สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเก็บรักษาเป็ดพะโล้ด้วยโพแทสเซียมซอร์เบท

PRESERVATION OF *POLOU* DUCK BY POTASSIUM SORBATE

T110596

ศิริกาญจน์ บุญวัฒนโยธิน

SIRIKARN BOONVATTANAYOTIN

วพ.
ว447ศ
2553
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....110596
วัน,เดือน,ปี.....- 9 พ.ย. 2553

b.....12257758
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2553

KMITL-2010-AI-M-055-084

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRESERVATION OF *POLOU* DUCK BY POTASSIUM SORBATE

SIRIKARN BOONVATTANAYOTIN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD CATERING TECHNOLOGY

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2010

KMITL-2010-AI-M-055-084

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2010

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเก็บรักษาเป็ดพะโล้โดยใช้โพแทสเซียมซอร์เบท
ชื่อนักศึกษา	นางสาวศิริกาญจน์ บุญวัฒนโยธิน
รหัสประจำตัว	48068608
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
พ.ศ.	2553
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาการนำโพแทสเซียมซอร์เบทมาใช้ในการเก็บรักษาเป็ดพะโล้ โดยศึกษากับเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูก จากการวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทสำหรับแช่เป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกในช่วง 2,000 3,000 และ 4,000 ส่วนในล้านส่วน พบว่าเมื่อใช้ความเข้มข้น 2,000 ส่วนในล้านส่วน ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทที่ตกค้างในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกมีค่า 80.44±4.85 และ 44.51±1.89 ส่วนในล้านส่วนตามลำดับ และไม่มีผลทำให้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสทุกด้านแตกต่างจากเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่แช่สารละลายที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น จึงเลือกใช้ความเข้มข้นนี้ในการทดลองต่อไป เมื่อนำเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกมาแช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 2,000 ส่วนในล้านส่วน แล้วเก็บที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดรวมทั้งปริมาณยีสต์และราจะสูงขึ้น ปริมาณโคลิฟอร์มและ ฟีคอลโคลิฟอร์มมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา และปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้างในเป็ดพะโล้ทั้ง 2 แบบมีแนวโน้มลดลง พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเป็ดพะโล้ทั้ง 2 ชนิด เมื่อพิจารณาอายุการเก็บรักษาของเป็ดพะโล้ทั้งชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูก พบว่าทั้ง 2 ชนิดสามารถเก็บรักษาได้นาน 3-4 สัปดาห์นานกว่าเมื่อไม่ใช้โพแทสเซียม ซอร์เบทซึ่งเก็บได้ 2 สัปดาห์ โดยปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ยังไม่สูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Preservation of *Polou* Duck by Potassium Sorbate
Student	Miss Sirikarn Boonvattanayotin
Student ID.	48068608
Degree	Master of Science
Program	Food Catering Technology
Year	2010
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Kittiphong Huangrak

ABSTRACT

The objective of this research was to study on application of potassium sorbate to preserve *Polou* duck both with and without bone. From the analysis of preservative residue after soaking *Polou* duck with and without bone in potassium sorbate solution at different concentration, i.e., 2,000, 3,000 and 4,000 ppm, the result showed that using the concentration at 2,000 ppm, the analyzed sorbate residue were 80.44±4.85 ppm (bone) and 44.51±1.89 ppm (without bone). Its scores from sensory evaluation test showed no difference from the scores of the samples soaked in higher concentration solution, then this concentration should be used for further experiment. After soaking *Polou* duck both with and without bone in potassium sorbate solution at concentration of 2,000 ppm. and kept at 4°C for 12 weeks, it was found that when the storage time increased, total plate count and also yeast and mold value increased. Coliform and faecal coliform value were not much changed during storage, while potassium sorbate residue decreased. It was also found that storage time did not affect the sensory score of both kinds of *Polou* duck. Considering the shelf life of *Polou* duck with and without bone, the result showed that both kinds could be kept for 3-4 weeks, longer than when no potassium sorbate used which could be kept only for 2 weeks, while the microorganism value were not over the standard value.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาโทของสาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รวมทั้งกรุณาให้ความรู้ ข้อคิดและคำแนะนำอันมีค่าและเป็นประโยชน์ ตลอดจนช่วยตรวจทานและแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. พอใจ ถามากร ดร. ธงชัย พุฒทองศิริ และ รศ.ดร. ระติพร หาเรือนกิจ ที่ให้เกียรติเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์และให้คำแนะนำเพิ่มเติม จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสาทความรู้แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาการศึกษา

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิคและเจ้าหน้าที่ของคณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ช่วยเหลืองานวิจัยนี้

ขอขอบคุณพี่ ๆ และเพื่อน ๆ ปริญญาเอกและปริญญาโททุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

ศิริกาญจน์ บุญวัฒนโยธิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 ผลที่ได้คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 เป็ดเนื้อ 3

2.1.1 พันธุ์เป็ดเนื้อ 3

2.1.2 อุตสาหกรรมเป็ดเนื้อของไทย 3

2.2 วัตถุกันเสีย 4

2.2.1 กลไกในการชะลอการเจริญเติบโตหรือทำลายจุลินทรีย์ของวัตถุกันเสีย 4

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของวัตถุกันเสีย 5

2.2.3 ประเภทของวัตถุกันเสีย 8

2.3 กรดซอร์บิคและเกลือซอร์เบท 8

2.3.1 ประวัติความเป็นมา 8

2.3.2 คุณสมบัติทางเคมี 9

2.3.3 ผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ 15

2.3.4 การใช้สารโพแทสเซียมซอร์เบทเพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ 17

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 26

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 26

3.1.1 เครื่องมือ 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.2 วัตถุดิบ 26
3.1.3 สารเคมี 26
3.1.4 อุปกรณ์ 27
3.2 วิธีการดำเนินงาน 27
3.2.1 การศึกษาความเข้มข้นของโพแทสเซียมซอร์เบทที่เหมาะสม 27
3.2.2 การศึกษาอายุการเก็บของเป็ดพะโล้ 28

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 30
4.1 การศึกษาความเข้มข้นของโพแทสเซียมซอร์เบทที่เหมาะสม 30
4.2 การศึกษาอายุการเก็บของเป็ดพะโล้ 32
4.2.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count; TPC) 32
4.2.2 ปริมาณโคลิฟอร์มและฟีคอลโคลิฟอร์ม 35
4.2.3 ปริมาณยีสต์และรา 41
4.2.4 ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้างในเป็ดพะโล้ 44
4.2.5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเป็ดพะโล้ 46

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 48

บรรณานุกรม 50

ภาคผนวก
ก การวิเคราะห์คุณภาพ 54
ข มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเป็ดพะโล้ 58
ค ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสินค้าเกษตรและอาหาร 64
ง มาตรฐานอาหารของประเทศต่าง ๆ 66
จ แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัส 68

ประวัติผู้เขียน 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ปริมาณการส่งออกเป็ดเนื้อของไทย 4

2.2 ประสิทธิภาพของกรดซอร์บิคในการยับยั้งการเจริญของยีสต์ ราและแบคทีเรีย 6

2.3 ปริมาณของวัตถุกันเสีย (%) ต่ำที่สุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของรา 4 ชนิด ที่ค่าความเป็นกรดด่างต่างกัน 11

2.4 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของกรดซอร์บิคและโพแทสเซียมซอร์เบท 12

2.5 ค่าการละลาย (%) ของกรดซอร์บิคและโพแทสเซียมซอร์เบท 13

2.6 ผลของค่าความเป็นกรดด่างต่อการแตกตัวของกรดซอร์บิค 14

4.1 ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทที่ตกค้างในเป็ดพะโล้ 30

4.2 การวิเคราะห์ทางสถิติของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นแปลกปลอม รสแปลกปลอม และความชอบโดยรวมของเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้นแตกต่างกัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C 31

4.3 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g) ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ 33

4.4 ปริมาณโคลิฟอร์ม MPN/g ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ 36

4.5 ปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์ม MPN/g ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ 39

4.6 ปริมาณยีสต์และรา log CFU/g ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ 42

4.7 ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้าง (ส่วนในล้านส่วน) ในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูก เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นแปลกปลอม รสแปลกปลอม และความชอบโดยรวมของเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทเมื่อเก็บ 3 สัปดาห์ โดยเปรียบเทียบกับเป็ดพะโล้ที่ทำใหม่ 46

4.9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นแปลกปลอม รสแปลกปลอม และความชอบโดยรวมของเป็ดพะโล้ชนิดไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บ 3 สัปดาห์ โดยเปรียบเทียบกับเป็ดพะโล้ที่ทำใหม่ 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 สูตรโครงสร้างของกรดซอร์บิคและเกลือซอร์เบท 9

2.2 การเกิดปฏิกิริยาเบต้า-ออกซิเดชัน 16

2.3 การเกิดปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชันของ *P. roquefortii* 16

4.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g) ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ 34

4.2 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g) ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ 34

4.3 ปริมาณโคลิฟอร์ม MPN/g ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ 37

4.4 ปริมาณโคลิฟอร์ม MPN/g ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ 37

4.5 ปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์ม (MPN/g) ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ 40

4.6 ปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์ม (MPN/g) ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ 40

4.7 ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/g) ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ 43

4.8 ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/g) ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์ 43

ก1 กราฟมาตรฐาน (calibration curve) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบท 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การบริโภคเนื้อเป็ดนับว่ามีน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อไก่หรือเนื้อสุกร เนื่องจากเนื้อเป็ดมีราคาแพงกว่าและประชาชนโดยทั่วไปไม่นิยมใช้เนื้อเป็ดสดในการประกอบอาหารในชีวิตประจำวัน แต่นิยมซื้อในรูปของอาหารที่ปรุงสำเร็จแล้ว เช่น เป็ดพะโล้ เป็ดย่าง เป็นต้น ในปี 2550 การส่งออกเป็ดเนื้อของไทยแยกเป็น 2 ประเภท คือ ส่งออกเป็นเนื้อเป็ดแปรรูปปรุงสุก 80% และส่งออกเป็นเนื้อเป็ดสดแช่แข็ง 20% โดยมีตลาดยุโรป (เยอรมัน เนเธอร์แลนด์ สวิสเซอร์แลนด์ ฝรั่งเศส อังกฤษ และเบลเยี่ยม) เป็นตลาดส่งออกหลัก สำหรับเนื้อเป็ดแปรรูปปรุงสุกคิดเป็น 80% ของการส่งออกทั้งหมด เวียดนามเป็นตลาดหลักของสินค้าเนื้อเป็ดสดแช่แข็ง คิดเป็น 100% (สมาคมผู้เลี้ยงเป็ดเพื่อการค้าและการส่งออก, 2550)

การเน่าเสียของอาหารส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากจุลินทรีย์ จึงทำให้ผู้ผลิตในปัจจุบันมีแนวคิดว่าวัตถุกันเสียเป็นส่วนประกอบหนึ่งที่จำเป็นในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้น การใช้วัตถุกันเสียในอาหารนั้นมีข้อดีหลายประการ เช่น ลดต้นทุนการผลิตลง ทำให้สามารถจำหน่ายผลิตภัณฑ์คุณภาพสูงในราคาถูก สามารถกระจายผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นไปยังต่างประเทศได้โดยลดปัญหาการเน่าเสียระหว่างขนส่ง สามารถหลีกเลี่ยงความเสียหายจากการเน่าเสียระหว่างการขนส่งและเก็บรักษา ทำให้ผู้บริโภคสามารถจับจ่ายอาหารเพียงสัปดาห์ละครั้งแทนที่จะต้องทำทุกวัน (อรวรรณ ชินตระกูล, 2541)

ในการผลิตเป็ดพะโล้ระดับอุตสาหกรรม การเก็บรักษามักทำโดยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 0-5°C ความเย็นจะช่วยลดอัตราการเจริญเติบโตและชะลอกิจกรรมของจุลินทรีย์ แต่ก็เป็นเพียงการเก็บรักษาเพียงชั่วระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ทำให้เกิดแนวคิดที่จะพัฒนาให้เป็ดพะโล้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตลง โดยสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตให้มากขึ้นในแต่ละครั้ง เพราะผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น ส่งผลให้ราคาโดยรวมของอาหารถูกกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารประเภทเดียวกันที่ผลิตปริมาณน้อยแต่ผลิตบ่อยครั้ง อีกทั้งยังลดขั้นตอนการแช่แข็ง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เสียค่าใช้จ่ายมากที่สุด จึงมีการศึกษาหาวิธีที่จะยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์โดยการเติมวัตถุกันเสียลงไปในผลิตภัณฑ์ในปริมาณที่เหมาะสมที่ไม่เป็นอันตรายและผู้บริโภคสามารถยอมรับรสชาติผลิตภัณฑ์ได้ เพื่อรักษาคุณลักษณะทางคุณภาพของเป็ดพะโล้ไว้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาความเข้มข้นของโพแทสเซียมซอร์เบทที่เหมาะสม เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาเป็ดพะโล้

1.2.2 ศึกษาอายุการเก็บของเป็ดพะโล้

1.2.3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ในเป็ดพะโล้ระหว่างการเก็บรักษา

1.3 ผลที่ได้คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ช่วยในการกระจายผลิตภัณฑ์ไปยังต่างประเทศ

1.3.2 ช่วยลดปัญหาการเน่าเสียระหว่างการเก็บรักษาซึ่งคิดเป็นมูลค่าการเสียหายจำนวนมาก

1.3.3 ช่วยลดต้นทุนในการผลิตลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 เป็ดเนื้อ

2.1.1 พันธุ์เป็ดเนื้อ

พันธุ์ที่นิยมเลี้ยงในประเทศไทย ได้แก่

2.1.1.1 พันธุ์ปักกิ่ง (Peking) ต้นกำเนิดมาจากประเทศจีน มีขนาดใหญ่ ตัวผู้เมื่อโตเต็มที่หนัก 4-5 กิโลกรัม ตัวเมียหนัก 3-4 กิโลกรัม มีลักษณะขนสีขาว ขาสีเหลืองส้ม และหนังสีเหลืองอ่อน เป็นเป็ดพันธุ์ที่ให้เนื้อดี เจริญเติบโตเร็ว

2.1.1.2 พันธุ์มัสโควี่ (Muscovy) คนไทยเรียกว่าเป็ดเทศ มีแหล่งกำเนิดในอเมริกาใต้ มีรูปร่างใหญ่ ตัวผู้เมื่อโตเต็มที่หนัก 4-5 กิโลกรัม ตัวเมียหนัก 3 กิโลกรัม ส่วนหน้าและหัวจะมีสีแดง ผิวขรุขระเหมือนไก่งวงเพศผู้ ลำตัวยาว ขนมีหลายชนิด คือ สีขาวทั้งตัว สีขาวปีกดำหรือน้ำเงิน สีดำและน้ำเงิน ทนทานโรคดี บินเก่ง แต่ให้ไข่น้อย

2.1.1.3 พันธุ์ลูกผสม เป็ดเนื้อพันธุ์ลูกผสมซึ่งนิยมเลี้ยงเป็นการค้าได้แก่

- พันธุ์เชอรี่วัลเลย์ (Cherry Valley) หรือพันธุ์เชอรี่ ปรับปรุงพันธุ์ในประเทศอังกฤษ มีพ่อพันธุ์ที่ผสมจากพันธุ์ปักกิ่งและพันธุ์เอลสเบอรี่ของอังกฤษ และแม่พันธุ์ที่ผสมจากพันธุ์ปักกิ่งและแคมเบลส์ เป็ดพันธุ์เชอรี่มีขนสีขาว ปากสีเหลือง น้ำหนักประมาณ 3-3.5 กิโลกรัมเมื่ออายุ 50-55 วัน

- พันธุ์ปั๋วฉ่าย เป็นเป็ดลูกผสมระหว่างพ่อพันธุ์มัสโควี่กับแม่พันธุ์พื้นเมืองไทย ลูกผสมที่ได้จะเป็นหมัน แต่เลี้ยงง่าย โตเร็ว ตัวผู้น้ำหนัก 3-3.5 กิโลกรัม ตัวเมียหนัก 2.5-3 กิโลกรัม เมื่ออายุ 3.5-4 เดือน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2545)

2.1.2 อุตสาหกรรมเป็ดเนื้อของไทย

อุตสาหกรรมเป็ดเนื้อของไทยส่วนใหญ่ใช้บริโภคภายในประเทศ 90% ส่งออก 10% ซึ่งปัจจุบันสามารถส่งออกได้ทั้งในรูปของเนื้อเป็ดสดและเนื้อเป็ดแปรรูป เนื่องจากผู้ส่งออกได้พัฒนาการผลิตและผลิตเนื้อเป็ดแปรรูปให้มีความหลากหลายเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ปริมาณการส่งออกเป็ดเนื้อของไทย

ผลิตภัณฑ์		2548	2549	2550	2551
เนื้อเป็ดแช่แข็ง	(กิโลกรัม)	161,680	483,410	3,229,736	3,068,638
	(บาท)	4,140,934	8,870,028	786,336,181	422,867,565
เนื้อเป็ดสุก	(กิโลกรัม)	6,526,312	6,753,975	9,354,533	8,984,408
	(บาท)	1,536,769,241	1,633,280,992	2,158,094,614	2,331,968,728

ที่มา : สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ (2552)

2.2 วัตถุกันเสีย

การเสื่อมเสียของอาหารส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากจุลินทรีย์นำมาซึ่งความเสียหายต่อธุรกิจอาหาร จึงทำให้ผู้ผลิตส่วนใหญ่เห็นว่าการใช้วัตถุกันเสียนั้นเป็นส่วนหนึ่งที่จำเป็นในการทำให้กระบวนการผลิตอาหารนั้นสมบูรณ์ขึ้น ซึ่งการใช้วัตถุกันเสียนั้นมีข้อดีหลายประการ เช่น สามารถกระจายอาหารท้องถิ่นไปยังประเทศอื่น สามารถหลีกเลี่ยงมูลค่าการเสียหายจากการเสื่อมเสียระหว่างการเก็บรักษา สูญเสียคุณค่าทางอาหารน้อย หากมีการเลือกใช้สารกันเสียที่เหมาะสม จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการถนอมอาหารต่ำ เมื่อเทียบกับการใช้วิธีทางกายภาพ (อรวรรณ ชินตระกูล, 2541)

วัตถุกันเสียเป็นสารเคมี หรือของผสมของสารเคมีที่ใช้เติมลงในอาหารเพื่อชะลอการเน่าเสีย หรือช่วยยืดอายุการเก็บของอาหาร หรือเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโต หรือทำลายจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่จะทำให้อาหารเกิดการเน่าเสีย

2.2.1 กลไกในการชะลอการเจริญเติบโตหรือทำลายจุลินทรีย์ของวัตถุกันเสีย

การที่วัตถุกันเสียสามารถชะลอการเจริญเติบโตหรือทำลายจุลินทรีย์ได้นั้น เนื่องจากวัตถุกันเสียที่ใช้จะไปมีผลต่อจุลินทรีย์ในด้านต่าง ๆ ได้แก่

2.2.1.1 ผนังเซลล์ของจุลินทรีย์

การที่วัตถุกันเสียจะมีประสิทธิภาพในการชะลอการเจริญเติบโตหรือทำลายจุลินทรีย์ได้ดีนั้น ไม่จำเป็นว่าวัตถุกันเสียนั้นจะต้องแทรกซึมเข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์เสมอไป จึงจะชะลอการเจริญเติบโตหรือทำลายจุลินทรีย์ได้ เพียงแค่ปฏิกิริยาเกิดขึ้นที่ผนังเซลล์ของจุลินทรีย์ก็เพียงพอแล้ว เช่น การทำให้คุณสมบัติของผนังเซลล์เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้ความสามารถในการยอมให้สารต่าง ๆ แทรกซึมผ่านผนังเซลล์เปลี่ยนไป เป็นสาเหตุให้เส้นทางอาหารจากภายนอกเซลล์เข้าสู่ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์เกิดการขัดข้องไปด้วย ทำให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ชะงักและตายในที่สุด วัตถุกันเสียพวกเกลือเบนโซเอทหรือเกลือซอร์เบทจะไปเคลือบผนังเซลล์ ทำให้อาหารผ่านเข้าสู่เซลล์ของจุลินทรีย์ไม่ได้ นอกจากนี้ยังพบว่า วัตถุกันเสียประเภทสารปฏิชีวนะอาจเป็นสาเหตุให้ผนังเซลล์เกิดการฉีกขาดได้ ทำให้ส่วนประกอบภายในเซลล์ เช่น โซเดียมหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพแทสเซียมรั่วหรือไหลออกมาจากเซลล์ ทำให้จุลินทรีย์ตาย วัตถุกันเสียบางชนิดมีผลต่อกระบวนการสร้างหรือสังเคราะห์ส่วนประกอบของผนังเซลล์ ทำให้ผนังเซลล์ไม่สมบูรณ์และทำให้จุลินทรีย์ตายได้

