY OF CHICKEN MEAT Söbeli C., Kayaardı S.,	72
S5-73	THE EFFECTS OF PRE AND POST RIGOR MARINADE INJECTION ON SOME QUALITY PARAMETERS OF *LONGISSIMUS DORSI* MUSCLES Fadıloğlu E. E., Serdaroğlu M.,	73
S6A-1	EFFECT OF DIFFERENT PAN-FRYING CONDITIONS ON THE FORMATION OF HETEROCYCLIC AROMATIC AMINES AND SENSORY QUATILY IN FRIED BACON Gibis M., Burk M., Weiss J.,	74
S6A-2	POTENTIAL OF FERMENTED SPINACH EXTRACTS AS A NITRITE SOURCE FOR MEAT CURING Gabaza M., Claeys E., De Smet S., Raes K.,	74
S6A-3	*N*-NITROSOPIPERIDINE FORMATION IN DRY FERMENTED SAUSAGES De Mey E., De Maere H., Dewulf L., Paelinck H., Fraeye I.,	75
S6A-4	PHENOTYPIC AND GENOTYPIC CHARACTERIZATION OF *LACTOBACILLUS SAKEI* ISOLATED FROM PORTUGUESE FERMENTED MEAT PRODUCTS FOR TETRACYCLINE RESISTANCE Martins A., Makita M., Fernandes M. H., Fernandes M. J., Barreto A. S., Fraqueza M. J.,	75
S6A-5	DETECTION OF VIRULENCE-ASSOCIATED GENES IN *Listeria monocytogenes* ISOLATES FROM PORTUGUESE READY-TO-EAT MEAT-BASED FOOD INDUSTRY Henriques A. R., Barreto A. S., Fraqueza M. J.,	76
S6A-6	DEVELOPING TIME-TEMPERATURE THERMAL PROCESSING GUIDELINES FOR READY-TO-EAT MEAT AND POULTRY PRODUCTS King A. M., McMinn R. P., Glass K. A., Milkowski A. L., Sindelar J. J.,	76
✓ S6A-7	EFFICACY OF OZONATED WATER AND CALCIUM HYPOCHLORITE TO REDUCE MICROBIAL POPULATION ON CHICKEN BREASTS Thumdee A., Pilasombut K.,	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFICACY OF OZONATED WATER AND CALCIUM HYPOCHLORITE TO REDUCE MICROBIAL POPULATION ON CHICKEN BREASTS

Thumdee, A[1] and Pilasombut, K[1]

[1] Division of Animal Production Technology and Fisheries, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand

Abstract - The aim of this experiment was to study the antimicrobial efficacy of ozonated water and calcium hypochlorite on chicken breasts. The experiment was arranged into 7 treatments included control, dipping breast in tap water, 50, 100, 150, 200 ppm of free available chlorine from calcium hypochlorite solution and 10 ppm of ozonated water. The samples were then stored in chilling room at 0-4 °C for 3 days. Total microbial count, psychotropic bacteria, total coliforms, fecal coliforms and *E. coli* were determined before dipping, after dipping and 3 days. The results presented that total microbial count and psychotropic bacteria of chicken breast were decreased after treated with different concentration of free available chlorine from calcium hypochlorite and ozonated water as compared to the control and the treatment with tap water. Antimicrobial treatments had no effect to total coliforms in chicken breasts, except chlorine 200 ppm could inhibit fecal coliforms and *E. coli*. Therefore, this experiment indicated that it has been beneficial to use ozone and calcium hypochlorite as antimicrobial agents and extending the product shelf life.