2.2.1.2 การทำงานของเอนไซม์

โดยทั่วไปเอนไซม์จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเอนไซม์ควรจะมีอยู่ครบถ้วนและอยู่ในสภาพที่พร้อมจะทำงานได้ เช่น ควรจะมีสมบัติเป็นคอลลอยด์ (colloid) มีพรอสเททิกกรุ๊ป (prosthetic group) หรือโคแฟกเตอร์หรือฟังชันัลกรุ๊ป (cofactor or functional group) อื่น ๆ เป็นองค์ประกอบ ถ้าองค์ประกอบต่าง ๆ หรือสมบัติต่าง ๆ ดังกล่าวของเอนไซม์ถูกทำลายไปหรือถูกทำให้ผิดปกติไป ความสามารถในการทำงานหรือประสิทธิภาพในการทำงานของเอนไซม์จะเสียไปหรือลดลงด้วย เช่น วัตถุกันเสียที่มีคุณสมบัติเป็นกรดเมื่อใส่ในอาหาร อาจเป็นสาเหตุให้เอนไซม์เกิดการเสียสภาพ (denature) ได้ ซึ่งเป็นการทำให้สมบัติในการเป็นคอลลอยด์ของเอนไซม์เสียไป หรือวัตถุกันเสียบางชนิดอาจไปจับกับซัลไฟดริลกรุ๊ป (sulfhydryl group) ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่มีความสำคัญต่อการทำงานของเอนไซม์มาก ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถทำงานได้หรือมีประสิทธิภาพลดลง เมื่อความสามารถในการทำงานของเอนไซม์ลดลงหรือเสียไป จะมีผลให้การดำรงชีวิตของจุลินทรีย์หยุดชะงักหรือตายได้

2.2.1.3 กลไกทางพันธุกรรม

การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะใช้วิธีแบ่งเซลล์ ในกระบวนการแบ่งเซลล์นั้นจะมีโครโมโซม (chromosome) และยีน (gene) มาเกี่ยวข้องด้วย ในยีนจะมีดีเอ็นเอ (DNA) และอาร์เอ็นเอ (RNA) เป็นส่วนประกอบ หากมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นกับส่วนนี้จะทำให้การแบ่งเซลล์หยุดชะงักได้ เช่น วัตถุกันเสียประเภทที่เป็นสารปฏิชีวนะบางชนิดจะมีผลกับไรโบโซม (ribosome) ทำให้เกิดการสะสมของอาร์เอ็นเอ มีผลทำให้การสังเคราะห์โปรตีนหยุดชะงัก จึงส่งผลให้กระบวนการแบ่งเซลล์หยุดชะงักไปด้วย เมื่อจุลินทรีย์ไม่มีการแบ่งเซลล์ จำนวนของจุลินทรีย์ก็จะไม่เพิ่มขึ้น และเมื่อเซลล์นั้นตายจำนวนจุลินทรีย์ก็จะลดลงเรื่อย ๆ จนกระทั่งหมดไป

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของวัตถุกันเสีย

วัตถุกันเสียชนิดต่าง ๆ จะมีประสิทธิภาพดีเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.2.2.1 ความเข้มข้นของวัตถุกันเสีย

โดยทั่วไปประสิทธิภาพของวัตถุกันเสียจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณของวัตถุกันเสียที่ใช้ คือถ้ามีการเพิ่มปริมาณวัตถุกันเสียที่ใช้มากขึ้น ประสิทธิภาพในการชะลอการเจริญเติบโตหรือทำลายจุลินทรีย์จะมีมากขึ้นด้วย แต่สำหรับปริมาณวัตถุกันเสียที่มีการอนุญาตให้ใช้ได้ตามกฎหมายนั้น จะใช้ได้สูงสุดถึงระดับหนึ่ง ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นปริมาณที่พอจะชะลอการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์เท่านั้น เพราะถ้าหากใช้ระดับที่สูงเกินไปอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉะนั้นการแปรรูปอาหารจึงต้องมีการเลือกใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์น้อยที่สุด ใช้กรรมวิธีแปรรูปที่ถูกต้องและถูกหลักสุขาภิบาล รวมไปถึงการใช้ภาชนะบรรจุที่เหมาะสมและได้มาตรฐาน การใช้วัตถุกันเสียเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาจึงจะได้ผล เพราะถ้าหากใช้วัตถุดิบที่ไม่มีคุณภาพ มีการเน่าเสียหรือมีการปนเปื้อนของจุลินทรียเป็นจำนวนมาก ใช้กรรมวิธีการแปรรูปที่ไม่ถูกต้อง รวมถึงภาชนะบรรจุที่ไม่เหมาะสมและไม่ถูกหลักสุขาภิบาล การใช้วัตถุกันเสียไม่ว่าจะเป็นปริมาณมากเพียงใดก็ไม่มีประโยชน์

2.2.2.2 จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหาร

ชนิดจุลินทรีย์

จากการศึกษาทดลองพบว่า จุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีความสามารถในการทนต่อวัตถุกันเสียได้แตกต่างกันไป บางชนิดต้องใช้วัตถุกันเสียปริมาณมากจึงจะยับยั้งหรือทำลายได้ แต่บางชนิดการใช้วัตถุกันเสียในปริมาณเล็กน้อยก็สามารถทำลายได้แล้ว ตัวอย่างความสามารถในการทนต่อวัตถุกันเสียของจุลินทรีย์บางชนิด แสดงไว้ในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.2 ประสิทธิภาพของกรดซอร์บิคในการยับยั้งการเจริญของยีสต์ ราและแบคทีเรีย

จุลินทรีย์	ค่าความเป็นกรดด่าง	ความเข้มข้นขั้นต่ำที่ใช้ (ส่วนในล้านส่วน)
ยีสต์		
Saccharomyces cerevisiae	3.0	25
S. ellipsoideus	3.5	50-200
Torula lypolytica	5.0	100-200
Candida krusei	3.4	100
รา		
Aspergillus niger	2.5-4.0	100-500
Botryis cinerea	3.6	120-250
Penicillium digitatum	4.0	200
Rhizopus sp.	3.6	120
แบคทีเรีย		
Escherichia coli	5.2-5.6	50-100
Bacillus sp.	5.5-6.3	50-1000
Clostridium sp.	6.7-6.8	100-10000
Salmonella sp.	5.0-5.3	50-1000

ที่มา : ศิวาพร ศิวเวช (2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลในตารางที่ 2.4 แสดงให้เห็นว่า ถ้าในอาหารที่ต้องการเก็บรักษามีจุลินทรีย์หลายชนิดปนเปื้อน จะต้องใช้กรดซอร์บิคในปริมาณที่มากน้อยแตกต่างกันไปในการยับยั้งการเจริญเติบโตหรือทำลายจุลินทรีย์ ตัวอย่างเช่น ถ้าหากในตัวอย่างอาหารมี *S. cerevisiae* ปนเปื้อนอยู่ จะต้องใช้กรดซอร์บิคอย่างน้อย 25 ส่วนในล้านส่วนของอาหาร แต่ถ้าหากมี *P. digitatum* ปนเปื้อน จะต้องใช้กรดดังกล่าวถึง 200 ส่วนในล้านส่วนของอาหาร แสดงว่าเชื้อแต่ละชนิดจะทนทานต่อกรดซอร์บิคได้ในปริมาณที่ไม่เท่ากัน

จำนวนจุลินทรีย์

จำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมาในอาหารเป็นปัจจัยที่จะกำหนดปริมาณของวัตถุกันเสียที่จะใช้ เพราะถ้ามีจุลินทรีย์ปนเปื้อนมากปริมาณวัตถุกันเสียที่ใช้จะมากตามไปด้วย แต่ในทางปฏิบัติแล้วควรหลีกเลี่ยงการใช้วัตถุดิบที่มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนมาก รวมทั้งการแปรรูปที่ไม่ถูกหลักวิชาการและไม่ถูกสุขลักษณะด้วย เพื่อลดปริมาณของวัตถุกันเสียที่จะต้องใช้ลง

อายุของจุลินทรีย์

การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะคล้ายกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่จะแบ่งออกเป็นช่วง ๆ แต่ละช่วงอายุจะมีความแข็งแรงไม่เท่ากัน ฉะนั้นปริมาณของวัตถุกันเสียที่ใช้เพื่อการยับยั้งการเจริญเติบโตหรือทำลายจุลินทรีย์ในแต่ละช่วงอายุไม่เท่ากัน เช่น จุลินทรีย์ที่มีอายุในช่วง log phase จะต้องใช้ปริมาณของวัตถุกันเสียมากกว่าจุลินทรีย์ที่มีอายุอยู่ในช่วง lag phase และ stationary phase เป็นต้น เนื่องจากจุลินทรีย์ที่มีอายุอยู่ในช่วง log phase จะมีความแข็งแรงมากกว่าจุลินทรีย์ที่อยู่ในช่วง lag phase และ stationary phase

2.2.2.3 อุณหภูมิ

อุณหภูมิที่ใช้ในการแปรรูปอาหารจัดเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพของวัตถุกันเสีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุณหภูมิในขณะใส่วัตถุกันเสียลงในอาหารหรืออุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บผลิตภัณฑ์อาหารระหว่างจำหน่าย เนื่องจากวัตถุกันเสียแต่ละชนิดจะมีสมบัติในการคงตัวต่ออุณหภูมิได้ไม่เท่ากัน ถ้าหากวัตถุกันเสียที่ใช้เป็นประเภทที่ทนความร้อนได้ดี เมื่อใส่ลงในอาหารที่ใช้ความร้อนสูงในการแปรรูปจะช่วยเสริมฤทธิ์วัตถุกันเสียทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น

2.2.2.4 สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของอาหาร

สมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของอาหารจัดเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดประสิทธิภาพและปริมาณของวัตถุกันเสียที่จะใช้ เนื่องจากวัตถุกันเสียอาจไปทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบของอาหาร ทำให้ประสิทธิภาพเปลี่ยนไป ตัวอย่างเช่น การใช้กรดซอร์บิคเป็นวัตถุกันเสียในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีค่าความเป็นกรดด่างสูงหรือมีความเป็นกรดต่ำ จะทำให้กรดซอร์บิคที่ใส่ลงไปเกิดการแตกตัว ประสิทธิภาพในการเป็นวัตถุกันเสียจะลดลง ทำให้ต้องใช้ในปริมาณมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้าหากใช้กรดซอร์บิคเป็นวัตถุกันเสียในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นกรดด่างต่ำหรือมีความเป็นกรดสูง ปริมาณที่ใช้จะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากในสภาวะที่เป็นกรด การแตกตัวของกรดซอร์บิคจะลดลง นอกจากค่าความเป็นกรดด่างแล้ว ยังพบว่าองค์ประกอบอื่น ๆ ในอาหาร เช่น ลิพิด โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต สามารถทำปฏิกิริยากับวัตถุกันเสีย มีผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง ในบางกรณีอาจเกิดกลิ่นและสีที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กรดซอร์บิคจะไวต่อปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน (autoxidation) ทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ ดังนั้นอาหารที่มีการเติมวัตถุกันเสียแล้วควรมีการประเมินผลทางประสาทสัมผัสเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าวัตถุกันเสียไม่ได้เกิดปฏิกิริยากับองค์ประกอบอื่น ๆ ในอาหารทั้งทางตรงและทางอ้อม อันเป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้าน สี กลิ่น รสหรือลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหาร

2.2.3 ประเภทของวัตถุกันเสีย

วัตถุกันเสียที่ใช้ในอาหารอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.2.3.1 วัตถุกันเสียที่เป็นสารอินทรีย์ ส่วนใหญ่จะมีอยู่ในอาหารตามธรรมชาติหรือเกิดขึ้นจากกระบวนการหมัก ได้แก่ กรดอินทรีย์และเกลือของกรดอินทรีย์ น้ำตาล เครื่องเทศ แอลกอฮอล์ วัตถุกันเสียที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ กรดซอร์บิค (sorbic acid) เกลือซอร์เบท (sorbates) กรดเบนโซอิค (benzoic acid) เกลือเบนโซเอท (benzoates) กรดโพรพิโอนิค (propionic acid) เกลือโพรพิโอเนท (propionates) กรดอะซิติค (acetic acid) เกลืออะซิเตท (acetates) เป็นต้น

2.2.3.2 วัตถุกันเสียที่เป็นสารอนินทรีย์ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ กรดและเกลือของกรด ที่ใช้กันมากคือ เกลือแกง เกลือไนเตรทและไนไตรท์ (nitrate และ nitrite) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfur dioxide) เกลือซัลไฟท์ (sulfites) กรดบอริค (boric acid) เกลือบอเรท (borates) เป็นต้น

2.3 กรดซอร์บิคและเกลือซอร์เบท

2.3.1 ประวัติความเป็นมา

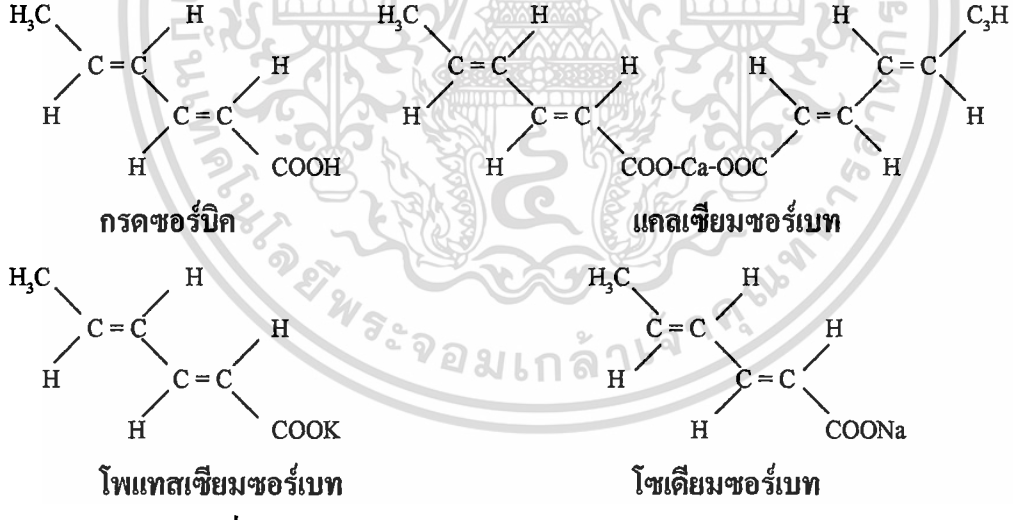
กรดซอร์บิค เป็นสารธรรมชาติที่ได้จากน้ำมันของผล rowan berry ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้ที่ขึ้นตามภูเขา ถูกค้นพบโดย Hoffmann จากนั้นจึงได้มีการค้นหาสูตรทางเคมีตั้งแต่ปี ค.ศ. 1870 เป็นต้นมา ในปี ค.ศ. 1900 Doebner พบว่ากรดซอร์บิคสามารถสังเคราะห์ได้จากสารเคมี แต่กรดซอร์บิคที่สังเคราะห์ขึ้นนั้นไม่สามารถยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ได้ จนกระทั่ง ปี ค.ศ. 1939 Mueller และ Gooding ชาวเยอรมันและชาวอเมริกัน ค้นพบว่ากรดซอร์บิคสามารถยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ได้ (Sofos และ Busta, 1993)

ปี ค.ศ. 1950 กรดซอร์บิคเริ่มเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย เนื่องจากกรดซอร์บิคสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของรา ยีสต์ และแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์หลายประเภท จึงเริ่มนำมาใช้เป็นวัตถุกันเสียในระดับอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นสารที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค ทำให้กรดซอร์บิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกนำมาใช้เป็นวัตถุกันเสียเพิ่มมากขึ้นและอนุญาตให้ใช้ได้ในหลายประเทศ ปี ค.ศ. 1970 มีการศึกษาเกี่ยวกับการนำกรดซอร์บิคและเกลือซอร์เบทมาใช้เพื่อยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์หลายประเภท โดยนำมาเติมในผลิตภัณฑ์เพื่อลดปริมาณการใช้โซเดียมไนเตรทในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ และลดความเป็นไปได้ในการเกิดสารก่อมะเร็งในผลิตภัณฑ์เบคอน ต่อมาในปี ค.ศ. 1974 Tompkin พบว่าการเติมเกลือซอร์เบท 0.1% ในไส้กรอกที่ไม่มีการเติมไนไตรท์ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียหลายชนิด ได้แก่ *Salmonella spp. Staphylococcus aureus Cl. perfringens* และ *Cl. botulinum* ได้เป็นเวลา 10 วัน (Sofos and Busta, 1993)

กรดซอร์บิคและเกลือซอร์เบท เป็นวัตถุกันเสียที่นิยมใช้กันมากในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อาหาร อาหารสัตว์ ยา เครื่องสำอาง และผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอื่น ๆ เนื่องจากเป็นสารประกอบที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่นและไม่มีรส เวลาใช้จึงไม่ทำให้กลิ่น รส และสีของอาหารเปลี่ยนแปลง กรดซอร์บิคเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดเดียวเท่านั้นที่มีการนำมาใช้เป็นวัตถุกันเสีย สำหรับเกลือของกรดชนิดนี้ที่นิยมใช้เป็นวัตถุกันเสีย ได้แก่ แคลเซียมซอร์เบท โซเดียมซอร์เบท และโพแทสเซียมซอร์เบท ทั้งนี้จะนิยมใช้เกลือโพแทสเซียมซอร์เบทมากที่สุด เพราะละลายน้ำได้ดี ประกอบกับมีสมบัติที่ดีด้านอื่น ๆ คือ มีความคงตัวสูงและวิธีการผลิตไม่ยุ่งยาก



รูปที่ 2.1 สูตรโครงสร้างของกรดซอร์บิคและเกลือซอร์เบท

ที่มา : ศิวาพร ศิวเวช (2546)

2.3.2 คุณสมบัติทางเคมี

กรดซอร์บิคเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวสายตรง ผลึกของกรดซอร์บิคมีลักษณะเป็นเกล็ดหรือเข็ม ไม่มีสี และสามารถพบในลักษณะเป็นผงหรือเม็ดสีขาว อ่อนนุ่ม แตกง่าย มีกลิ่นและรสของกรดอย่างเด่นชัด สมบัติทางกายภาพและทางเคมีอื่นของกรดซอร์บิคแสดงในตารางที่ 2.6 กลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์บอกซิล (carboxyl group) ของกรดสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะได้ดี เกิดเป็นสารประกอบประเภทเกลือหรือเอสเทอร์

กรดซอร์บิคและเกลือซอร์เบทถูกนำมาใช้เป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของราและยีสต์ในอาหารหลายประเภท เช่น เนยแข็ง ผลิตภัณฑ์ขนมอบ และอาหารหมักดอง กรดซอร์บิคสลายตัวได้โดยปฏิกิริยาเบต้าออกซิเดชัน (β-oxidation) เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ กรดซอร์บิคจัดเป็น trans-trans unsaturated monocarboxylic fatty acid โดยกรดไขมันอะลิฟาติกโซ่ตรงที่มีหมู่คาร์บอกซิล 1 หมู่ มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อรา

กรดซอร์บิคละลายน้ำได้เล็กน้อย การละลายจะเพิ่มขึ้นหากอุณหภูมิและ/หรือความเป็นกรดด่างสูงขึ้น กรดซอร์บิคละลายได้มากขึ้นในกรดน้ำส้ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเอทานอลและในไขมัน โดยกรดซอร์บิคละลายในไขมันได้มากกว่าในน้ำประมาณ 3 เท่า กรดซอร์บิคมีสมบัติในการทำลายจุลินทรีย์ได้ดีเมื่ออยู่ในรูปที่ไม่แตกตัว เนื่องจากมีค่าคงที่ในการแตกตัวเท่ากับ 4.76 และจะยิ่งมีประสิทธิภาพดีเมื่อค่าความเป็นกรดด่างลดลงหรือค่าความเป็นกรดด่างต่ำ ดังตารางที่ 2.6 และถ้าค่าความเป็นกรดด่างมากกว่า 6.0-6.5 ประสิทธิภาพในการทำลายจะหมดไป จึงไม่เหมาะกับอาหารที่มีค่าความเป็นกรดด่างสูง โดยทั่วไปแล้วกรดซอร์บิคในรูปที่ไม่แตกตัวมีประสิทธิภาพมากกว่าในรูปที่แตกตัว 10-600 เท่า การเติมเกลือและน้ำตาลจะช่วยเสริมประสิทธิภาพของวัตถุกันเสียชนิดนี้

กรดซอร์บิคมีค่า ADI (Acceptable Daily Intake) เท่ากับ 25 มิลลิกรัม/กิโลกรัม หมายถึงคนที่มีน้ำหนัก 70 กิโลกรัม สามารถบริโภคกรดซอร์บิคได้ในปริมาณมากถึง 1,750 มิลลิกรัม ทุกวันโดยไม่มีอันตราย เนื่องจากกรดซอร์บิคเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่ร่างกายสามารถกำจัดออกได้โดยอาศัยปฏิกิริยาเช่นเดียวกับกรดไขมันชนิดอื่น (อรวรรณ ชินตระกูล, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ปริมาณของวัตถุกันเสีย (%) ต่ำที่สุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของรา 4 ชนิดที่ค่าความเป็นกรดด่างต่างกัน