Key word - Calcium hypochlorite, Chicken breast, Ozonated water

I. INTRODUCTION

In Thailand, a traditional market is an open air place with various hygiene conditions. The temperature range is from 30 to 38 °C. Chicken stall owners displays various parts of chicken on the table without temperature control [9] . In Thailand, it has been reported that the occurrence of food poisoning caused more than 120,000 patients each year due to consumption of food contaminated with pathogenic microorganisms including *Salmonella* sp., *E. coli*, *S. aureus* and *Vibrio*. sp. and so forth. Minami *et al.* [8] studied of pathogenic contamination of meat from Thai traditional markets and supermarkets in Bangkok and found that 48 and 57% of *Salmonella* contaminate in chicken meat, respectively. In addition, *Listeria monocytogenes* were isolated from chicken meat from open markets and supermarkets of 6 and 4%, respectively. Pilasombut *et al.* [11] investigated the microorganism contamination in beef from Thai traditional markets in Bangkok and found that 92.68 percent of the total samples having levels of microorganisms exceeding the the Thai Agricultural Standards 6700-2005. It was found that 75.1 % of samples having total coliform did not meet the standard. *E. coli* contamination was found in all samples between log 1.30-7.04 MPN /g. Many reports have studied that ozonated water and chlorine are antimicrobial agents that are active against various microorganisms, including spoilage and pathogenic bacteria [6,8]. Chlorinated water is used in some countries, at levels of 50 ppm or higher to control microorganisms and treat carcass immersion water to prevent cross-contamination [3,4]. Ozone is approved in the United States for use in treating water to be recycled in poultry chill tanks [4].

Therefore, the objective of this study was to apply different decontamination treatments, ozonated water and free available chlorine, for microbial population reduction of chicken breasts which contain initial microbial load from Thai traditional market.

II. MATERIALS AND METHODS

Chicken breasts were purchased from the Thai traditional market in Bangkok in early morning. Samples were transported immediately to laboratory after collected in an ice box. Ozone and chlorine were conducted to reduce microbial on chicken breasts. Piece of breast was dipped in antimicrobial solution for 5 min. The experiment was arranged into 7 treatments (3 replications)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

included a control (no dipping), dipping breast in tap water, 50, 100, 150 and 200 ppm. of free available chlorine from calcium hypochlorite solution and 10 ppm of ozonated water (ENALY model O_3 generator). After that, samples were packed in foam trays and wrapped in oxygen-permeable cling film. The samples were then stored in chilling room at 0-4 °C for 3 days. Total microbial count and psychotropic bacteria were examined according to AOAC [2] and Diliello [5], respectively. The number of bacterial counts express as log $_{10}$ colony forming unit (CFU). Determination of total coliforms, fecal coliforms and *E.coli* counts were recorded as most probable number (MPN) [2]. The sampled time was at before dipped, after dipped for 10 min and 3 days.

III. RESULTS AND DISCUSSION

Total microbial contamination on chicken breasts

Initial number of microorganisms was observed before the treatments (Table 1). According to the report of Thai agricultural standards [14], the recommend limit of total microbial count in chicken is 5.70 log cfu/g. It was found that the average of total microbial count on chicken breasts exceeded the recommend limit of TAS-6700-2005. This data agree with Pilasombut *et al.*[10] who investigated the microorganism contamination in beef from traditional Thai markets in Bangkok and found that 92.68 percent of the total samples having levels of microorganisms exceeding the the TAS. 6001-2004. Minami *et al.* [8] was survey pathogenic contamination of meat from traditional markets and supermarkets in Bangkok and found that 48 and 57% of *Salmonella* contaminated in chicken meat, respectively. Moreover, *Listeria monocytogenes* were isolated from chicken from traditional markets and supermarkets of 6 and 4%, respectively.

Effect of antimicrobial treatments on total microbial count and psychotropic bacteria

Total microbial count and psychotropic bacteria of chicken breasts were decreased after treated with different concentration of free chlorine from calcium hypochlorite and ozonated water as compared to the control. The most effective method for reduction of total microbial count on chicken breasts was the ozonated water (1.60 log cfu/g) (Table 1). The microbial reduction of total microbial count of the breasts after treatment with tap water, 50, 100, 150 and 200 ppm of free available chlorine were 0.56, 0.74, 0.71, 1.01 and 1.09 log cfu/g, respectively, while number of total microbial count of control group increased. Similarly, the microbial reduction of psychotropic bacteria after treated with ozonated water was 1.07 log cfu/g, whereas the other treatments displayed 0.14, 0.63, 0.32, 0.4 and 0.98 log cfu/g, respectively. Their number of total microbial count and psychotropic bacteria of all groups increased with long-storage, especially in day 3. However, breasts treated with ozonated water and free chlorine (100, 150 and 200 ppm) revealed to inhibit total microbial count after stored for 3 days (Table 2). Bunsic and Sofos [4] reported that chlorine reacts with water to produce the forms of free available chlorine, hypochorous acid and hypochlorite ions. Hypochlorous acid is free form most lethal to microorganisms.