วัตถุกันเสีย	*Chaetomonium globosum*	*Alternaria solani*	*Penicillium citrinum*	*Aspergillus niger*
	ค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 3			
กรดเบนโซอิค	0.08	0.10	0.10	0.04
เมทธิล พี-ไฮดรอกซีเบนโซเอท	0.06	0.06	0.05	0.08
โพรพิล พี-ไฮดรอกซีเบนโซเอท	0.008	0.015	0.005	0.02
กรดโพรพิโอนิค	0.04	0.04	0.04	0.08
กรดซอร์บิค	0.01	0.005	0.02	0.04
	ค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5			
กรดเบนโซอิค	0.01	0.15	0.20	0.20
เมทธิล พี-ไฮดรอกซีเบนโซเอท	0.06	0.08	0.08	0.08
โพรพิล พี-ไฮดรอกซีเบนโซเอท	0.10	0.02	0.01	0.03
กรดโพรพิโอนิค	0.04	0.06	0.08	0.08
กรดซอร์บิค	0.06	0.02	0.08	0.08
	ค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7			
กรดเบนโซอิค	-	-	-	-
เมทธิล พี-ไฮดรอกซีเบนโซเอท	0.01	0.10	0.15	0.15
โพรพิล พี-ไฮดรอกซีเบนโซเอท	0.04	0.05	0.06	0.05
กรดโพรพิโอนิค	-	-	-	-
กรดซอร์บิค	-	-	-	-
	ค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 9			
กรดเบนโซอิค	-	-	-	-
เมทธิล พี-ไฮดรอกซีเบนโซเอท	0.10	0.10	0.15	0.15
โพรพิล พี-ไฮดรอกซีเบนโซเอท	0.04	0.05	0.06	0.05
กรดโพรพิโอนิค	-	-	-	-
กรดซอร์บิค	-	-	-	-

ที่มา : ศิวาพร ศิวเวช (2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของกรดซอร์บิคและโพแทสเซียมซอร์เบท

สมบัติ	กรดซอร์บิค	โพแทสเซียมซอร์เบท
ชื่อทางเคมี	2,4-hexadienoic acid	2,4-hexadienoic acid potassium salt
สูตรโมเลกุล	$CH_3-CH=CH-CH=CH-COOH$	$CH_3-CH=CH-CH=CH-COOK$
น้ำหนักโมเลกุล	112.13	150.22
อุณหภูมิในการติดไฟ (°C)	126	-
ค่าคงที่ในการแตกตัวเป็นอิออนที่ 25°C	1.73×10^{-5}	-
ความหนาแน่นที่ 20°C (กรัม/มิลลิลิตร)	-	1.36
ช่วงหลอมเหลว (°C)	132 – 137	สลายตัวที่อุณหภูมิสูงกว่า 270°C
Heat of Combustion ที่ 25°C (Btu/lb)	11,927	-
ความเป็นด่าง/ความเป็นกรด	-	1.1 ml 0.1 *N* NaOH 0.8 ml 0.1 N HCl per 1.1 g
ความดันไอ (mmHg)		
ที่ 20°C	< 0.001	-
ที่ 120°C	10	-
ที่ 140°C	43	-
จุดเดือด (°C) ที่ความดัน		
760 มิลลิเมตรปรอท	สลายตัว	-
50 มิลลิเมตรปรอท	143	-
10 มิลลิเมตรปรอท	119	-
ความบริสุทธิ์ (%)	> 98	> 98
ปริมาณความชื้นไม่เกิน (%)	0.5	1.0
ปริมาณโลหะหนักไม่เกิน (ส่วนในล้านส่วน)	10	10
ปริมาณ Arsenic ไม่เกิน (%)	3	3
ปริมาณเถ้าไม่เกิน (%)	0.2	-

ที่มา : Sofos และ Busta (1993)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ค่าการละลาย (%) ของกรดซอร์บิคและโพแทสเซียมซอร์เบท

ตัวทำละลาย	กรดซอร์บิค	โพแทสเซียมซอร์เบท
น้ำ อุณหภูมิ 20°C (ความเป็นกรดด่าง 3.1)	0.15	58.20
น้ำ อุณหภูมิ 20°C (ความเป็นกรดด่าง 4.4)	0.22	-
น้ำ อุณหภูมิ 20°C (ความเป็นกรดด่าง 5.9)	1.02	-
น้ำ อุณหภูมิ 50°C	0.55	61.00
น้ำ อุณหภูมิ 100°C	4.0	64.00
น้ำมันข้าวโพด อุณหภูมิ 20°C	0.80	0.01
น้ำมันข้าวโพด อุณหภูมิ 50°C	2.00	0.03
น้ำมันถั่วเหลือง อุณหภูมิ 20°C	0.52	-
น้ำมันเมล็ดฝ้าย อุณหภูมิ 20°C	1.00	0.01
สารละลายซูโครส 10%	0.15	58.00
สารละลายซูโครส 40%	0.10	45.00
สารละลายซูโครส 60%	0.08	28.00
สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 5%	0.11	47.00
สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 10%	0.07	34.00
สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 15%	0.04	12.00 - 15.00
กรดอะซิติค	11.50 - 12.30	-
กรดแลคติค 85.5%	2.25	-
กรดซิตริค 50%	0.26	-
กรดฟอสฟอริค 85%	0.12	-
เอทานอล 5%	0.16	57.40
เอทานอล 20%	0.29	54.60
เอทานอล 50%	-	45.30
เอทานอล 95%	12.60 - 14.50	6.50
เอทานอล 100%	12.90 - 14.80	2.00
โพรไพลีนไกลคอล อุณหภูมิ 20°C	0.20	55.00
โพรไพลีนไกลคอล อุณหภูมิ 50°C	0.50	48.00
โพรไพลีนไกลคอล อุณหภูมิ 100°C	5.50	20.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ค่าการละลาย (%) ของกรดซอร์บิคและโพแทสเซียมซอร์เบท (ต่อ)

ตัวทำละลาย	กรดซอร์บิค	โพแทสเซียมซอร์เบท
เพนเทน อุณหภูมิ 25°C	0.15	-
เพนเทน อุณหภูมิ 50°C	0.60	-
เพนเทน อุณหภูมิ 75°C	1.80	-
เบนซิน อุณหภูมิ 25°C	2.34	< 0.01
เบนซิน อุณหภูมิ 50°C	8.14	-
เบนซิน อุณหภูมิ 75°C	24.00	-
เอทิลอีเทอร์ อุณหภูมิ 20°C	5.00-5.30	0.10
กลีเซอรอล อุณหภูมิ 20°C	0.31	0.20
อะซีโตน อุณหภูมิ 20°C	9.20	0.10
เมทานอล อุณหภูมิ 20°C	12.90	16.00
ไซโคลเฮกเซน อุณหภูมิ 20°C	0.28	-
คาร์บอนเตตระคลอไรด์ อุณหภูมิ 20°C	1.30	< 0.01

ที่มา : Sofos และ Busta (1993)

โพแทสเซียมซอร์เบทมีลักษณะเป็นเม็ดหรือเป็นผงสีขาว สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของโพแทสเซียมซอร์เบทแสดงในตารางที่ 2.4 และจากตารางที่ 2.5 จะเห็นว่าโพแทสเซียมซอร์เบทละลายในน้ำได้ดีกว่ากรดซอร์บิค ที่อุณหภูมิ 20°C โพแทสเซียมซอร์เบทละลายได้ถึง 58.20 กรัมในน้ำ 100 มิลลิลิตร การใช้โพแทสเซียมซอร์เบทในอาหารสามารถละลายได้มากกว่า 50% ประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์คิดเป็น 74% ของกรดซอร์บิคที่น้ำหนักเท่ากัน

ตารางที่ 2.6 ผลของค่าความเป็นกรดด่างต่อการแตกตัวของกรดซอร์บิค

ค่าความเป็นกรดด่าง	ปริมาณกรดซอร์บิคในรูปไม่แตกตัว (%)
3	98
4	86
5	37
6	6
7	0.6

ที่มา : Sofos และ Busta (1993)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลึกเกลือซอร์เบทที่บริสุทธิ์และแห้งจะมีความคงตัวดีกว่าสารละลายเกลือซอร์เบท สารละลายเกลือซอร์เบทจะเสื่อมสลายได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดเป็นสารประกอบคาร์บอนิลต่าง ๆ เช่น โครโตนัลดีไฮด์ (crotonaldehyde) มาโลนัลดีไฮด์ (malonaldehyde) อะเซทัลดีไฮด์ (acetaldehyde) และ เบต้า-คาร์บอกซิแลคโตเลอิน (β-caboxylactolein) อัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารละลายเกลือซอร์เบทจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและเมื่อค่าความเป็นกรดด่างต่ำลงในสภาวะที่มีแสงและกรด

กรดซอร์บิคที่เติมลงในอาหารจะสูญเสียไปในระหว่างการเก็บอาหาร ปริมาณที่สูญเสียจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณเกลือซอร์เบทที่ใช้ในอาหาร ค่าความเป็นกรดด่าง องค์ประกอบของอาหาร ความชื้น กระบวนการผลิตอาหาร ภาชนะที่ใช้บรรจุ อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บอาหาร วัตถุเจือปนอื่น ๆ ที่อยู่ในอาหารก็มีผลต่อการสูญเสียของปริมาณเกลือซอร์เบทด้วยเช่นกัน

กรดซอร์บิคและโพแทสเซียมซอร์เบทเป็นสารประกอบที่ไวต่อความร้อน ความชื้น และแสงแดด ดังนั้นเพื่อป้องกันการถูกทำลายจากปัจจัยดังกล่าว จึงควรเก็บรักษาวัตถุกันเสียนี้ในภาชนะบรรจุที่ป้องกันการซึมผ่านของความชื้น พร้อมทั้งเก็บภาชนะดังกล่าวในบริเวณที่มีอุณหภูมิและความชื้นต่ำ ไม่มีแสงแดด (Sofos and Busta, 1993) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขระบุว่าให้เก็บกรดซอร์บิคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท กันแสงได้ และเก็บที่อุณหภูมิไม่เกิน 38°C (กระทรวงสาธารณสุข, 2547)

จากการศึกษาพบว่าเกลือซอร์เบทสามารถยับยั้งการทำงานของยีสต์และราได้ดีกว่าแบคทีเรีย แต่ทั้งนี้ก็ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ประเภทและสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ประเภทของสารตั้งต้น ความเข้มข้นของเกลือซอร์เบท ค่าความเป็นกรดด่างของสารตั้งต้น ค่าปริมาณน้ำอิสระของอาหาร กระบวนการผลิต อุณหภูมิในการเก็บรักษา สภาพบรรยากาศในการเก็บรักษา และประเภทของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้นล้วนมีผลต่อการยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ทั้งสิ้น การใช้เกลือซอร์เบทอย่างถูกต้องจะช่วยให้สามารถยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

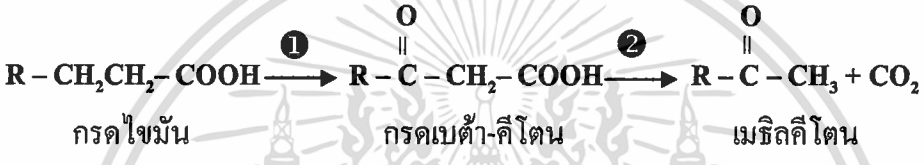
2.3.3 ผลต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์

เกลือซอร์เบทความเข้มข้น 0.05-0.3% จะมีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ในอาหารมากที่สุด การทำลายหรือยับยั้งจุลินทรีย์ส่วนหนึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่ราไม่สามารถเมตาบอไลส์ระบบอัลฟา, เบต้า-อันแซทูเลเตท ไดอีน (α, β-unsaturated diene) ของโซ่อะลิฟาติกของกรดซอร์บิค และอีกส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากโครงสร้างไดอีนของกรดซอร์บิคที่ไปรบกวนหรือยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase) ในเซลล์ของรา ซึ่งเอนไซม์นี้เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมัน รวมทั้งยับยั้งซัลไฟดริลเอนไซม์ (sulfhydryl enzyme) ได้แก่ ฟูมาเรส (fumarase) แอสพาร์เทส (aspartase) ซัคซีนิคดีไฮโดรจีเนส (succinic dehydrogenase) และยีสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอลกอฮอล์ ดีไฮโดรจีเนส (yeast alcohol dehydrogenase) โดยเกิดปฏิกิริยากับหมู่ไธออล (thiol group) ได้อนุพันธ์ของกรดไธโอเฮเซโนอิค (thiohecenoic acid) ซึ่งเป็นสารเชิงซ้อนที่มีเสถียรภาพ ส่วนเกลือซอร์เบทสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในเซลล์ของราโดยเกิดพันธะโควาเลนต์กับหมู่ซัลเฟอร์หรือ Zn^{2+} ของเอนไซม์ อีกทั้งเกลือซอร์เบทยังมีกลไกที่ไปรบกวนการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ ดังนี้คือ อีนอเลส (enolase) โปรตีเอส (protease) และคาทาเลส (catalase)

ในบางกรณี ราบางชนิดมีความต้านทานต่อกรดซอร์บิคและยังสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาเบต้า-ออกซิเดชัน (β-oxidation) เปลี่ยนกรดไขมันอิ่มตัวเป็นกรดเบต้า-คีโต (β-keto acid) จากนั้นเกิดปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชัน (decarboxylation) ได้เป็นเมธิลคีโตน (methyl ketone) ซึ่งไม่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ ดังรูปที่ 2.2



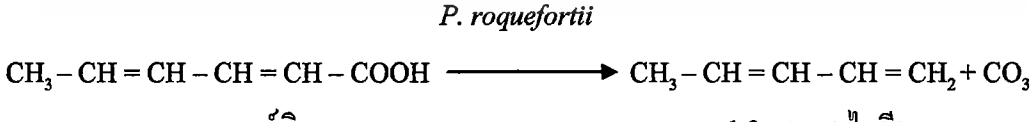
❶ = เบต้า-ออกซิเดชัน (β-oxidation)

❷ = ดีคาร์บอกซิเลชัน (decarboxylation)

รูปที่ 2.2 การเกิดปฏิกิริยาเบต้า-ออกซิเดชัน

ที่มา : อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ (2545)

นอกจากนั้นราบางชนิด เช่น *P. roquefortii* มีความต้านทานต่อกรดซอร์บิคและยังสามารถดีคาร์บอกซิเลชันกรดซอร์บิคไปเป็น 1,3 เพนตะไดอีน (1,3-pentadiene) ดังรูปที่ 2.3 ทำให้เนยแข็งที่เติมกรดซอร์บิคเกิดกลิ่นคล้ายกับแคโรซีน (หรือน้ำมัน) หรือไฮโดรคาร์บอน (carosene-like or hydrocarbon-like odor)



รูปที่ 2.3 การเกิดปฏิกิริยาดีคาร์บอกซิเลชันของ *P. roquefortii*

ที่มา : อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ (2545)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.3.4 การใช้สารโพแทสเซียมซอร์เบทเพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

สารโพแทสเซียมซอร์เบทได้รับการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สหรัฐอเมริกา (United Stated Food and Drug Adminnistration) ให้เป็นสารที่มีความปลอดภัยในการใช้ (generally recognized as safe; GRAS) การใช้นิยมเตรียมไว้ในรูปสารละลายเข้มข้น อาจใช้โดยการจุ่มหรือพ่นเป็นฝอยไปบนชิ้นอาหาร หากใช้ในเนยแข็ง ขนมปัง เครื่องดื่ม เนยเทียม ไส้กรอกแห้ง ปลารมควัน และผลไม้แห้ง โดยแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียอาจเป็นแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ ได้แก่ *Bacillus* spp. *Campylobacter jejuni Clostridium* spp. *Salmonella* spp. *E. coli S. aureus Vibrio parahaemolyticuus* (Tompkin *et al.*, 1974) โพแทสเซียมซอร์เบทสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ปีก (Elliot *et al.*, 1985) โพแทสเซียมซอร์เบทสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อแดงได้ โดยไม่มีผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อเมื่อผ่านการทำให้สุก และยังช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักภายหลังการทำให้สุกของผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ (Zamora and Zaritzky, 1987) ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์โดยไม่มีผลต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อสัตว์ปีกเมื่อผ่านการทำให้สุก (Cunningham, 1979) ช่วยลดการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการทำให้สุกของผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ (Sofos, 1986) และมีผลทำให้น้ำหนักภายหลังการทำให้สุกของเนื้อวัวเพิ่มขึ้น (Negbenebor *et al.*, 1995)

เติมศักดิ์ ส่งวัฒนา (2526) ศึกษาการถนอมรักษาปลาสลิดแห้งโดยการใช้โพแทสเซียมซอร์เบทและการฉายรังสี โดยนำปลาสลิดสดมาเติมโซเดียมคลอไรด์ 12% หมักไว้ 12-15 ชั่วโมง ล้าง แล้วแช่น้ำนาน 30 นาที แล้วนำไปแช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทที่ความเข้มข้น 0.1 0.3 0.5 และ 0.7% (1,000 3,000 5,000 และ 7,000 ส่วนในล้านส่วน) ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 5.9 นาน 5 นาที นำไปตากแห้งจนเหลือความชื้นประมาณ 30% พบว่าปลาสลิดแห้งที่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท 0.7% มีปริมาณกรดซอร์บิคเหลืออยู่ 850-999 ส่วนในล้านส่วน สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28-32°C ได้นาน 5 วัน

ไพโรจน์ วิริยจารี (2526) ศึกษาอายุการเก็บรักษาปลาหมึกแห้งโดยใช้โพแทสเซียมซอร์เบทที่เหมาะสมร่วมกับการฉายรังสี โดยนำปลาหมึกสดแช่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 5% นาน 30 นาที จากนั้นนำไปแช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท ค่าความเป็นกรดด่าง 5.9 ในระดับความเข้มข้น 0.1 0.2 0.4 0.6 และ 0.8% (1,000 2,000 4,000 6,000 และ 8,000 ส่วนในล้านส่วน) นาน 1 นาที แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 55°C นาน 12 ชั่วโมง พบว่าปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทที่เคลือบปลาหมึกแห้งไม่เกิน 1,000 ส่วนในล้านส่วน คือระดับความเข้มข้น 0.1-0.6% จากนั้นนำปลาหมึกแห้งที่ใช้โพแทสเซียมซอร์เบทระดับความเข้มข้น 0.6% ร่วมกับการฉายรังสีขนาด 4.5 กิโลเกรย์ โดยบรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทธิลีน สามารถป้องกันการเสื่อมเสียของปลาหมึกแห้งจากเชื้อราได้ 3 เดือน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28-32°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

110596

ภัทวรา ปฐมรังษิยังกุล (2542) ได้ทดลองนำปลาเส้นกึ่งแห้งมาเติมโพแทสเซียมซอร์เบทเข้มข้น 0.04 0.06 0.08 0.10 และ 0.12% (400 600 800 1,000 และ 1,200 ส่วนในล้านส่วน) ระหว่างคลุกเคล้าเนื้อปลาสดกับเครื่องปรุง หลังจากการหมักและอบเนื้อปลา เมื่อวิเคราะห์ปริมาณกรดซอร์บิคในผลิตภัณฑ์ปลาเส้นกึ่งแห้ง พบว่าปริมาณกรดซอร์บิคในผลิตภัณฑ์มีค่าไม่เกิน 1,000 ส่วนในล้านส่วน เมื่อใช้โพแทสเซียมซอร์เบทระดับความเข้มข้น 0.04-0.10% พบว่าการใช้โพแทสเซียมซอร์เบทเข้มข้น 0.092% สามารถเก็บรักษาได้อย่างน้อย 91 วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C

ทัศนีย์ ชาเจียมเจน (2545) ศึกษาอายุการเก็บรักษาในสภาวะอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อคุณภาพของหมูยอเสริมใยถั่วเหลืองด้วยสารกันเสีย 3 ชนิด คือ โซเดียมเบนโซเอทปริมาณ 0.1% โพแทสเซียมซอร์เบทปริมาณ 0.1% และส่วนผสมระหว่างโซเดียมเบนโซเอทปริมาณ 0.05% กับโพแทสเซียมซอร์เบทปริมาณ 0.05% พบว่าเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (31-34°C) นาน 2 วัน ทุกตัวอย่างเริ่มมีเมือกน้ำเยิ้ม กลิ่นเหม็นเล็กน้อย ส่วนการเก็บรักษาด้วยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ (5-8°C) หมูยอที่ไม่ใส่สารกันเสียสามารถเก็บได้นาน 35 วัน โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่จะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บนาน 42 วัน ในขณะที่หมูยอใส่สารกันเสียสามารถเก็บได้นานไม่น้อยกว่า 63 วัน และชนิดของสารกันเสียที่ใช้ให้ผลที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