These results are in agreement with Al-Haddad *et al.*[1] who suggested that ozone is a bactericidal against *Pseudomonas aeruginosa* and *Salmonella infantis*. The use of gaseous ozone (2,000 ppm) and stored under gas packaging could reduce *Pseudomonas aeruginosa* 95% and *Salmonella infantis* 97% but indigenous coliforms were unaffected. Gonçalves *et al.* [7] found that calcium hypochlorite at 60, 70 and 100 mg/l reduced the viability of cell of *Listeria monocytognes*. In addition, Stivarius *et al.* [13] and Pohman *et al.* [12] who reported that using chlorine or ozone in ground beef was effective against aerobic plate count and *Salmonella* Typhimurium.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1 Number of total microbial count and psychrotrophic bacteria in chicken breasts before and after treatments

Treatment (ppm)	Number of microbial count (log CFU/g)			Log reduction (Before-After)
	Before	After	3 days	
Total microbial count				
Control	5.12 ± 0.35	5.98 ± 0.45	5.97 ± 0.91	increase
Tap water	5.94 ± 0.78	5.38 ± 0.50	5.42 ± 0.59	0.56
Cl 50	6.26 ± 0.57	5.52 ± 0.70	6.07 ± 0.25	0.74
Cl 100	6.00 ± 0.62	5.29 ± 0.43	5.54 ± 0.59	0.71
Cl 150	6.36 ± 0.93	5.35 ± 0.41	5.42 ± 0.54	1.01
Cl 200	5.95 ± 0.17	4.86 ± 0.26	4.94 ± 0.41	1.09
Ozone 10	6.31 + 0.65	5.34 + 0.23	5.42 + 0.54	1.60
Psychotropic bacteria				
Control	6.32 ± 0.79	6.10 ± 0.29	7.32 ± 0.09	increase
Tap water	5.89 ± 0.28	5.75 ± 1.22	6.90 ± 0.20	0.14
Cl 50	6.32 ± 0.32	5.69 ± 0.59	6.98 ± 0.03	0.63
Cl 100	5.65 ± 0.05	5.33 ± 0.33	6.75 ± 0.28	0.32
Cl 150	5.62 ± 0.34	5.17 ± 0.26	6.79 ± 0.26	0.45
Cl 200	6.73 ± 0.91	5.75 ± 0.35	6.55 ± 0.32	0.98
Ozone 10	6.97 ± 0.90	5.92 ± 0.49	6.67 ± 0.33	1.05

Note: Cl means chlorine
Log reduction = number of microbial before treated – number of microbial after treated

Effect of antimicrobial treatments on total coliforms, fecal coliforms and E. coli

The results found that antimicrobial treatments have no effect to inhibit total coliforms. Ozonated water at concentration of 10 ppm was not inhibiting total coliforms, fecal coliforms and *E. coli*. However, after treatment with 200 ppm of free available chlorine from calcium hypochlorite resulted in reductions of fecal coliforms and *E. coli* on chicken breasts (Table 2). Al-Haddad *et al.* [1] reported that the use of gaseous ozone had unaffected to coliforms. On the other hand, Stivarius *et al.* [12] and Pohman *et al.* [11] found that both ozone and chlorine were effective inhibit coliforms and *E. coli*.

IV. CONCLUSION

Ozonated water (10 ppm) and sodium hypochorite solution (50-200 ppm) can be used for microbial decontamination and prolonging shelf-life of chicken breasts up to 3 days under refrigeration. Inhibitory effect of both antimicrobial agents on total coliforms was not observed. However, free available chlorine from calcium hypochlorite solution at 200 ppm could inhibit fecal coliforms and *E. coli*.

Table 2 Number of total coliform bacteria, fecal coliform bacteria and *E.coli* in chicken breasts before and after treatments