พันธิตรา พรหมรักษา (2546) ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น พบว่า การบรรจุแบบปิดผนึกสุญญากาศจะทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ไม่เกิน 8 วัน ในขณะที่การจุ่มผลิตภัณฑ์ลงในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 3.5% นาน 1 นาที จะเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ไม่เกิน 12 วัน และพบว่าการเก็บรักษาที่ 30°C และการใช้ร่วมกันระหว่างการจุ่มผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวลงในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทและบรรจุแบบปิดผนึกสุญญากาศจะทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้โดยปราศจากเชื้อราเป็นเวลานานกว่า 16 วัน แต่ผลิตภัณฑ์จะได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสเมื่อเก็บไว้ไม่เกิน 12 วัน

ทิพรดี คงสุวรรณ (2547) ศึกษาประสิทธิภาพของสารเซททิลไพริดิเนียมคลอไรด์ 0.5 และ 1.0% โพแทสเซียมซอร์เบท 5 และ 10% ไตรโซเดียมฟอสเฟต (trisodium phosphate) 8 และ 12% สารละลายผสมระหว่างเซททิลไพริดิเนียมคลอไรด์ 0.5% และไตรโซเดียมฟอสเฟต 8% สารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบท 0.5% และไตรโซเดียมฟอสเฟต 8% ในการลดจำนวน *E. coli* และ *S. derby* ในตัวอย่างเนื้อสุกรภายหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 1 3 5 7 9 และ11 วัน พบว่าตลอดการเก็บรักษาเป็นเวลา 11 วัน สารทุกชนิดที่ใช้มีประสิทธิภาพในการลดจำนวน *E. coli* และ *S. derby* ได้แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยสารเซททิลไพริดิเนียมคลอไรด์ 1.0% มีประสิทธิภาพในการลดเชื้อ *E. coli* ได้มากที่สุดประมาณ 2-3 log MPN/g สารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบทและไตรโซเดียมฟอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายผสมระหว่างเซททิลไพริดิเนียมคลอไรด์และโพแทสเซียมซอร์เบท มีประสิทธิภาพในการลดเชื้อ *S. derby* ได้มากที่สุดประมาณ 0.6-4 log MPN/g สารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบทและไตรโซเดียมฟอสเฟต สารละลายผสมระหว่างเซททิลไพริดิเนียมคลอไรด์และโพแทสเซียมซอร์เบท 10% มีประสิทธิภาพในการลด aerobic plate count ได้มากที่สุดประมาณ 1.5-6.0 log MPN/g

บวร ศาตะมินิ (2547) ได้ทดลองเติมโกลบินเลือดหมูที่ผ่านการลดฮีม 0.5% ในไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ที่ลดไนไตรท์เหลือ 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพื่อศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์และอายุการเก็บที่ 4°C โดยเติมโพแทสเซียมซอร์เบทหรือแอลฟาโทโคเฟอรอล หรือเติมทั้งโพแทสเซียมซอร์เบทและแอลฟาโทโคเฟอรอล พบว่าตัวอย่างที่เติมแอลฟาโทโคเฟอรอลสามารถชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้ไส้กรอกมีค่า TBA ต่ำคือ 0.21 มิลลิกรัมมาลอนอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม เมื่อเก็บไว้ 15 วัน ส่วนการเติมโพแทสเซียมซอร์เบท หรือเติมทั้งโพแทสเซียมซอร์เบทและแอลฟาโทโคเฟอรอล สามารถยืดอายุการเก็บได้ 12 วัน

อภิษฎาช์ ศรีเครือดง (2547) ศึกษาผลของการใช้น้ำ น้ำร้อนที่อุณหภูมิ 80°C สารละลายผสมระหว่างไตรโซเดียมฟอสเฟต 8% และกรดแอสคอบิค (ascorbic acid) 1% สารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบท 5% และกรดแอสคอบิค 1% เพื่อลดจำนวน *E. coli* และ *S. derby* ในตัวอย่างเนื้อสุกรที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยแสง UV เป็นเวลา 60 นาที และผ่านการถ่ายเชื้อ *E. coli* และ *S. derby* หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1°C เป็นเวลา 1 3 5 7 9 และ 11 วัน พบว่าสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบท และกรดแอสคอบิคมีประสิทธิภาพในการลด *S. derby* และ *E. coli* ได้ดีที่สุด โดยในวันที่ 3 ของการเก็บรักษามีจำนวน *S. derby* มากกว่ากลุ่มควบคุม ($p \leq 0.05$) สำหรับ *E. coli* พบว่าในวันที่ 5-11 ของการเก็บรักษาตรวจไม่พบ สารที่มีประสิทธิภาพรองลงมาคือไตรโซเดียมฟอสเฟตและกรดแอสคอบิค โดยในวันที่ 11 ของการเก็บรักษาสามารถลดจำนวน *S. derby* และ *E. coli* ได้แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือเท่ากับ 1.87 และ 2.08 log MPN/g ตามลำดับ

วิจิตรา แดงปรกและสมโภชน์ โกมลมณี (2550) ศึกษาอายุการเก็บรักษาหมูยอที่เติมโซเดียมเบนโซเอท 1,000 ส่วนในล้านส่วน หรือโพแทสเซียมซอร์เบท 1,000 ส่วนในล้านส่วน เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่เติมวัตถุกันเสียใด ๆ เมื่อเก็บรักษาหมูยอไว้ที่อุณหภูมิ 4°C พบว่าสามารถเก็บรักษาหมูยอทุกตัวอย่างได้นานอย่างน้อย 56 วัน โดยยังได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส และมีคะแนนการยอมรับรวมเฉลี่ยเท่ากับ 6.0 6.0 และ 5.7 ตามลำดับ ค่าความเป็นกรดด่างและความเป็นกรดทั้งหมด (คำนวณเป็น % ของกรดแลคติค) ของทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.09-6.38 และ 0.31-0.37% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tompkin และคณะ (1974) ได้ทดลองใช้โพแทสเซียมซอร์เบท 0.1% (1,000 ส่วนในล้านส่วน) กับผลิตภัณฑ์ไส้กรอก พบว่าโพแทสเซียมซอร์เบทจะช่วยยับยั้งการสร้างสารพิษของ *Cl. botulinum* ได้ ซึ่งไส้กรอกที่ไม่ใส่โพแทสเซียมซอร์เบทหลังจากเก็บไว้ 4 วัน จะเกิดสารพิษขึ้น แต่ตรวจไม่พบสารพิษในไส้กรอกที่ใส่โพแทสเซียมซอร์เบท 0.1% หลังจากเก็บไว้ 10 วัน

Robach และ Ivey (1978) ได้ทดลองนำเนื้ออกไก่ถ่ายเชื้อ *S. typhimurium* 13311 *S. heidelberg* 8326 และ *S. montevideo* 8387 10^3 ถึง 10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร จุ่มลงในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท ความเข้มข้น 2.5 5.0 และ 10% นาน 1 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6 10 และ 22°C พบว่าเนื้ออกไก่ที่ไม่ได้ผ่านการถ่ายเชื้อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 6°C และผ่านการจุ่มสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 0 2.5 และ 5.0% จะเก็บรักษาได้ 4 8 และ 8 วัน ตามลำดับ จึงเกิดกลิ่นที่ไม่เป็นที่ยอมรับ ในขณะที่เมื่อจุ่มเนื้ออกไก่ลงในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 10% จะเก็บรักษาได้ 8 วัน โดยไม่เกิดการเน่าเสีย เนื้ออกไก่ที่ไม่ได้ผ่านการถ่ายเชื้อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C โดยผ่านการจุ่มสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 0 2.5 และ 5.0% เก็บรักษาได้ 2 2 และ 5 วันตามลำดับ จึงเกิดกลิ่นที่ไม่เป็นที่ยอมรับ ในขณะที่การจุ่มเนื้ออกไก่ลงในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 10% จะเก็บรักษาได้ 7 วัน โดยไม่เกิดการเน่าเสีย เนื้ออกไก่ที่ไม่ผ่านการถ่ายเชื้อ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22°C ผ่านการจุ่มสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 0 2.5 5.0 และ 10% เก็บรักษาได้นาน 24 24 24 และ 96 ชั่วโมง ตามลำดับ จึงเกิดกลิ่นที่ไม่เป็นที่ยอมรับ เนื้ออกไก่ที่ผ่านการถ่ายเชื้อ *Salmonella* spp. 10^3 เซลล์ต่อมิลลิลิตร แล้วจุ่มสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 5 และ 10% เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C เป็นเวลา 2 และ 7 วัน ตามลำดับ จะมีปริมาณ *Salmonella* spp. แตกต่างจากเนื้ออกไก่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื้ออกไก่ที่ถ่ายเชื้อ *Salmonella* spp. 10^3 เซลล์ต่อมิลลิลิตร แล้วจุ่มสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 5 และ 10% เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22°C เป็นเวลา 2 และ 3 วัน ตามลำดับ มีปริมาณ *Salmonella* spp. 10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร เมื่อผ่านการจุ่มสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 5 และ 10% เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C เป็นเวลา 2 และ 5 วัน ตามลำดับ จะมีปริมาณ *Salmonella* spp. แตกต่างจากเนื้ออกไก่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื้ออกไก่ที่ถ่ายเชื้อ *Salmonella* spp. 10^5 เซลล์ต่อมิลลิลิตร แล้วจุ่มสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 5 และ 10% เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 22°C เป็นเวลา 1 และ 3 วัน ตามลำดับ มีปริมาณเชื้อ *Salmonella* spp. แตกต่างจากเนื้อไก่ส่วนอกควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท มีประสิทธิภาพในการควบคุมจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Salmonella* spp.

Cunningham (1979) ได้ทดลองนำเนื้อไก่สดจุ่มลงในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 30 วินาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C พบว่าเนื้อไก่สดผ่านการจุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 0 2.5 5.0 7.5 และ 10% มีอายุการเก็บรักษา 11 13 15 และ 17 วันตามลำดับ

Robach (1979) ได้ทดลองจุ่มซากไก่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 5% เป็นเวลา 30 วินาทีแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 3°C พบว่าซากไก่ที่จุ่มในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท มีอายุการเก็บรักษาได้ 19 วันในขณะที่ซากไก่ควบคุมเก็บรักษาได้นาน 10 วัน

Sofos และคณะ (1979) รายงานว่า การใช้กรดซอร์บิค 0.2% หรือการใช้กรดซอร์บิค 0.2% ร่วมกับโซเดียมไนไตรท์ 20 40 และ 156 ส่วนในล้านส่วน สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ของ *Cl. botulinum* ในไส้กรอกในช่วง 3 วันแรกที่อุณหภูมิ 27°C

Robach และ Stateler (1980) รายงานการใช้โพแทสเซียมซอร์เบท 0.2% หรือใช้โพแทสเซียมซอร์เบทร่วมกับโซเดียมคลอไรด์ 5% หรือ 7% เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S. aureus* สายพันธุ์ S-6 และ 12600 โดยทดสอบในอาหารเลี้ยงเชื้อ Trypticase Soy Broth ที่ค่าความเป็นกรดด่าง 6.0 และอุณหภูมิ 37°C ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใช้โซเดียมคลอไรด์กับโพแทสเซียมซอร์เบท 0.2% ให้ผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *S. aureus* ทั้งสองสายพันธุ์ได้มากกว่าการใช้โซเดียมคลอไรด์หรือโพแทสเซียมซอร์เบทเพียงอย่างเดียว

Greer (1982) นำเนื้อวัวส่วนที่เป็นซี่โครง (rib eye steaks) จุ่มในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 10% เป็นเวลา 1 นาที พบว่าค่าความเป็นกรดด่างบนผิวหน้าเนื้อลดลงเป็น 6.3 ถึง 6.1 ทันที ต่อจากนั้นจะลดลงเหลือ 5.6 ภายใน 1 วัน และมีผลทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียจำพวก phychrotrophic โดยมีระยะ lag phase เพิ่มขึ้นเป็น 3.95 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อวัวควบคุมที่จุ่มในน้ำซึ่งมีระยะ lag phase 0.44 วัน

Myer และคณะ (1983) ได้ทดลองนำเนื้อหมูที่ย่างแล้วขนาด 5×8×10 เซนติเมตร มาสเปรย์ด้วยสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทเข้มข้น 5 หรือ 10% เป็นเวลา 10 วินาที และนำเนื้อหมูขนาดเดียวกันมาจุ่มลงในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทเข้มข้น 5 หรือ 10% เป็นเวลา 30 วินาที พบว่าเนื้อหมูที่สเปรย์ด้วยสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทเข้มข้น 5 และ 10% เป็นเวลา 10 วินาที มีปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทเหลือ 0.0292 ± 0.0134 และ 0.0534 ± 0.0134 ส่วนเนื้อหมูที่จุ่มลงในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทเข้มข้น 5 และ 10% เป็นเวลา 30 วินาที มีปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทเหลือ 0.0672 ± 0.0124 และ 0.1304 ± 0.0130

McMeekin และคณะ (1984) ได้ทดลองนำเนื้อไก่สดขนาด 2×5×10 เซนติเมตร แบบที่มีหนังติดอยู่และแบบที่เลาะหนังออกมาจุ่มในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทเข้มข้น 5% เป็นเวลานาน 30 วินาที จากนั้นจึงระบายน้ำออกจากภาชนะที่แช่อีก 2 นาที แล้วนำไปบรรจุ เมื่อตรวจสอบพบว่าปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทที่เหลืออยู่มีเพียง 0.31-0.39%

Kondaiah และคณะ (1985) รายงานว่าการจุ่มเนื้อวัวที่มีการถ่ายเชื้อจุลินทรีย์ลงในสารผสมที่มีโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 10% เป็นเวลา 1 นาที สามารถลดปริมาณ *E. coli* *S.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

aureus Streptococcus faecalis และ *Cl. perfringens* ลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อวัวควบคุมที่จุ่มในน้ำ

Morrison และ Fleet (1985) ได้ทดลองนำซากไก่ที่ถ่ายเชื้อ *S. typhimurium* และ *S. sofia* 10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตรจุ่มในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 2.5% ที่อุณหภูมิ 18 หรือ 60°C เป็นเวลา 10 นาที พบว่าซากไก่มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและ *Salmonella* spp. ลดลง 99.6 และ 83.7% ตามลำดับ การจุ่มซากไก่ลงในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทที่อุณหภูมิ 60°C ลดปริมาณเชื้อได้ดีกว่าที่ 18°C

Zamora และ Zaritzky (1987) ได้ทดลองใช้โพแทสเซียมซอร์เบทในการเก็บรักษาเนื้อวัวที่ 4°C พบว่า การลดลงของปริมาณกรดซอร์บิคเกิดจากกรดซอร์บิคได้ทำหน้าที่ในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ และเนื่องจากกรดซอร์บิคมีโครงสร้างเหมือนกรดไขมันไม่อิ่มตัวจึงสามารถสลายตัวได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดเป็นสารประกอบคาร์บอนิลต่าง ๆ

Mendonca และคณะ (1989) พบว่าการจุ่มเนื้อหมูลงในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 10% มีผลทำให้เนื้อหมูสดบรรจุแบบสุญญากาศมีอายุการเก็บเพิ่มขึ้น 10 สัปดาห์ที่อุณหภูมิ 2-4°C เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อหมูควบคุมที่เก็บรักษาได้เพียง 4 สัปดาห์ นอกจากนี้การใช้สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทร่วมกับสารละลายฟอสเฟตยังช่วยปรับปรุงคุณภาพทางด้านสีของเนื้อหมูและลดการสูญเสียของเหลวในเนื้อหมู

Unda และคณะ (1990) พบว่าการใช้โพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 10% ร่วมกับฟอสเฟตผสมทางการค้า 5% โซเดียมคลอไรด์ 5% และโซเดียมอะซีเตท (sodium acetate) 10% สามารถยับยั้ง mesophilic psychrotrophic anaerobic facuttative anaerobic และ Lactobacilli โดยทำให้ระยะ lag phase ของจุลินทรีย์เหล่านี้ยาวนานขึ้นถึง 5 สัปดาห์ มีผลทำให้เนื้อวัวสันนอกบรรจุสุญญากาศเก็บที่ 2 ถึง 4°C ได้นานถึง 12 สัปดาห์ และสารประกอบฟอสเฟตยังช่วยลดการเกิดออกซิเดชันของไขมัน เพิ่มความสามารถในการดูดซึมสารละลาย ลดการสูญเสียของเหลวในเนื้อสัตว์ และป้องกันการเปลี่ยนสีของเนื้อสัตว์

Nadeem และคณะ (2003) ได้ศึกษาอายุการเก็บรักษาเนื้อแกะและเนื้อแพะสด ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5-7°C หลังจากสเปรย์ด้วยสารละลายผสมซึ่งประกอบด้วยโพแทสเซียมซอร์เบท โซเดียมอะซีเตต โซเดียมซิเตต โซเดียมแลคเตต ความเข้มข้นชนิดละ 2.5% และโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 5% เปรียบเทียบกับสารละลายผสมซึ่งประกอบด้วยโซเดียมอะซีเตต โซเดียมซิเตต โซเดียมแลคเตต ความเข้มข้นชนิดละ 2.5% และโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 5% พบว่า เนื้อแกะและเนื้อแพะสดที่ใช้สารละลายผสมชนิดหลังสามารถยับยั้ง *Bacillus* spp. ได้เล็กน้อยและตรวจไม่พบเมื่อเก็บรักษาไว้ 6 วัน อีกทั้งยังสามารถยืดระยะ lag phase ของจุลินทรีย์ทุกประเภทรวมทั้งจุลินทรีย์ในกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

psychrotrophes เมื่อเทียบกับสภาวะควบคุมที่เก็บได้เพียง 6 วัน ส่วนเนื้อแกะและเนื้อแพะสดที่ใช้สารละลายผสมชนิดหลังจะเก็บได้ 9 วัน ในขณะที่ถ้าใช้สารละลายผสมชนิดแรกจะเก็บได้ 8 วัน

Kathleen และคณะ (2007) ได้ทดสอบปริมาณ *Listeria monocytogenes* ในอาหารพร้อมปรุง ได้แก่ ไก่งวงที่ไม่ผ่านความร้อนและโบโลญญ่า (bologna) โดยใช้เกลือเบนโซเอท เกลือซอร์เบทและเกลือโพรพิโอเนท ซึ่งสารละลายผสมชนิดแรกประกอบด้วย โซเดียมเบนโซเอท 0.05% โพแทสเซียมซอร์เบท 0.05% และโซเดียมโพรพิโอเนท 0.05% ส่วนสารละลายผสมชนิดหลังประกอบด้วย โซเดียมเบนโซเอท 0.05% และโพแทสเซียมซอร์เบท 0.05% ผสมลงในวัตถุดิบแล้วนำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 73.9°C จากนั้นนำไปแช่เย็นแล้วหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ เมื่อได้ผลิตภัณฑ์แล้วถ่ายเชื้อ *L. monocytogenes* ลงไปประมาณ 4 log CFU/แพ็ค นำไปบรรจุในถุงสุญญากาศแล้วเก็บที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 13 สัปดาห์ พบว่าผลิตภัณฑ์ไก่งวงที่เติมสารละลายผสมทั้งชนิดแรกและชนิดหลังในช่วงแรกสามารถชะลอการเกิดจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคได้เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ควบคุม แต่เมื่อผ่านไป 6 สัปดาห์พบว่าปริมาณเชื้อ *L. monocytogenes* เพิ่มขึ้นเป็น 5 log CFU/แพ็ค ส่วนผลิตภัณฑ์ไส้กรอก สามารถลดปริมาณเหลือ 3.5 log CFU/แพ็ค เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ควบคุม จากงานวิจัยนี้ได้ผลสรุปว่า การใช้เกลือของกรดเพียงเล็กน้อย สามารถป้องกันการเจริญเติบโตของ *L. monocytogenes* ในผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูงที่ผ่านความร้อนและไม่ผ่านความร้อน

2.3.4.1 กลไกที่กระทำต่อจุลินทรีย์ของสารโพแทสเซียมซอร์เบท

สารโพแทสเซียมซอร์เบทมีประสิทธิภาพในการยับยั้งกระบวนการเมตาบอลิซึมของแบคทีเรีย ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏของจุลินทรีย์ เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและหน้าที่ของผนังเซลล์ โดยทำให้เกิดการรั่วของผนังเซลล์ ยับยั้งกระบวนการขนส่ง การดูดซึมอาหารและการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวกับกระบวนการเมตาบอลิซึม เช่น เอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส คาทาเลส นอกจากนี้ยังยับยั้งกระบวนการขนส่งอิเลคตรอน ยับยั้งการขับเคลื่อนโปรตอนผ่านผนังเซลล์ (Sofos, 1989) สารโพแทสเซียมซอร์เบท มีผลทำให้ระยะ lag phase ของแบคทีเรียยาวนานขึ้น (Greer, 1982; Zamoro and Zaritzky, 1987) และลดอัตราการเจริญเติบโตในระยะ exponential phase ของแบคทีเรีย (Zamoro and Zaritzky, 1987) สารโพแทสเซียมซอร์เบทสามารถยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ได้ที่ความเป็นกรดด่างในช่วงกว้าง โดยกลไกที่เกลือซอร์เบทกระทำต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์มีดังนี้

2.3.4.1.1 กลไกการยับยั้งการสร้างสปอร์ของแบคทีเรีย

มีการศึกษามากมายแสดงให้เห็นผลของเกลือซอร์เบทในการยับยั้งการงอกของสปอร์ของแบคทีเรียหลายชนิด ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยับยั้ง ได้แก่ ชนิดและสายพันธุ์ของแบคทีเรีย ความเป็นกรดด่างและความเข้มข้นของเกลือซอร์เบทที่ใช้ โดยกลไกการยับยั้งของเกลือซอร์เบทต่อการงอกของสปอร์ของแบคทีเรียมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เกลือซอร์เบทเป็นตัวยับยั้งแบบแข่งขันต่อกรดอะมิโนที่เหนี่ยวนำให้เกิดการงอกของสปอร์ และสามารถย้อนกลับมาเป็นตัวยับยั้งได้อีก (reversible inhibitor)

- เกลือซอร์เบทไม่ได้ยับยั้งการปล่อย (triggering) สปอร์ แต่ยับยั้งขั้นตอนในกระบวนการงอกของสปอร์

- เกลือซอร์เบทอาจจะยับยั้งเอนไซม์สปอโรไลติค (sporolytic enzyme) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการงอกของสปอร์

- เกลือซอร์เบทอาจจะทำปฏิกิริยากับเมมเบรนของสปอร์

2.3.4.1.2 กลไกการยับยั้งต่อกระบวนการสังเคราะห์ทางชีวะ (biosynthetic process)

ในบางสภาวะเกลือซอร์เบททำให้ลักษณะบางอย่างของเซลล์จุลินทรีย์เปลี่ยนแปลง มีการรวมตัวของเกลือซอร์เบทกับโครงสร้างจำเพาะของเซลล์หรืออาจเกิดการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการสังเคราะห์ทางชีวะภายในเซลล์ มีการศึกษาที่พบการเปลี่ยนแปลงในเซลล์จุลินทรีย์คือ

- ในเซลล์ยีสต์ ฟอสโฟโปรตีนจะจับตัวกันแน่น (dense phosphoprotein) นิวเคลียสผิดแปลกไป (irregular nucleus) ไมโตคอนเดรีย (mitochondria) และแวคิวโอ (vacuoles) มีจำนวนเพิ่มขึ้นและมีหลายขนาด

- เซลล์ของ *Cl. botulinum* จะยาวและมีส่วนพองนูน ทำให้การแบ่งเซลล์บกพร่อง

- เซลล์ของ *Cl. sporogenes* ปกติจะมีลักษณะเป็นเส้นใยแบบไม่มีผนังกั้น (filamentous and nonseptate) จะเกิดการเปลี่ยนแปลงคือ รูปร่างจะผิดแปลกไป มีส่วนโค้งนูนหลายแห่ง หากมีผนังกั้นจะทำให้เซลล์ด้านในหนาขึ้น ผนังเซลล์ด้านนอกบางส่วนหายไป

- เซลล์ของ *Alteromonas putrefaciens* พบว่าการใช้เกลือซอร์เบทที่ค่าความเป็นกรดด่าง 7.0 จะเพิ่มค่าความไม่ชอบน้ำ (hydrophobicity) ของเซลล์ ผนังเซลล์จะถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์ไลโซโซม (lysosome)

2.3.4.1.3 กลไกการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

การยับยั้งของเกลือซอร์เบทอาจแยกได้เป็นสองลักษณะคือ ลักษณะที่หนึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของผนังเซลล์ด้วยกลไกต่าง ๆ ลักษณะที่สองคือ มีการยับยั้งเมตาบอลิซึมของเซลล์ด้วยกลไกต่าง ๆ ได้แก่

- เกลือซอร์เบททำให้มีการเปลี่ยนแปลงสัณฐาน ความสมบูรณ์และหน้าที่ของผนังเซลล์ เช่น รูของผนังเซลล์โตขึ้น

- เกลือซอร์เบทลดการดูดซึมคาร์บอนจากสารตั้งต้นพวก กลูโคส (glucose) อะซีเตท ซัคซิเนท (succinate) ไพรูเวท (pyruvate) แลคเตท (lactate) ออกซาเลท (oxalate) แอลฟา คีโตกลูตาเลท (α-ketoglutarate) เอทานอล (ethanol) และอะเซทาลดีไฮด์ (acetaldehyde)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เกลือซอร์เบทยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ของจุลินทรีย์ ซึ่งอาจนำไปสู่กระบวนการทำลายที่สำคัญของเซลล์ เช่น การถ่ายเทสารเข้าออกเซลล์ กระบวนการเมทาบอลิซึมของเซลล์ การเจริญเติบโตและการแบ่งเซลล์ เอนไซม์ที่ถูกยับยั้ง ได้แก่ แอลกอฮอล์ ดีไฮโดรจีเนส ฟูมาเรส (fumarase) อีนอเลส (enolase) แอสพาร์เทส (aspartase) คาทาเลส (catalase) มาเลท ดีไฮโดรจีเนส (malate dehydrogenase) แอลฟ่า คีโตกลูตาเลท ดีไฮโดรจีเนส (α-ketoglutarate dehydrogenase) ซัคซินิค ดีไฮโดรจีเนส (succinic dehydrogenase) และไฟซิน (ficin)

- เกลือซอร์เบทถ้าอยู่ในรูปกรดซอร์บิคจะละลายในไขมันได้ดี จึงอาจรบกวนกลไกการถ่ายเทสารตั้งต้นหรือการถ่ายเทอิเลคตรอน เป็นผลให้เซลล์ขาดอาหารเนื่องจากมีการยับยั้งการถ่ายเทสารตั้งต้นเข้าสู่เซลล์

ในบางสภาวะยีสต์บางสายพันธุ์สามารถต้านทานต่อการยับยั้งของเกลือซอร์เบทได้ ได้แก่ ยีสต์ในจีนัส Zygosaccharomyces Saccharomyces Torulopsis Brettanomyces Candida

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 เครื่องมือ

3.1.1.1 เครื่อง UV-spectrophotometry	Shimadzu UV-1601	ออสเตรเลีย
3.1.1.2 เครื่อง vacuum-seal package	Sammic V252T	เยอรมัน
3.1.1.3 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง	Pine Brook ARC120	อเมริกา
3.1.1.4 ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ	Sanyo	ญี่ปุ่น
3.1.1.5 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)	Memmert W600	เยอรมัน
3.1.1.6 ตู้บ่มเพาะเชื้อ (incubator)	Heraeus	เยอรมัน
3.1.1.7 หม้อนึ่งความดัน (autoclave)	Tomy SS-320	ญี่ปุ่น
3.1.1.8 ตู้อบลมร้อน (hot air oven)	Memmert	เยอรมัน
3.1.1.9 ตู้เขี่ยเชื้อ (laminar flow)	ABS 1200	สหราชอาณาจักร
3.1.1.10 เครื่องตีป่นอาหาร (stomacher)	Basic	สเปน

3.1.2 วัตถุดิบ

3.1.2.1 เป็ดพะโล้ผลิตจากเป็ดพันธุ์เชอรี่วัลเลย์ทั้งชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูก จากบริษัทซีพีเอฟ ผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด

3.1.2.2 ถุงพลาสติก NY15+LLDPE120 ขนาด 150×230 มิลลิเมตร จากบริษัท ซีเอ็นเอ็น แพ็คกิ้ง จำกัด

3.1.3 สารเคมี

3.1.3.1 สารเคมีที่ใช้ในการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่

Potato Dextrose Agar (PDA)	Lab-Scan	สเปน
Plate Count Agar (PCA)	Merck	เยอรมันนี
Escherichia broth (EC)	Merck	เยอรมันนี
Lauryl Sulphate Tryptose Broth (LSTB)	Scharlau	สเปน
Brilliant Green Lactose Bile Broth 2% (BGLB)	Scharlau	สเปน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.2 สารเคมีที่ใช้ในการตรวจปริมาณซอร์เบทที่ตกค้าง ได้แก่

ปิโตรเลียมอีเธอร์	Scharlau	สเปน
กรดไฮโดรคลอริค	Scharlau	สเปน

3.1.3.3 โพแทสเซียมซอร์เบท (food grade) Nantong Acetic Acid Chemical Co., Ltd. (China)

3.1.4 อุปกรณ์

3.1.4.1 เครื่องแก้วสำหรับงานวิเคราะห์ทางเคมี ได้แก่ บีกเกอร์ ชวดรูปชมพู่ กรวยกรอง

3.1.4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ Stomacher bag จานเพาะเชื้อ หลอดทดลองขนาด 16×150 มิลลิเมตร ที่มีฝาปิด ปิเปต forceps ห่วงเขี่ยเชื้อ (loop) เครื่องตีป่นอาหาร เครื่องผสม (vertex mixer) ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.1.4.3 เครื่องครัว ได้แก่ มีด เขียง หม้อสแตนเลส ตะแกรงสแตนเลส

3.2 วิธีการดำเนินงาน

3.2.1 การศึกษาความเข้มข้นของโพแทสเซียมซอร์เบทที่เหมาะสม

เก็บตัวอย่างเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกจากบริษัท ซีพีเอฟ ผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด ตลอดการทดลองเก็บตัวอย่างเวลา 6.30 น. จากนั้นเตรียมสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 2,000 3,000 และ 4,000 ส่วนในล้านส่วน แช่เป็ดพะโล้ชนิดที่ถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกโดยใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักเป็ดต่อสารละลาย คือ 1.5:1 (% w/v) นาน 60 วินาที จากนั้นนำขึ้นมาทิ้งให้แห้งบนตะแกรงสแตนเลส นำตัวอย่างมาทดสอบในด้าน

3.2.1.1 ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทที่ตกค้างในเป็ดพะโล้ (AOAC, 2000) เลือกสภาวะที่ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้างในผลิตภัณฑ์ไม่เกิน 1,000 ส่วนในล้านส่วนต่อน้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม ซึ่งเป็นปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84 (2527) (กระทรวงสาธารณสุข, 2547)

3.2.1.2 ทดสอบทางประสาทสัมผัส นำตัวอย่างเป็ดพะโล้ที่มีปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้างไม่เกินปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ นำเป็ดพะโล้มาอุ่นด้วยไมโครเวฟเป็นเวลา 1 นาที แล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ hedonic test 7 ระดับในด้านสี กลิ่นแปลกปลอม รสแปลกปลอมและความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบซึ่งผ่านการฝึกฝนจำนวน 15 คน เป็นพนักงานในบริษัท ซีพีเอฟ ผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด ที่มีความเชี่ยวชาญด้านผลิตภัณฑ์เป็ดพะโล้

ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลในข้อ 3.2.1.2 ตามแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design (RCBD) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test นำผลการทดลองข้อ 3.2.1.1 และ 3.2.1.2 มาพิจารณาเพื่อเลือกปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเป็ดพะโล้

3.2.2 การศึกษาอายุการเก็บของเป็ดพะโล้

นำตัวอย่างเป็ดพะโล้ชนิดที่ถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกมาแช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทโดยใช้ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทที่เลือกจากข้อ 3.2.1 แบ่งบรรจุถุงพลาสติกชนิด NY15+LLDPE ขนาด 120 150×230 มิลลิเมตร ถุงละ 100 กรัม จำนวน 21 ถุง ปิดผนึกถุงในสภาวะสุญญากาศด้วยเครื่อง vacuum-seal package เก็บรักษาที่ 4°C โดยวิเคราะห์ตัวอย่างทุกสัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นวิเคราะห์ตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์จนครบ 12 สัปดาห์ ในด้าน

3.2.2.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count; TPC or Aerobic Plate Count) (AOAC, 2000)

3.2.2.2 ปริมาณโคลิฟอร์มและฟีคอลโคลิฟอร์ม (AOAC, 2000)

3.2.2.3 ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2000)

3.2.2.4 ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้าง เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.1

3.2.2.5 ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นแปลกปลอม รสแปลกปลอมและความชอบโดยรวมของเป็ดพะโล้ เช่นเดียวกับข้อ 3.2.1.2 โดยเปรียบเทียบกับตัวอย่างเป็ดพะโล้ที่ทำใหม่ทุกสัปดาห์ จะหยุดการทดสอบทางประสาทสัมผัสเมื่อผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจากข้อ 3.2.2.1 เกินเกณฑ์มาตรฐาน

ค่าทางจุลินทรีย์ที่ยอมรับได้สำหรับการวิเคราะห์ในข้อ 3.2.2.1-3.2.2.3 จะใช้ดังนี้

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดใช้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเรื่องเป็ดพะโล้ ซึ่งกำหนดให้มีค่าไม่เกิน 6 log CFU/g (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548)
- ปริมาณโคลิฟอร์มโดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number) ใช้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเรื่องเป็ดพะโล้เช่นเดียวกัน ซึ่งกำหนดให้มีค่าน้อยกว่า 3/g (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548)
- ปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์มโดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number) ใช้ตามมาตรฐานอาหารพร้อมบริโภคของประเทศบราซิล ซึ่งกำหนดให้มีค่า 100/g (Consumers Union, 2010)
- ปริมาณยีสต์และรา ใช้ตามมาตรฐานของข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสินค้าเกษตรและอาหาร ซึ่งกำหนดให้มีค่าไม่เกิน 2 log CFU/g (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลในข้อ 3.2.2.4 ตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ส่วนข้อมูลในข้อ 3.2.2.5 วิเคราะห์ตามแผนการทดลองแบบ Randomize Complete Block Design (RCBD) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของเป็ดพะโล้ที่แช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การศึกษาความเข้มข้นของโพแทสเซียมซอร์เบทที่เหมาะสม

ผลการตรวจปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้าง เมื่อแช่เป็ดพะโล้ชนิดที่ถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้นต่างกันแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทที่ตกค้างในเป็ดพะโล้

ชนิดของเป็ดพะโล้	ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทที่ใช้แช่ (ส่วนในล้านส่วน)	ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้างในเป็ดพะโล้ (ส่วนในล้านส่วน)
ถอดกระดูก	2,000	80.44±4.85
	3,000	125.44±9.03
	4,000	161.56±1.62
ไม่ถอดกระดูก	2,000	44.51±1.89
	3,000	102.05±3.90
	4,000	141.32±7.48

จากตารางที่ 4.1 พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทที่ใช้แช่อยู่ในช่วงที่ทำการทดลองคือ 2,000-4,000 ส่วนในล้านส่วน ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้างจะไม่เกิน 1,000 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งเป็นปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84 (2527) (กระทรวงสาธารณสุข, 2547) ดังนั้นสามารถนำตัวอย่างในการทดลองมาบริโภคหรือนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสได้ทุกตัวอย่าง

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกเมื่อแช่ในสารละลายในโพแทสเซียมซอร์เบทแสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ทางสถิติของผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นแปลกปลอม รสแปลกปลอมและความชอบโดยรวมของเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้นแตกต่างกัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C

ความเข้มข้นของสารละลายที่แช่ (ส่วนในล้านส่วน)	คะแนนเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน							
	เป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูก				เป็ดพะโล้ชนิดไม่ถอดกระดูก			
	สีของเนื้อเป็ดพะโล้ ns	กลิ่นแปลกปลอม ns	รสแปลกปลอม ns	ความชอบโดยรวม ns	สีของเนื้อเป็ดพะโล้ ns	กลิ่นแปลกปลอม ns	รสแปลกปลอม ns	ความชอบโดยรวม ns
0	3.05±0.78	2.52±0.84	2.10±1.10	3.96±0.70	3.03±0.73	2.82±1.12	2.20±1.03	4.00±0.78
2,000	2.71±1.04	2.74±1.20	2.61±1.58	3.74±0.86	3.17±0.74	2.21±0.75	2.29±0.74	3.91±1.42
3,000	3.10±1.21	2.60±0.90	3.19±0.94	3.62±1.36	3.26±0.62	2.22±0.65	3.00±0.88	3.89±1.91
4,000	3.07±1.15	3.16±1.12	3.49±0.83	3.23±1.50	3.11±0.68	2.44±0.47	3.15±0.83	3.42±1.09

หมายเหตุ ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p>0.05$)

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าสำหรับเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูก การแช่เป็ดพะโล้ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทที่มีความเข้มข้นในช่วง 2,000-4,000 ส่วนในล้านส่วน เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่แช่ ไม่มีผลทำให้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเป็ดพะโล้ทุกด้านที่ทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นเดียวกันทั้ง 2 กรณี โดยผู้ทดสอบให้คะแนนอยู่ในช่วงระหว่างไม่ชอบปานกลางถึงเฉย ๆ ซึ่งยังสามารถยอมรับได้ ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Fandos และ Dominguez (2007) ซึ่งทดลองจุ่มขาไก่ลงในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทเข้มข้น 2 และ 5% (20,000 และ 50,000 ส่วนในล้านส่วน) ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่างขาไก่ที่จุ่มสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้นต่างกันและไม่แช่สารละลายได้ และเมื่อพิจารณาปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้างในเป็ดพะโล้จากตารางที่ 4.1 ประกอบกัน สรุปว่า จะเลือกใช้ความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท 2,000 ส่วนในล้านส่วน ในการทดลองต่อไปเนื่องจากเป็นปริมาณต่ำสุด ซึ่งจะทำให้ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้างน้อยกว่าการใช้ความเข้มข้นอื่น ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคน้อยกว่าและเป็นการช่วยลดต้นทุนในการผลิตหากนำไปใช้ปฏิบัติจริง

4.2 การศึกษาอายุการเก็บของเป็ดพะโล้

4.2.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count; TPC)

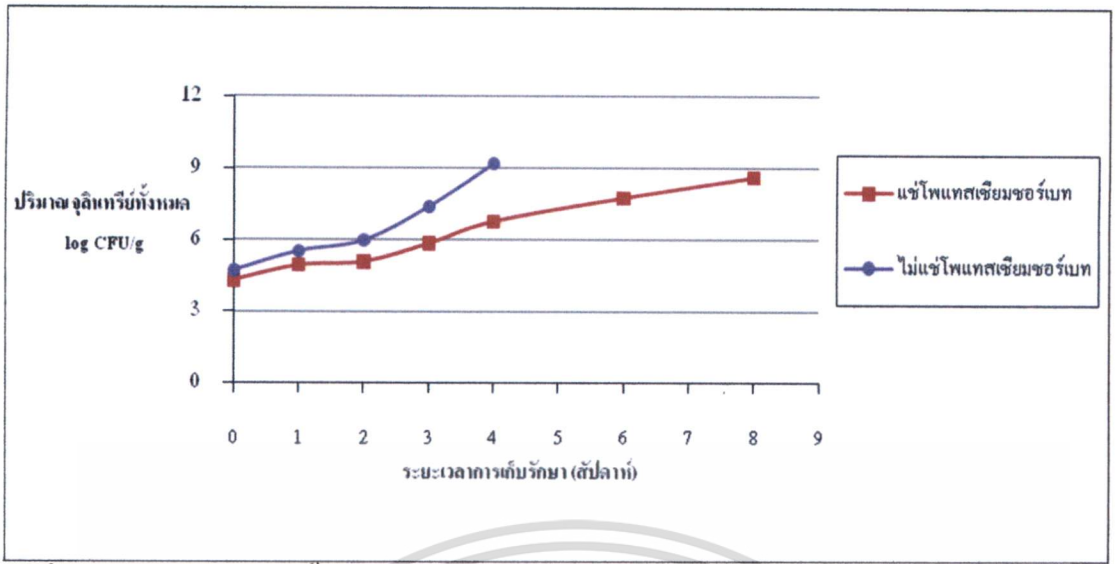
ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในเป็ดพะโล้แสดงในตารางที่ 4.3 เมื่อนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟ จะได้ดังรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

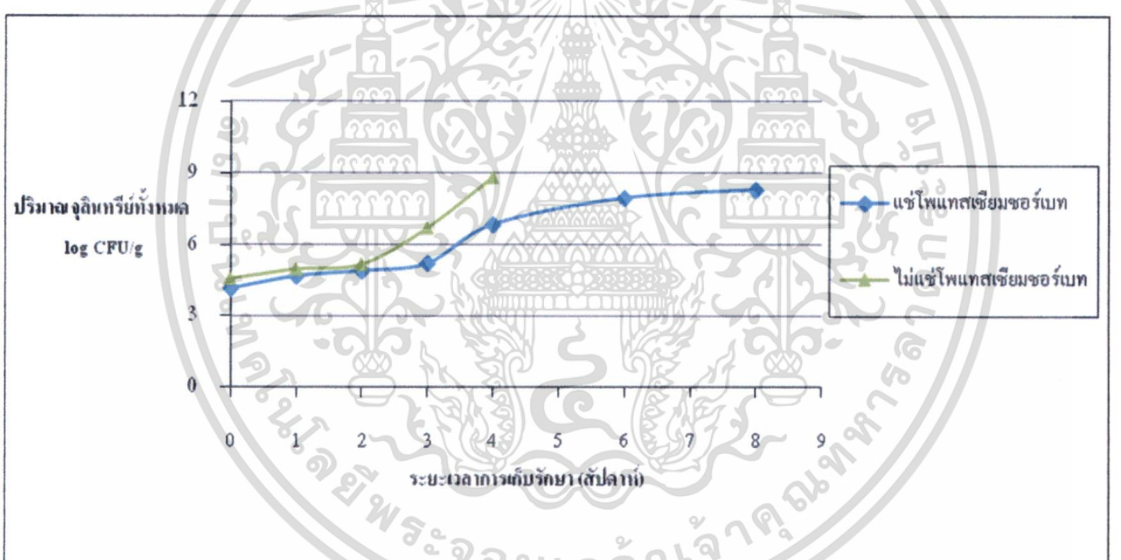
ตารางที่ 4.3 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g) ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์