Treatment (ppm)	Number of microbial count (log MPN/g ± S.D.)		
	Before	After	3 days
Total coliform bacteria			
Control	3.69±0.49	4.07±0.30	4.69±0.54
Tap water	3.39±0.07	3.51±0.84	4.36±0.74
Cl 50	3.56±0.86	3.38±0.83	4.20±0.14
Cl 100	2.97±0.34	4.07±0.30	4.49±0.63
Cl 150	4.14±0.39	3.98±0.38	4.36±0.74
Cl 200	3.04±0.96	3.07±0.30	4.03±0.20
Ozone 10	3.89±0.83	3.93±1.11	4.06±1.13
Fecal coliform bacteria			
Control	3.61±0.19	3.52±0.75	4.60±0.57
Tap water	3.23±0.43	3.44±0.74	4.11±0.40
Cl 50	3.60±0.31	3.65±0.36	3.89±0.34
Cl 100	3.24±0.42	3.10±0.33	4.36±0.73
Cl 150	3.39±0.67	3.21±0.17	4.02±0.29
Cl 200	3.81±0.42	3.36±0.56	3.81±0.30
Ozone 10	3.52±0.80	3.91±1.12	3.52±0.52
E.coli			
Control	3.59±0.21	3.47±0.91	4.60±0.57
Tap water	3.00±0.37	2.97±0.41	4.11±0.40
Cl 50	3.70±0.34	3.78±0.40	3.89±0.35
Cl 100	3.24±0.42	3.34±0.02	4.36±0.74
Cl 150	3.85±0.19	3.33±0.03	4.02±0.29
Cl 200	4.02±0.36	3.37±0.01	3.80±0.52
Ozone 10	4.00±1.08	4.04±0	3.52±0.52

Note: Cl means chlorine

REFERENCES

1. Al-Haddad, K. S. H., Al-Qassemi, R. A. S. & Robinson, R. K. (2005). The use o f gaseous ozone and gas packaging to control populations of *Salmonella infantis* and *Pseudomonas aeruginosa* on the skin. of chicken portions. Food Control.16 : 405-410.
2. AOAC. (2006). "Chapter 17 AOAC Official Method 966.23c-24." p. 5-6. In W.Horwitz & G.W. Latimer, Official methods of analysis of AOAC international. Maryland.
3. Bolder, N. M. (1997). Decontamination of meat and poultry carcasses. Trends in Food Science and Technology. 8 : 221-227.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Bunsic, S. & Sofos, J. (2012). Interventions to control Salmonella contamination during poultry, cattle and pig slaughter. Food Research and International. 45 : 641–655.
5. Diliello, L. R. (1982). Methods in food and dairy microbiology. Connecticut: The AVI publishing company,Inc.
6. Elia, A. C., Anastasi, V. & Dörr, A. J. M. (2006). Hepatic antioxidant enzymes and total glutathione of Cyprinuscarpio exposed to three disinfectants, chlorine dioxide, sodium hypochlorite and peracetic acid, for superficial water potabilization. Chemosphere. 64 : 1633–1641.
7. Gonçalves, A. C., Almeida, R. C. C., Alves, M. A. O. & Almeida, P. F. (2005). Quantitative investigation on the effects of chemical treatments in reducing *Listeria monocytogenes* populations on chicken breast meat. Food Control 16 : 617–622.
8. Khadre, M. A., Yousef, A. E. & J.G. Kim. (2001). Microbiological aspects of ozone applications in food : A review. Journal of Food Science 66 : 1242-1252.
9. Minami, A., Chaicumpa, W., Chongsa-Nguan, M., Samosornsuk, S., Monden, S., Takeahi, K., Makino, S. & Kawamoto, K. (2010). Prevalence of foodborne pathogens in open markets and supermarkets in Thailand. Food Control 21: 221-226.
10. Pilasombut, K. (2007). Meat Hygiene. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand.
11. Pilasombut, K., Tumdee, A. Srithanethchai, P. & Mekhora, T. 2008. A survey of microbial contamination on beef in Bangkok. In Symposium on thermotolerance in domestic animal, January 31, 2008. Khonkhaen, Thailand.
12. Pohlmana, F.W., Stivarius, M.R., McElyea, K.S., Johnson, Z.B. & Johnson, M.G. (2002). The effects of ozone, chlorine dioxide, cetylpyridinium chloride and trisodium phosphate as multiple antimicrobial interventions on microbiological, instrumental color, and sensory color and odor characteristics of ground beef. Meat Science. 61 : 307-313.
13. Stivarius, M.R., Pohlman, F.W., McElyea, K.S. & Apple, J.K. (2002). Microbial, instrumental color and sensory color and odor characteristics of ground beef produced from beef trimmings treated with ozone or chlorine dioxide. Meat Science. 60 : 299–305.
14. Thai Agricultural Standards 6700. (2005). Chicken meat. The royal gazette: 122 : section 60 D.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้