ชนิดของเป็ดพะโล้	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g)									
	0	1	2	3	4	6	8	10	12	สัปดาห์
ถอดกระดูก										
แช่	4.30	4.93	5.07	5.84	6.77	7.75	8.63	8.49	8.58	
ไม่แช่	4.71	5.52	5.97	7.39	9.19	-	-	-	-	
ไม่ถอดกระดูก										
แช่	4.31	4.67	4.89	5.21	6.84	7.95	8.29	8.17	8.53	
ไม่แช่	4.58	4.98	5.19	6.71	8.83	-	-	-	-	

หมายเหตุ - หมายถึง หยุดการตรวจวิเคราะห์เนื่องจากปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (ค่า TPC) เกินเกณฑ์มาตรฐาน



รูปที่ 4.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g) ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์



รูปที่ 4.2 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g) ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์

จากตารางที่ 4.3 พบว่า หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์ เป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่ไม่แช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทมีค่า log CFU/g ของจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 7.39 และ 6.71 ซึ่งเกินปริมาณสูงสุดที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนคือ 6.00 ในขณะที่เป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่แช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทมีค่า log CFU/g ของจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 5.84 และ 5.21 ซึ่งยังไม่เกินปริมาณสูงสุดที่กำหนด แต่ปริมาณจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นจนมีค่ามากกว่า 6.00 หลังจากเก็บไว้ 4 สัปดาห์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด การแช่เป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทจะช่วยให้สามารถเก็บเป็ดพะโล้ได้ 3 สัปดาห์ ในขณะที่เมื่อไม่ได้แช่จะเก็บได้ 2 สัปดาห์ จากรูปที่ 4.1 และ 4.2 การใช้สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 2,000 ส่วนในล้านส่วน ในเป็ดพะโล้ชนิดถอดและไม่ถอดกระดูกสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ โดยทำให้ระยะ lag phase ของจุลินทรีย์ทั้งหมดยาวนานขึ้นถึง 3 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Greer (1982) สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทมีผลทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย โดยมีระยะ lag phase เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม

จะเห็นว่าการแช่เป็ดพะโล้ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 2,000 ส่วนในล้านส่วนสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และยืดอายุการเก็บรักษาเป็ดพะโล้ได้ การทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ พันธิตรา พรหมรักษา (2546) ซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวที่ไม่ได้จุ่มสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทและบรรจุแบบปิดผนึกสุญญากาศ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30°C สามารถเก็บรักษาได้ 8 วัน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเปรี้ยวที่จุ่มสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทและเก็บรักษาในสภาวะเดียวกัน สามารถเก็บรักษาได้ 16 วัน และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Robach (1979) ซึ่งพบว่าซากไก่ที่แช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทสามารถเก็บรักษาได้นาน 19 วัน ในขณะที่ซากไก่ที่ไม่ได้แช่เก็บรักษาได้ 10 วัน

4.2.2 ปริมาณโคลิฟอร์มและฟีคอลโคลิฟอร์ม

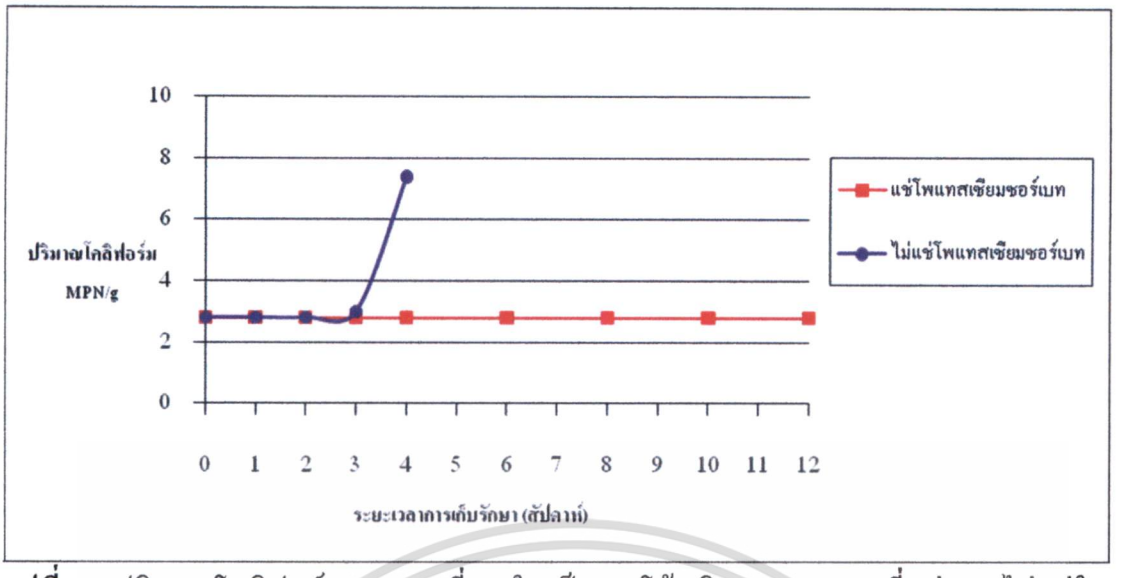
ผลการวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มในเป็ดพะโล้แสดงในตารางที่ 4.4 เมื่อนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟ จะได้ดังรูปที่ 4.3 และ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

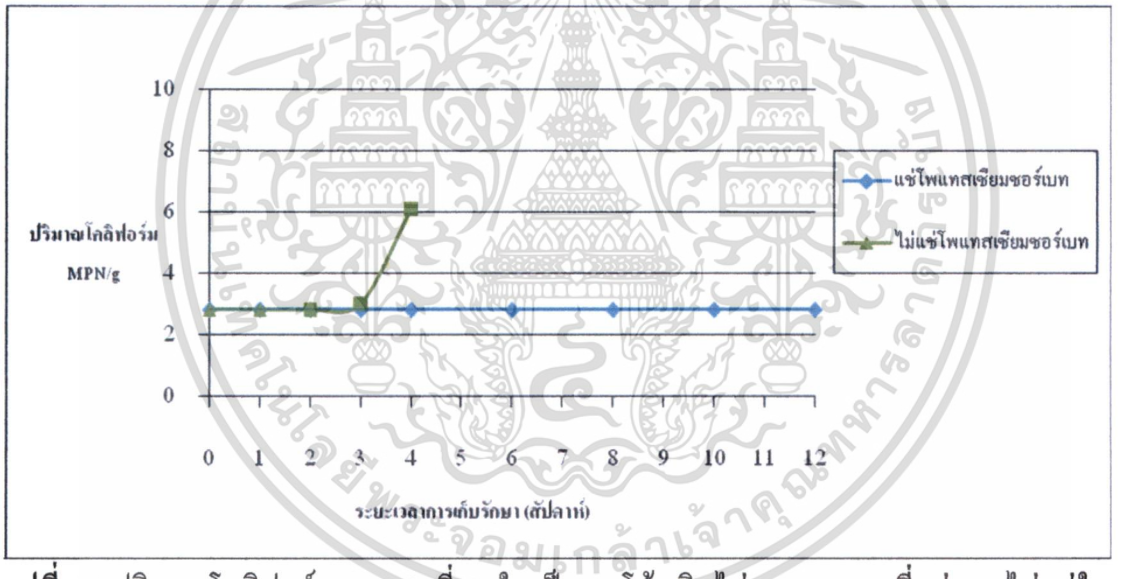
ตารางที่ 4.4 ปริมาณโคลิฟอร์ม MPN/g ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์

ชนิดของเป็ดพะโล้	ปริมาณโคลิฟอร์ม (MPN/g)									
	0	1	2	3	4	6	8	10	12	สัปดาห์
ถอดกระดูก										
แช่	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	
ไม่แช่	<3	<3	<3	3	7.4	-	-	-	-	
ไม่ถอดกระดูก										
แช่	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	
ไม่แช่	<3	<3	<3	3	6.1	-	-	-	-	

หมายเหตุ - หมายถึง หยุดการตรวจวิเคราะห์เนื่องจากปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (ค่า TPC) เกินเกณฑ์มาตรฐาน



รูปที่ 4.3 ปริมาณโคลิฟอร์ม MPN/g ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์



รูปที่ 4.4 ปริมาณโคลิฟอร์ม MPN/g ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์

จากตารางที่ 4.4 พบว่า หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์ เป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่ไม่แช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทเริ่มมีปริมาณโคลิฟอร์มเพิ่มขึ้นเป็น 3 MPN/g และปริมาณจะเพิ่มเป็น 7.4 MPN/g และ 6.1 MPN/g หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งเกินปริมาณสูงสุดที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนคือ <3 MPN/g ในขณะที่เป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่แช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทมีปริมาณโคลิฟอร์ม <3 MPN/g ตลอดระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ ผลการทดลองแสดงว่า เมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณโคลิฟอร์ม การแช่เป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทจะช่วยให้

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเก็บเป็ดพะโล้นาน 12 สัปดาห์ ในขณะที่เมื่อไม่ได้แช่จะเก็บได้ 2 สัปดาห์ จากรูปที่ 4.3 และ 4.4 การใช้สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 2,000 ส่วนในล้านส่วน ในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของโคลิฟอร์มได้ โดยทำให้ระยะ lag phase ของโคลิฟอร์มยาวนานขึ้นถึง 3 สัปดาห์

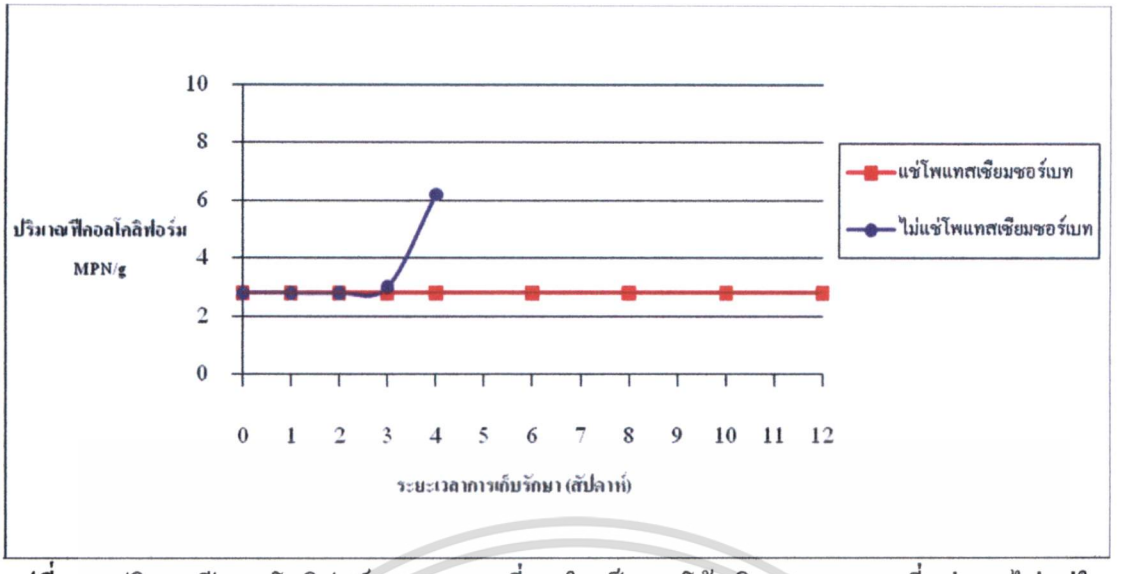
ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์มในเป็ดพะโล้แสดงในตารางที่ 4.5 เมื่อนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟ จะได้ดังรูปที่ 4.5 และ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

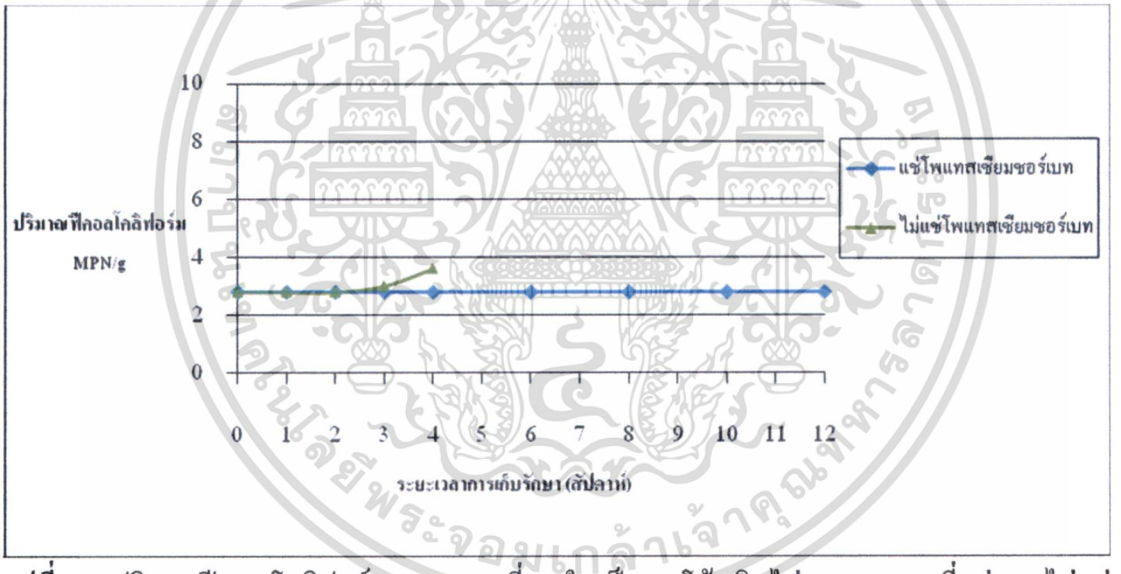
ตารางที่ 4.5 ปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์ม MPN/g ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์

ชนิดของเป็ดพะโล้	ปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์ม (MPN/g)									
	0	1	2	3	4	6	8	10	12	สัปดาห์
ถอดกระดูก										
แช่	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	
ไม่แช่	<3	<3	<3	3	6.2	-	-	-	-	
ไม่ถอดกระดูก										
แช่	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	
ไม่แช่	<3	<3	<3	3	3.6	-	-	-	-	

หมายเหตุ - หมายถึง หยุดการตรวจวิเคราะห์เนื่องจากปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (ค่า TPC) เกินเกณฑ์มาตรฐาน



รูปที่ 4.5 ปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์ม (MPN/g) ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์



รูปที่ 4.6 ปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์ม (MPN/g) ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์

จากตารางที่ 4.5 พบว่า หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์ เป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่ไม่แช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทมีปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์มเพิ่มขึ้นจาก <3 MPN/g เป็น 3 MPN/g และเพิ่มเป็น 6.2 MPN/g และ 3.6 MPN/g หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งยังไม่เกินปริมาณสูงสุดที่กำหนดในมาตรฐานอาหารพร้อมบริโภคของประเทศบราซิล ซึ่งกำหนดให้มีค่า 100/g ในขณะที่เป็ดพะโล้ที่แช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทมีปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์ม <3 MPN/g ตลอดระยะเวลาเก็บ 12 สัปดาห์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์ม การแช่เป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกในสารละลาย

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพแทสเซียมซอร์เบทจะช่วยให้สามารถเก็บได้นาน 12 สัปดาห์ ขณะที่เมื่อไม่ได้แช่จะเก็บได้ 4 สัปดาห์ จากรูปที่ 4.5 และ 4.6 การใช้สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 2,000 ส่วนในล้านส่วน ในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของฟีคอลโคลิฟอร์มได้ โดยทำให้ระยะ lag phase ของฟีคอลโคลิฟอร์มยาวนานขึ้นถึง 12 สัปดาห์

เมื่อพิจารณาจากผลการทดลอง พบว่าการแช่เป็ดพะโล้ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทจะช่วยควบคุมการเพิ่มปริมาณโคลิฟอร์มและฟีคอลโคลิฟอร์มได้ มีการศึกษาพบว่า กรดซอร์บิคและโพแทสเซียมซอร์เบทมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Bacillus* spp. *Clostridium* spp. *Escherichia* spp. *Salmonella* spp. *Staphylococcus* spp. (Davidson *et al.*, 2005) อภิษฎาช์ ศรีเครือดง (2547) นำตัวอย่างเนื้อสุกรที่ใส่เชื้อ *E. coli* แล้วจุ่มในสารละลายผสมระหว่างโพแทสเซียมซอร์เบท 5% และกรดแอสคอบิค 1% และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1°C พบว่าในวันที่ 5-11 ของการเก็บรักษาไม่พบการเจริญของ *E. coli* Kondaiah *et al.* (1985) ทดลองจุ่มเนื้อวัวที่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ลงในสารละลายที่มีโพแทสเซียมซอร์เบทเข้มข้น 10% เป็นเวลา 1 นาที พบว่าสามารถลดจำนวน *E. coli, S. aureus, S. fecalis, Cl. perfringens* ลงได้ Koodie และ Dhople (2001) พบว่ากรดซอร์บิคสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *E. coli* O157:H7 ได้ เมื่อใช้ในปริมาณ 0.05%

4.2.3 ปริมาณยีสต์และรา

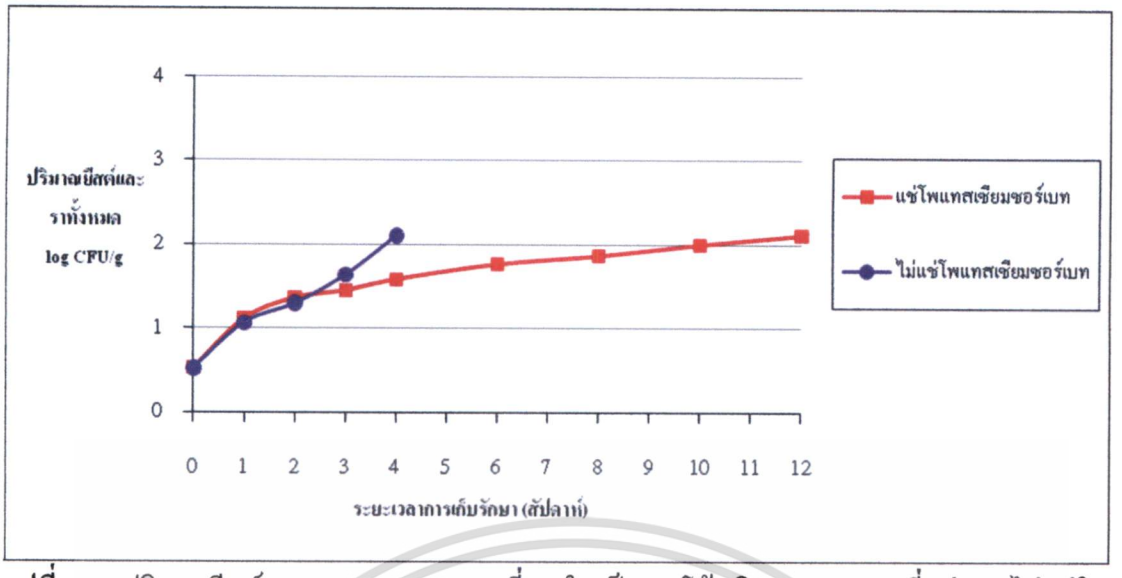
ผลการวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา ในเป็ดพะโล้ แสดงในตารางที่ 4.6 เมื่อนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟ จะได้ดังรูปที่ 4.7 และ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

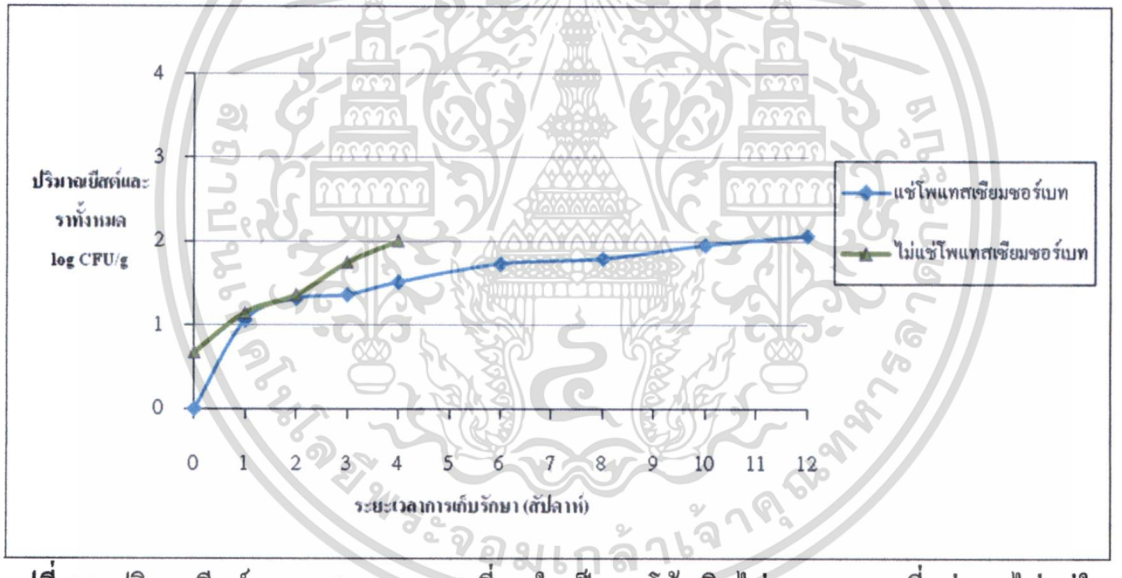
ตารางที่ 4.6 ปริมาณยีสต์และรา log CFU/g ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์

ชนิดของเป็ดพะโล้	ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/g)									
	0	1	2	3	4	6	8	10	12	สัปดาห์
ถอดกระดูก										
แช่	0.52	1.11	1.36	1.45	1.58	1.77	1.86	2.00	2.11	
ไม่แช่	0.52	1.06	1.29	1.64	2.11	-	-	-	-	
ไม่ถอดกระดูก										
แช่	0.00	1.06	1.32	1.37	1.52	1.74	1.80	1.96	2.07	
ไม่แช่	0.67	1.15	1.36	1.75	2.01	-	-	-	-	

หมายเหตุ - หมายถึง หยุดการตรวจวิเคราะห์เนื่องจากปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (ค่า TPC) เกินเกณฑ์มาตรฐาน



รูปที่ 4.7 ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/g) ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์



รูปที่ 4.8 ปริมาณยีสต์และรา (log CFU/g) ที่พบในเป็ดพะโล้ชนิดไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์

จากตารางที่ 4.6 พบว่า หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่ไม่แช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทมีค่า log CFU/g ของยีสต์และราเท่ากับ 2.11 และ 2.01 ซึ่งเกินปริมาณสูงสุดที่กำหนดในข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของสินค้าเกษตรและอาหารคือ 2.00 ในขณะที่เป็ดพะโล้ที่แช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทมีค่า log CFU/g ของยีสต์และราเท่ากับ 1.58 ซึ่งยังไม่เกินปริมาณสูงสุดที่กำหนด โดยปริมาณจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นจนมีค่ามากกว่า 2.00 หลังจากเก็บไว้ 12 สัปดาห์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณยีสต์และรา การแช่เป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกในสารละลายโพแทสเซียม

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซอร์เบทจะช่วยให้สามารถเก็บเปิดพะโล้ได้อย่างน้อย 10 สัปดาห์ ในขณะที่เมื่อไม่ได้แช่จะเก็บได้ 3 สัปดาห์ จากรูปที่ 4.5 และ 4.6 การใช้สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 2,000 ส่วนในล้านส่วน ในเปิดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของยีสต์และราได้ โดยทำให้ระยะ lag phase ของยีสต์และรายาวนานขึ้นถึง 3 สัปดาห์

จะเห็นว่าการแช่เปิดพะโล้ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 2,000 ส่วนในล้านส่วน สามารถลดการเจริญของยีสต์และราได้ เปิดพะโล้ที่แช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทมีการเจริญเติบโตของยีสต์และราน้อยกว่าเปิดพะโล้ที่ไม่แช่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเติมศักดิ์ ส่งวัฒนา (2526) ที่พบว่าเมื่อนำปลาสลิดสดมาเติมโซเดียมคลอไรด์ 12% หมักไว้ 12-15 ชั่วโมง ล้างแล้วแช่น้ำนาน 30 นาที แล้วนำไปแช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 0.7% (7,000 ส่วนในล้านส่วน) สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28-32°C ได้นาน 5 วัน

เมื่อพิจารณาค่าทางจุลินทรีย์ทุกชนิดที่วิเคราะห์ ทั้งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม ฟีคอลโคลิฟอร์ม ยีสต์และราพบว่า การแช่เปิดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C จะช่วยให้สามารถเก็บได้นาน 3 สัปดาห์ ในขณะที่เมื่อไม่ได้แช่จะเก็บได้ 2 สัปดาห์ เนื่องจากปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดจะเกินค่าที่กำหนดในมาตรฐาน

4.2.4 ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้างในเปิดพะโล้

ผลของการตรวจหาปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทที่ตกค้างในเปิดพะโล้ที่แช่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 2,000 ส่วนในล้านส่วนระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้าง (ส่วนในล้านส่วน) ในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูก เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 12 สัปดาห์

ชนิดของเป็ดพะโล้	ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้าง (ส่วนในล้านส่วน)
ถอดกระดูก	0	100.84±4.21
	2	94.10±2.17
	4	87.37±2.13
	6	90.17±2.27
	8	82.87±1.17
	10	80.44±2.02
	12	76.70±1.71
ไม่ถอดกระดูก	0	95.04±2.25
	2	94.48±0.56
	4	87.74±0.56
	6	85.68±1.41
	8	80.07±2.33
	10	77.07±1.49
	12	70.90±1.48

จากตารางที่ 4.7 พบว่า หลังจากเก็บรักษาไว้ 12 สัปดาห์ ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทในเป็ดพะโล้ทั้ง 2 ชนิดมีแนวโน้มลดลง ในเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกพบปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้างมากกว่าเป็ดพะโล้ชนิดไม่ถอดกระดูกเล็กน้อย เนื่องจากปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทส่วนใหญ่จะติดค้างบริเวณกระดูกของเป็ดพะโล้ แต่การตรวจวิเคราะห์ไม่ได้นำส่วนกระดูกมาตรวจวิเคราะห์ ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้างในเป็ดพะโล้ชนิดไม่ถอดกระดูกที่วิเคราะห์ได้น้อยกว่า อย่างไรก็ตามการลดลงของปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้นนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Zamora และ Zaritzky (1987) ที่ทดลองใช้โพแทสเซียมซอร์เบทในการเก็บรักษาเนื้อวัวสดที่ 4°C และพบว่าโพแทสเซียมซอร์เบท (คำนวณในรูปของปริมาณกรดซอร์บิค) ลดลงเมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเป็ดพะโล้

เนื่องจากเป็ดพะโล้ทั้งชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกที่ไม่แช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทมีปริมาณจุลินทรีย์เกินมาตรฐานในสัปดาห์ที่ 4 จึงนำตัวอย่างมาทดสอบทางประสาทสัมผัสหลังจากเก็บไว้เพียง 3 สัปดาห์เท่านั้น โดยทดสอบเปรียบเทียบกับเป็ดพะโล้ควบคุมที่ทำใหม่ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 4.8 และ 4.9

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นแปลกปลอม รสแปลกปลอมและความชอบโดยรวมของเป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทเมื่อเก็บ 3 สัปดาห์ โดยเปรียบเทียบกับเป็ดพะโล้ที่ทำใหม่

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		ควบคุม	แช่ PS	ไม่แช่ PS
สีของเนื้อเป็ดพะโล้	1[ns]	4.36±0.81	4.36±0.81	3.60±0.70
	2[ns]	3.65±1.06	3.65±1.06	3.73±0.79
	3[ns]	4.07±1.33	4.07±1.33	3.63±1.49
กลิ่นแปลกปลอม	1[ns]	1.77±0.61	2.09±0.62	2.17±0.92
	2[ns]	2.33±0.98	2.38±0.90	2.47±0.91
	3[ns]	2.20±0.63	2.51±1.17	3.04±1.33
รสแปลกปลอม	1[ns]	2.37±0.61	2.05±0.80	2.22±0.79
	2[ns]	2.00±0.49	2.05±0.59	2.78±0.70
	3[ns]	2.20±0.63	2.82±0.83	3.17±1.24
ความชอบโดยรวม	1[ns]	4.2±20.43	4.14±1.14	4.07±0.84
	2[ns]	4.43±0.54	4.15±0.88	3.96±1.11
	3[ns]	4.41±0.57	4.07±1.17	3.74±0.78

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p>0.05$)
PS หมายถึง สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นแปลกปลอม รสแปลกปลอมและความชอบโดยรวมของเป็ดพะโล้ชนิดไม่ถอดกระดูกที่แช่และไม่แช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท เมื่อเก็บ 3 สัปดาห์ โดยเปรียบเทียบกับเป็ดพะโล้ที่ทำใหม่

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ระยะเวลาเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
		ควบคุม	แช่ PS	ไม่แช่ PS
สีของเนื้อเป็ดพะโล้	1[ns]	3.90±1.18	3.90±0.97	4.25±1.13
	2[ns]	4.38±0.98	3.99±1.29	4.16±1.08
	3[ns]	4.07±1.33	3.91±0.73	4.12±1.40
กลิ่นแปลกปลอม	1[ns]	2.00±0.93	2.06±0.58	2.07±0.59
	2[ns]	1.97±0.50	2.12±0.79	2.40±1.05
	3[ns]	2.39±0.89	2.17±0.89	3.03±1.28
รสแปลกปลอม	1[ns]	2.56±0.71	2.19±0.65	2.31±0.78
	2[ns]	1.88±0.58	2.01±0.87	2.39±0.89
	3[ns]	2.22±0.98	2.35±0.74	2.97±0.83
ความชอบโดยรวม	1[ns]	4.20±0.43	4.23±0.76	4.13±1.13
	2[ns]	4.34±0.63	4.16±1.01	3.89±0.67
	3[ns]	4.27±0.68	4.27±0.68	3.98±0.64

หมายเหตุ ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p>0.05$)
PS หมายถึง สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท

จากตารางที่ 4.8 และ 4.9 จะเห็นว่า คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นแปลกปลอม รสแปลกปลอมและความชอบโดยรวมเมื่อเปรียบเทียบเป็ดพะโล้ที่แช่และไม่แช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบททั้งชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกกับเป็ดพะโล้ควบคุมไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทที่ใช้ไม่มากพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัส นอกจากนั้นกระบวนการผลิตเป็ดพะโล้ยังใช้เครื่องเทศที่มีกลิ่นแรงเป็นส่วนประกอบทำให้ผู้ทดสอบไม่สามารถบอกความแตกต่างของกลิ่นรสได้ ผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fandos และ Dominguez (2007) ซึ่งจุ่มขาไก่ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทเข้มข้น 2 และ 5% (20,000 และ 50,000 ส่วนในล้านส่วน) พบว่าผู้ทดสอบไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่างขาไก่ที่จุ่มสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้นต่างกันกับตัวอย่างที่ไม่แช่สารละลายได้

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

1. การแช่เป็ดพะโล้ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้นระหว่าง 2,000-4,000 ส่วนในล้านส่วน ทำให้ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้างไม่เกิน 1,000 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งเป็นปริมาณที่กฎหมายกำหนด เมื่อนำตัวอย่างมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าเป็ดพะโล้ที่ผ่านการแช่สารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทได้คะแนนด้านสีของเนื้อ รวมทั้งกลิ่นและรสไม่ต่างจากเป็ดพะโล้ที่ไม่ได้แช่ จึงเลือกสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทที่มีความเข้มข้น 2,000 ส่วนในล้านส่วนในการทดลองต่อไปเนื่องจากเป็นปริมาณต่ำสุดที่ใช้ในการทดลอง เพราะจะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคน้อยกว่าและเป็นการช่วยลดต้นทุนในการผลิตหากนำไปใช้ปฏิบัติจริง

2. การแช่เป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C สามารถเก็บได้ 3 สัปดาห์ ในขณะที่เมื่อไม่ได้แช่จะเก็บได้ 2 สัปดาห์ เมื่อใช้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็นเกณฑ์ในการตัดสินอายุการเก็บรักษา แสดงให้เห็นว่าโพแทสเซียมซอร์เบทมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด โคลิฟอร์ม ฟีคอลโคลิฟอร์ม ยีสต์และราได้ ทำให้เป็ดพะโล้มีอายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

3. ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้าง พบว่าระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทที่ตกค้างในเป็ดพะโล้มีแนวโน้มลดลง

4. การแช่เป็ดพะโล้ชนิดถอดกระดูกและไม่ถอดกระดูกในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 2,000 ส่วนในล้านส่วน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสด้านสีของเนื้อ กลิ่นแปลกปลอม รสแปลกปลอมและความชอบโดยรวม เมื่อเปรียบเทียบกับเป็ดพะโล้ควบคุมระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 สัปดาห์

ข้อเสนอแนะ

1. การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทที่ตกค้างในเป็ดพะโล้และการตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ของเป็ดพะโล้ชนิดไม่ถอดกระดูก ในการสุ่มตัวอย่างควรใช้ทั้งส่วนที่เป็นเนื้อและส่วนที่เป็นกระดูก เพื่อจะได้ทราบปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทที่ตกค้างบริเวณกระดูกและจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตบริเวณกระดูกของเป็ดพะโล้

2. สำหรับเป็ดพะโล้ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และใช้โพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 2,000 ส่วนในล้านส่วน พบว่ามีอายุการเก็บ 3 สัปดาห์ เป็ดพะโล้อาจมีอายุการเก็บรักษานานขึ้นหากใช้ความเข้มข้นของโพแทสเซียมซอร์เบทเพิ่มขึ้น จากการศึกษาพบว่าการใช้โพแทสเซียมซอร์เบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้น 4,000 ส่วนในล้านส่วน มีปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบทตกค้างเพียง 170 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งยังไม่เกินปริมาณที่กฎหมายกำหนด คือ 1,000 ส่วนในล้านส่วน

3. การแช่เป็ดพะโล้ในสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบทความเข้มข้น 2,000 ส่วนในล้านส่วน การบรรจุแบบสุญญากาศและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ควรมีการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียในกลุ่มที่เจริญเติบโตโดยไม่ใช้อากาศ (anaerobic bacteria) เพิ่มเติม เนื่องจากเป็ดพะโล้อาจมีการเสื่อมเสียจากแบคทีเรียที่เจริญโดยไม่ใช้อากาศ

4. ในการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟอร์มและฟีคอลโคลิฟอร์มควรมีการตรวจปริมาณ *E. coli* เพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของประเทศไทย เนื่องจากมาตรฐานของประเทศไทยมิได้กำหนดปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์มไว้ แต่จะกำหนดปริมาณของ *E. coli* จึงต้องใช้เกณฑ์มาตรฐานของต่างประเทศที่ใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กระทรวงสาธารณสุข. 2547. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84 (พ.ศ.2527) เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร.

เติมศักดิ์ ส่งวัฒนา. 2526. "การถนอมรักษาปลาสลิดแห้งโดยการใช้โปแตสเซียมซอร์เบทและการฉายรังสี." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนีย์ ชาเจียมเจน. 2545. "หมูยอเสริมใยอาหาร." **อาหารและยา.** 9(2): 17-26.

ทิพรดี คงสุวรรณ. 2547. "ผลของไตรโซเดียมฟอสเฟต เซททิลไพริดิเนียมคลอไรด์ โพแทสเซียมซอร์เบทและและการใช้สารร่วมกันต่อการลดเชื้อ เชื้อ *Escherichia coli* และ เชื้อ *Salmonella derby* บนผิวของเนื้อสุกร." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บวร ศาตะมินิ. 2547. "ผลของโกลบินเลือดหมู แอลฟาโทโคเฟอรอล และโพแทสเซียมซอร์เบทต่อคุณภาพไส้กรอกแฟรงค์เฟอร์เตอร์ลดไนไตรท์." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พันธิตรา พรหมรักษา. 2546. "การพัฒนาไส้กรอกเปรี้ยวโดยใช้เทคโนโลยีเชื้อบริสุทธิ์เริ่มต้น." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2526. "การยืดอายุการเก็บรักษาปลาหมึกแห้งโดยวิธีร่วม ระหว่างการฉายรังสีและการใช้สารกันเชื้อรา." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภัทวรา ปฐมรังษิยังกูล. 2542. "การยืดอายุการเก็บปลาเส้นกึ่งแห้ง โดยใช้วิธีร่วมระหว่างการใช้โพแทสเซียมซอร์เบท การบรรจุหีบห่อแบบปรับสภาวะบรรยากาศและอุณหภูมิในการเก็บ." วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิจิตรา แดงปรกและสมโภชน์ โกมลมณี. 2550. "การยืดอายุการเก็บรักษาหมูยอโดยใช้โซเดียมเบนโซเอตและโปตัสเซียมซอร์เบท." [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.scisoc.or.th/stt/33/sec_g/paper/stt33_G_G0022.pdf (28 พฤศจิกายน, 2551)

ศิวาพร ศิวเวช. 2546. **วัตถุเจือปนอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมาคมผู้เลี้ยงเป็ดเพื่อการค้าและการส่งออก. 2550. "เป็ดเนื้อ." **ธุรกิจอาหารสัตว์.** 106(24): 29-35.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2548. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เป็ดพะโล้.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2548. ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสินค้าเกษตรและอาหาร.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2545. การผลิต การตลาดเป็ดเนื้อ พันธุ์เชอรี่วัลเลย์.

สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์. 2552. "Quantity and Value of meat and meat products exporducts form Thailand." [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.dld.go.th/certify/certify/page/st/st-page.html (10 กุมภาพันธ์, 2552)

อรวรรณ ชินตระกูล. 2541. "Preservative." **จาร์พา.** 43(4) : 30-33.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. 2545. วัตถุเจือปนอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

อภิษฎาช์ ศรีเครือดง. 2547. "ผลของการใช้น้ำ น้ำร้อน สารละลายผสมระหว่างสารไตรโซเดียมฟอสเฟตและกรดแอสคอร์บิก สารละลายผสมระหว่างสารโพแทสเซียมซอร์เบทและกรดแอสคอร์บิกต่อการลดจำนวนเชื้อ *Escherichia coli* และ เชื้อ *Salmonella derby* ในเนื้อสุกรสด." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

AOAC. 2000. Official Method of Analysis. 17th ed., USA: The Association of Official Analytical Chemists.

Consumers Union. 2010. "Bacteria and Bagged Salads Better Standards and Enforcement Needed." [Online]. Available: http://www.consumersunion.org/pdf/BaggedSaladReport.pdf.

Cunningham, F.E. 1979. "Shelf life and quality characteristics of poultry parts dipped in potassium sorbate." **J. Food Sci.** 44(3): 863-864.

Davidson, P.M., Sofos, J. N. and Branen, A.L. 2005. **Antimicrobials in Foods.** 3rd ed., Florida: Taylor & Francis.

Elliot, P.H., Tomling, R.J. and Gray, R.J.H. 1985. "Control of microbial spoilage on fresh poultry using a combination potassium sorbate/carbondioxide packing system." **J. Food Sci.** 50(5): 1360-1363.

Fandos, E.G. and Dominguez, J.L. 2007. "Effect of potassium sorbate washing on the growth of *Listeria monocytogenes* on fresh poultry." **J. Food Cont.** 18(7): 842-846.

Greer, G. 1982. "Mechanism of beef shelf life extension by sorbate." **J. Food Prot.** 45(1): 82-84.

Kathleen, G., Dawn, P. and Jeffrey, V. 2007. "Inhibition of *Listeria monocytogenes* in turkey and pork-beef bologna by combinations of sorbate, benzoate and propionate." **J. Food Prot.** 70(1): 214-217.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kondaiah, N., Zeuthen, P. and Jul, M. 1985. "Effect of chemical dips on unchilled fresh beef inoculated with *E.coli, S.aureus, S.faecalis* and *Cl. perrfringens* and stored 30°C and 20°C." **Meat Sci.** 12:17-20.

Koodie, L. and Dhople, A.M. 2001. "Acid tolerance of Escherichia coli O157:H7 and its survival in apple juice." **Microbios.** 104 (409):167-175.

McMeekin, T. A., Pennington, P. I. and Thomas, C.J. 1984. "Effect of Potassium sorbate on the microbiology of vacuum-packaged poultry." **J. Food Safety.** 6(3): 261-264.

Mendonca, A.F., Molins, R.A., Kraft, A.A. and Walke, H.W. 1989. "Effects of potassium sorbate, sodium acetate, phosphates and sodium chloride alone or in combination on shelf life of vacuum packaged chop." **J. Food Sci.** 54(2): 302-306.

Morrison, G.J. and Fleet, G.H. 1985. "Reduction of Salmonella on chicken carcasses by immersion treatments." **J. Food Prot.** 48(11): 939-943.

Myer, B. R., Edmondson, J. E., Anderson, M. E. and Marshall, R.T. 1983. "Potassium sorbate and recovery of pectinolytic psychrotrophs from vacuum-packaged pork." **J. Food Prot.** 46(6): 499-502.

Nadeem, A. S., Chattopadhyay, U.K., Sherikar, A.T., Waskar, V.S., Paturkar, A.M., Latha, C., Munde, K.D. and Pathare, N.S. 2003. "Chemical sparys as a method for improvement in microbiological quality and shelf-life of fresh sheep and goat meats during refrigeration storage 5-7°C." **Meat Sci.** 63(3): 339-344.

Negbenebor, C., Edmondson, J.E., Andorson, M.E. and Marshall, R.T. 1995. "Yield and storage stability of patties from pre rigor beef previously dipped in potassium sorbate and ginger solution." **Int J. Food Sci. and Tech.** 30(1): 65-70.

Robach, M. C. 1979. "Extension of shelf – life of fresh, whole broilers, using potassium sorbate dip." **J. Food Prot.** 42(11): 855-857.

Robach, M. C. and Ivey, F.J. 1978. "Antimicrobial efficacy of potassium sorbate dip on freshly processed poultry." **J. Food Prot.** 41(4): 284-288.

Robach, M.C. and Stateler, C. L. 1980. "Inhibition of Staphylococcus aureus by potassium sorbate in combination with sodium chloride, tertiary butylhydroquinone, butylated hydroxyanisole of ethylene diamine tetraacetic acid." **J. Food Prot.** 43(3): 208-211.

Sofos, J. N. 1986. "Antimicrobial activity and functionality of reduced sodium chloride and potassium sorbate in uncured poultry product." **J. Food Sci.** 51(1): 16-23.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sofos, J.N. 1989. **Sorbate food preservatives**. USA: CRC press, Inc.

Sofos, J. N. and Busta, F. F. 1993. **Antimicrobials in Foods.** New York: Marcel Dekker, Inc.

Sofos, J. N., Busta, F. F. and Allen, C. E. 1979. "Sodium nitrite and sorbic acid effects on *Clostridium botulinum* spore germination and total microbial growth in chicken franfurter emulsions during temperture ambuse." **Applied Environment.** 37(6) : 1103-1109.

Tompkin, R B., Christiansen L. N. and Shaparis A. B. 1974. "Effect of potassium sorbate on Salmonella, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, and *Clostridium botulinum* in cooked, uncured sausage." **Applied Microbiology.** 28(2): 262-264.

Unda, J.R., Molins, R.A. and Walker, H.W. 1990. "Microbiology and some physical and chemical changes in vacuum packaged beef streaks treated with combination of potassium sorbate, phosphates, sodium chloride and sodium acetate." **J. Food Sci.** 55(2): 323-326.

Zamora, M.C. and Zaritzky. 1987. Potassium sorbate inhibition of microorganisms growing on refrigerated packaged beef. **J. Food Sci.** 52(2): 257-262.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี Total Plate Count (AOAC, 2000)

1.1 ชั่งตัวอย่างจำนวน 25 กรัม ใส่ลงในถุงปลอดเชื้อโดยวิธีปราศจากเชื้อ (aseptic technique) แล้วเติม peptone water ลงไป 225 มิลลิลิตร ผสมตัวอย่างโดยใช้เครื่องตีป่นอาหาร ให้เป็นเนื้อเดียวกัน ได้ dilution 10^{-1}

1.2 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ใส่ใน peptone water 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมได้ dilution 10^{-2} ทำการเจือจางจนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม

1.3 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างที่มีความเจือจางต่าง ๆ กันปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อโดยแต่ละระดับความเจือจางละทำ 3 จาน

1.4 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar ที่หลอมละลายและมีอุณหภูมิประมาณ 45°C ลงในจานเพาะเชื้อจานละประมาณ 15 มิลลิลิตร เขย่าจานเพาะเชื้อ เพื่อให้ตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อผสมกัน ระวังอย่าให้อาหารเลี้ยงเชื้อหกออกจากจานเพาะเชื้อ ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว กลับจานเพาะเชื้อแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37°C นาน 48 ชั่วโมง

1.5 การอ่านผล คัดเลือกจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี มานับจำนวนโคโลนีแล้วบันทึกผล

1.6 หาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่นับได้ แล้วคูณด้วยค่า dilution factor ของความเจือจางที่นับจำนวนได้ คำนวณเป็นจำนวนโคโลนี (colony forming unit หรือ CFU) ที่พบในตัวอย่าง 1 กรัม

2. การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2000)

2.1 ชั่งตัวอย่างจำนวน 25 กรัม ใส่ลงในถุงปลอดเชื้อโดยวิธีปราศจากเชื้อ แล้วเติม peptone water ลงไป 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องตีป่นอาหาร ผสมตัวอย่างโดยใช้เครื่องตีป่นอาหารให้เป็นเนื้อเดียวกัน ได้ dilution 10^{-1}

2.2 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ใส่ใน peptone water 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมได้ dilution 10^{-2} ทำการเจือจางจนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม

2.3 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างที่มีความเจือจางต่าง ๆ กันปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ โดยแต่ละระดับความเจือจางละทำ 3 จาน

2.4 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar ที่ผสมกรดทาร์ทาริก (tartaric acid) หลอมละลายและมีอุณหภูมิประมาณ 45°C ลงในจานเพาะเชื้อจานละประมาณ 15 มิลลิลิตร เขย่าจานเพาะเชื้อเพื่อให้ตัวอย่างและอาหารเลี้ยงเชื้อผสมกัน ระวังอย่าให้อาหารเลี้ยงเชื้อหกออกจากจานเพาะเชื้อ ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัวแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 22-25°C นาน 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 คัดเลือกจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีของยีสต์และรา อยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนีมานับจำนวนและหาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น แล้วคำนวณเป็นจำนวนของยีสต์และราในตัวอย่าง 1 กรัม

3. การวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มและฟีคอลโคลิฟอร์ม (AOAC, 2000)

3.1 ชั่งตัวอย่างจำนวน 25 กรัม ใส่ลงในถุงปลอดเชื้อโดยวิธีปราศจากเชื้อ แล้วเติม peptone water ลงไป 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องตีป่นอาหาร ผสมตัวอย่างโดยใช้เครื่องตีป่นอาหารให้เป็นเนื้อเดียวกัน ได้ dilution 10^{-1}

3.2 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างมา 1 มิลลิลิตร ใส่ใน peptone water 9 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมได้ dilution 10^{-2} ทำการเจือจางจนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม

3.3 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างที่มีความเจือจางต่าง ๆ กันปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Lauryl Sulphate Tryptose Broth โดยแต่ละระดับความเจือจางละทำ 3 หลอด นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37°C นาน 24-48 ชั่วโมง

3.4 ใช้ลูปถ่ายเชื้อจากหลอดที่สร้างแก๊สทุกหลอด ลงในแต่ละหลอดของ Escherichia Broth นำไปบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 44.5°C นาน 24-48 ชั่วโมง

3.5 ใช้ลูปถ่ายเชื้อจากหลอดที่สร้างแก๊สทุกหลอด ลงในแต่ละหลอดของ Brilliant Green Lactose Bile Broth 2% นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35-37°C นาน 24-48 ชั่วโมง

3.6 สังเกตจำนวนหลอดที่สร้างแก๊ส เทียบจากตารางค่า MPN เพื่อดูปริมาณโคลิฟอร์มและฟีคอลโคลิฟอร์ม

4. การวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบท (AOAC, 2000)

4.1 เตรียมสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท

- ชั่งโพแทสเซียมซอร์เบท 100 มิลลิกรัม เติมน้ำ 100 มิลลิลิตร

4.2 ทำกราฟมาตรฐาน

- ปิเปต 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 มิลลิลิตร ของข้อ 4.1 ใส่ขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร
- ปรับปริมาตรด้วยน้ำจนครบ 100 มิลลิลิตร
- ปิเปตสารละลายโพแทสเซียมซอร์เบท 5 มิลลิลิตร ใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร
- เติมกรดไฮโดรคลอริค 0.4 มิลลิลิตร
- เติมปิโตรเลียมอีเธอร์จนครบ 50 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วเขย่า 1 นาที
- นำสารละลายส่วนล่างไปวัดวัดด้วยเครื่อง UV-spectrophotometry ที่ความยาวคลื่น 250 นาโนเมตร

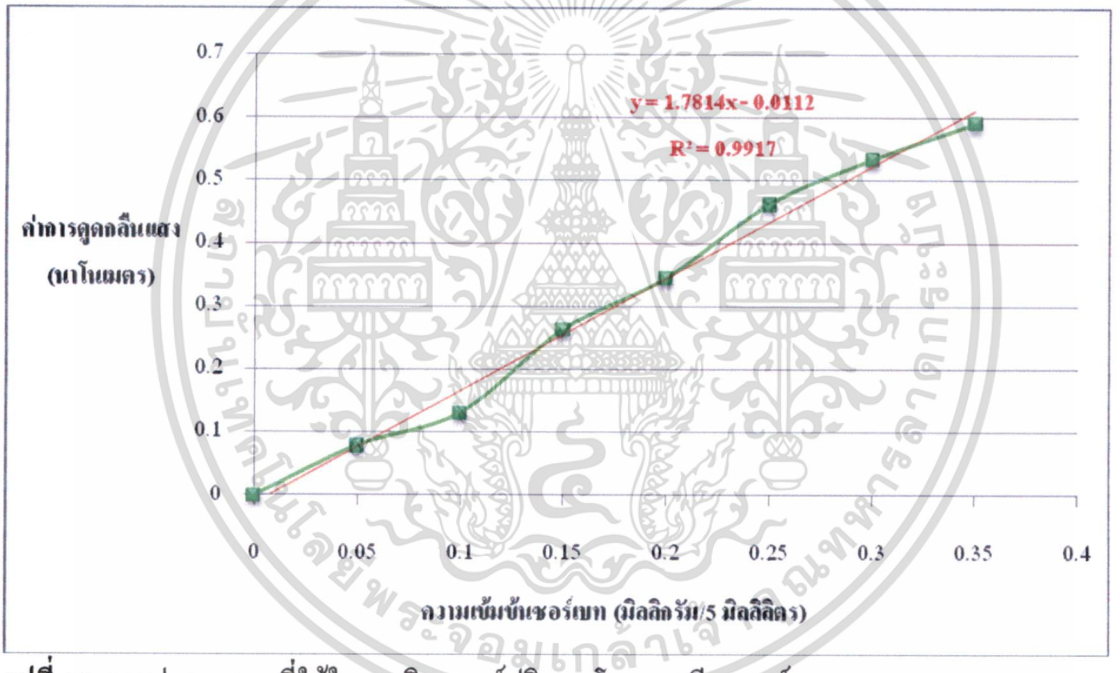
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การเตรียมตัวอย่าง

- ชั่งตัวอย่าง 20 กรัม ใส่บีกเกอร์ เติมน้ำ 85 มิลลิลิตร
- คนด้วยแท่งแก้วทิ้งไว้ 10 นาที
- กรองด้วยกระดาษกรอง

4.4 การวัดค่า

- ปิเปตสารสกัด 5 มิลลิลิตร จากข้อ 4.3 ใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร
- เติมกรดไฮโดรคลอริค 0.4 มิลลิลิตร
- เติมปิโตรเลียมอีเธอร์จนครบ 50 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วเขย่า 1 นาที
- นำสารละลายส่วนล่างไปวัดวัดด้วยเครื่อง UV-spectrophotometry ที่ความยาวคลื่น 250 นาโนเมตร



รูปที่ ก1 กราฟมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมซอร์เบท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเป็ดพะโล้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มผช.๘๘๑/๒๕๔๘

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
เป็ดพะโล้

๑. ขอบข่าย

๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเป็ดพะโล้ที่เก็บรักษาโดยการแช่แข็งหรือแช่เย็น บรรจุในภาชนะบรรจุและขนส่งโดยภาชนะที่เก็บรักษาอุณหภูมิ

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

๒.๑ เป็ดพะโล้ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเป็ดที่ผ่านการตัดแต่งแล้วไปต้มกับน้ำและเครื่องพะโล้ ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรส เช่น ซีอิ๊ว น้ำตาล บรรจุในภาชนะบรรจุ นำไปแช่แข็งหรือแช่เย็น ก่อนบริโภคต้องนำไปให้ความร้อน

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

๓.๑ ลักษณะทั่วไป
หนังต้องไม่หลุดลอกหรือฉีกขาด

๓.๒ สี
ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของเป็ดพะโล้

๓.๓ กลิ่นรส
ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของเป็ดพะโล้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสเปรี้ยว

๓.๔ ลักษณะเนื้อสัมผัส
ต้องนุ่ม ไม่เหนียว เละ หรือเปื่อยยุ่ย

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ ๘.๑ แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า ๓ คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ ๑ คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

๓.๕ สิ่งแปลกปลอม
ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๓.๖ วัตถุเจือปนอาหาร

ห้ามมีการใช้วัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กำหนด

๓.๗ จุลินทรีย์

๓.๗.๑ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน ๑×๑๐^{๖} โคโลนีต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๒ สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส ต้องไม่พบในตัวอย่าง ๑ กรัม

๓.๗.๓ โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า ๓ ต่อตัวอย่าง ๑ กรัม

๔. สุขลักษณะ

๔.๑ สุขลักษณะในการทำเป็ดพะโล้ ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

๕. การบรรจุ

๕.๑ ให้บรรจุเป็ดพะโล้ในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

๕.๒ น้ำหนักสุทธิของเป็ดพะโล้ในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๖. เครื่องหมายและฉลาก

๖.๑ ที่ภาชนะบรรจุเป็ดพะโล้ทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(๑) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น เป็ดพะโล้ เป็ดพะโล้แช่แข็ง

(๒) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(๓) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

(๔) น้ำหนักสุทธิ

(๕) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า "ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)"

(๖) ข้อแนะนำในการบริโภคและการเก็บรักษา

(๗) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๗. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

๗.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง เป็ดพะโล้ที่ทำในระยะเวลาเดียวกัน

๗.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

๗.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๕ ข้อ ๕. และข้อ ๖. จึงจะถือว่าเป็ดพะโล้รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๗.๒.๑ แล้ว จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ถึงข้อ ๓.๔ จึงจะถือว่าเป็ดพะโล้รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๓ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๒๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๖ จึงจะถือว่าเป็ดพะโล้รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๒.๔ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน ๓ หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า ๒๐๐ กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๗ จึงจะถือว่าเป็ดพะโล้รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๗.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างเป็ดพะโล้ต้องเป็นไปตามข้อ ๗.๒.๑ ข้อ ๗.๒.๒ ข้อ ๗.๒.๓ และข้อ ๗.๒.๔ ทุกข้อ จึงจะถือว่าเป็ดพะโล้รุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๘. การทดสอบ

๘.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส

๘.๑.๑ ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบเป็ดพะโล้อย่างน้อย ๕ คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

๘.๑.๒ วางตัวอย่างเป็ดพะโล้ลงบนจานกระเบื้องสีขาว กรณีเป็ดพะโล้แช่แข็งให้ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนน้ำแข็งละลาย ตรวจสอบลักษณะทั่วไปและสีโดยการตรวจพินิจ นำตัวอย่างเป็ดพะโล้ไปนึ่งให้ร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม ตรวจสอบกลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการชิม

๘.๑.๓ หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ ๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑ หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ ๘.๑.๓)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	หนังต้องไม่หลุดลอกหรือฉีกขาด	๔	๓	๒	๑
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของเป็ดพะโล้	๔	๓	๒	๑
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของเป็ดพะโล้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสเปรี้ยว	๔	๓	๒	๑
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ต้องนุ่ม ไม่เหนียว เละ หรือเปื่อยยุ่ย	๔	๓	๒	๑

๘.๒ การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก
ให้ตรวจพินิจ

๘.๓ การทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๔ การทดสอบจุลินทรีย์
ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

๘.๕ การทดสอบน้ำหนักสุทธิ
ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
สุขลักษณะ
(ข้อ ๔.๑)

ก.๑ สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.๑.๑.๑ สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.๑.๑.๒ อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.๑.๑.๓ ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.๑.๒ อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.๑.๒.๑ พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.๑.๒.๒ แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.๑.๒.๓ พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.๒.๑ ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.๒.๒ เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.๓ การควบคุมกระบวนการทำ

ก.๓.๑ วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.๓.๒ การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.๔ การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.๔.๑ น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.๔.๒ มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.๔.๓ มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.๔.๔ สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.๕ บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยสินค้าเกษตรและอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ข้อกำหนดจุลินทรีย์

กลุ่มสินค้า	จุลินทรีย์	n	c	m	M
1. เนื้อสัตว์ปีกสดแช่เย็น/ แช่แข็ง	จุลินทรีย์ทั้งหมด (total count) (cfu/g at 35-37°C)	5	2	$5x10^5$ cfu/g	$5x10^6$ cfu/g
	สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	5	0	$1 x10^2$ cfu/g	-
	แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) *S.typhimurium, S.enteritidis*	5	0	ไม่พบใน 25 g	-
2. เนื้อสุกรสดแช่เย็น/ แช่แข็ง	จุลินทรีย์ทั้งหมด (total count) (cfu/g at 35-37°C)	5	2	$5x10^5$ cfu/g	$5x10^6$ cfu/g
	สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	5	0	$1 x10^2$ cfu/g	-
	แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.) *S.typhimurium, S.enteritidis*	5	0	ไม่พบใน 25 g	-
3. เนื้อสัตว์ปีกผ่านความร้อน	จุลินทรีย์ทั้งหมด (total count) (cfu/g at 35-37°C)	5	2	$1x10^5$ cfu/g	$1x10^6$ cfu/g
	อี โคไล (*E. coli*)	5	0	ไม่พบใน 0.1 g	-
	สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	5	0	ไม่พบใน 1 g	-
	แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	5	0	ไม่พบใน 25 g	-
	ลิสเทอเรีย โมโนไซโทจีเนส (*Listeria monocytogenes*)	5	0	ไม่พบใน 25 g	-
	ยีสต์และเชื้อรา (yeast and mold)	5	0	$\leq 1x10^2$ cfu/g	-
4. เนื้อสุกรผ่านความร้อน	จุลินทรีย์ทั้งหมด (total count) (cfu/g at 35-37°C)	5	2	$1x10^5$ cfu/g	$1x10^6$ cfu/g
	อี โคไล (*E. coli*)	5	0	ไม่พบใน 0.1 g	-
	สตาฟิโลคอกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*)	5	0	ไม่พบใน 1 g	-
	แซลโมเนลลา (*Salmonella* spp.)	5	0	ไม่พบใน 25 g	-
	ลิสเทอเรีย โมโนไซโทจีเนส (*Listeria monocytogenes*)	5	0	ไม่พบใน 25 g	-
	ยีสต์และเชื้อรา (yeast and mold)	5	0	$\leq 1x10^2$ cfu/g	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

มาตรฐานอาหารของประเทศต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1: Government and Industry Standards for Bacterial Indicator Organisms in Selected Foods and in Water

Government/ Industry Body	Food/water regulated	Total coliforms	Fecal coliforms	Generic *E. coli*	*Entero-coccus*
Brazil	RTE salads		100 CFU/gm		
UK, Ireland	RTE salads			100 CFU/gm	
France	RTE salads		1,000 CFU/gm		
Germany	Salad vegetables			100 CFU/gm	
Switzerland	Leafy salad			10 CFU/gm	
Israel	Salad vegetables	100 CFU/gm			
USDA/AMS	Lean ground beef gov't purchases	500 CFU/gm		100 CFU/gm	
USDA/AMS	Graded pasteurized milk and dry milks (RTE)	10 CFU/gm			
USDA/AMS	Graded butter, cottage cheese, ice cream (RTE)	10 CFU/gm			
CA Dept. Food and Agriculture	Raw milk	10 CFU/gm			
Jack-in-the-Box	Ground beef			100 CFU/gm	
US EPA	recreational water - freshwater single sample				150 CFU/ 100 ml
US EPA	Drinking water		0 CFU/ 100 ml	0 CFU/ 100 ml	
CA Leafy Greens Marketing Agreement	Soil amendment		1,000 MPN/gm		

RTE = Ready To Eat. Compiled by Consumers Union (see footnotes 24-34)

NOTE: Colony Forming Units (CFU) and Most Probable Number (MPN) per gram are roughly comparable measures.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็ดพะโล้

วันที่ทดสอบ.....

ชื่อผู้ทดสอบ.....

คำชี้แจง : กรุณาชิมตัวอย่างและขีดเครื่องหมาย | ลงบนเส้นของแต่ละปัจจัยตามที่ท่านรู้สึกได้จากการชิม

ตัวอย่างหมายเลข..... ....

ลักษณะสีของเนื้อเป็ดพะโล้

อ่อนมาก — เข้มมากที่สุด

กลิ่นแปลกปลอมในเป็ดพะโล้

ไม่มี — แรงมากที่สุด

รสแปลกปลอมในเป็ดพะโล้

ไม่มี — เข้มมากที่สุด

ความชอบโดยรวมของเป็ดพะโล้

ไม่ชอบ — ชอบมากที่สุด

ข้อแนะนำ .....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวศิริกาญจน์ บุญวัฒนโยธิน
วัน เดือน ปีเกิด	26 เมษายน 2525
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่	53/1 หมู่ 10 ซอยบางพรม 10 ถนนบางพรม แขวงบางพรม เขตตลิ่งชัน กรุงเทพฯ 10170
ประวัติการศึกษา	2547 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	2553 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้