ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
250019

# ประสิทธิภาพของสารชะสกัดจากธรรมชาติในการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในกระเพาะปลาและยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในกระเพาะปลาที่ผ่านการทอด

ภาณี แซ่ลิ้ม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
มีนาคม 2553
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

b 00254709

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
250019

# ประสิทธิภาพของสารละลายกรดและเกลืออินทรีย์ในการลดปริมาณและยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในกะหล่ำปลีหั่นฝอย

กานต์ แย้มพงษ์

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
มีนาคม 2555
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ประสิทธิภาพของสารละลายกรดและเกลืออินทรีย์ในการลดปริมาณและยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในกะหล่ำปลีหั่นฝอย" ของ กานต์ แย้มพงษ์ เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....ประธาน
(ดร. วรสิทธิ์ โทจำปา)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรอินทุ์ ประไชโย)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีรพร กงบังเกิด)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์พันธ์ณรงค์ จันทร์แสงศรี)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มาศอุบล ทองงาม)

**อนุมัติ**

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คนึงนิจ ภู่พัฒน์วิบูลย์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
30 มีนาคม 2555

# ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอินทุ์ ประไชโย ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรพร กงบังเกิด และ รองศาสตราจารย์พันธ์ณรงค์ จันทร์แสงศรี กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และคณะกรรมการทุกท่าน ที่ได้อุตส่าห์สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนตรวจทานแก้ไขข้อพกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนวิทยานิพนธ์สำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านในภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร และขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ ท้ายที่สุด เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้มีอุปการคุณทุกท่านและญาติพี่น้อง ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

กานต์ แย้มพงษ์

| | |
|---|---|
| **ชื่อเรื่อง** | ประสิทธิภาพของสารละลายกรดและเกลืออินทรีย์ในการลดปริมาณและยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในกะหล่ำปลีหั่นฝอย |
| **ผู้วิจัย** | กานต์ แย้มพงษ์ |
| **ประธานที่ปรึกษา** | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอินทุ์ ประไชโย |
| **กรรมการที่ปรึกษา** | รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรพร กงบังเกิด<br>รองศาสตราจารย์พันธ์ณรงค์ จันทร์แสงศรี |
| **ประเภทสารนิพนธ์** | วิทยานิพนธ์ วท.ม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2554 |
| **คำสำคัญ** | สารละลายกรดอินทรีย์ สารละลายเกลืออินทรีย์ ประสิทธิภาพ การลดปริมาณ การยับยั้ง จุลินทรีย์ก่อโรค |

## บทคัดย่อ

256019

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของชนิดและอัตราส่วนของสารละลายกรดและเกลืออินทรีย์ต่อการลดปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรค 3 ชนิด ได้แก่ *Escherichia coli* ATCC 25922 *Salmonella enterica* serovars Typhimurium ATCC 13311 และ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอย รวมถึงประสิทธิภาพในการควบคุมการเจริญในระหว่างการเก็บรักษา สารละลายที่ใช้ในการศึกษาได้แก่สารละลายกรดอินทรีย์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1.5 (w/v) ประกอบด้วย สารละลายกรดแลกติก สารละลายกรดซิตริก สารละลายผสมกรดแลกติกและกรดซิตริก ในอัตราส่วน 1:1 1:2 และ 2:1 และสารละลายเกลืออินทรีย์ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1.5 (w/v) ประกอบด้วย สารละลายโซเดียมแลกเตท สารละลายโซเดียมซิเตรท สารละลายผสมระหว่างโซเดียมแลกเตทและโซเดียมซิเตรท ในอัตราส่วน 1:1 1:2 และ 2:1 โดยมีสารละลายคลอรีน 120 ppm และน้ำกลั่นปลอดเชื้อเป็นสารละลายควบคุมบวกและลบตามลำดับ ทำการล้างกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่มีการปลูกถ่ายจุลินทรีย์ก่อโรคโดยการแช่ในสารละลายทดสอบ 1 นาที ผึ่งให้แห้ง จากนั้นทำการนับปริมาณจุลินทรีย์เหลือรอด พบว่าสารละลายที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคในกลุ่มสารละลายกรดอินทรีย์และกลุ่มสารละลายเกลืออินทรีย์ ได้แก่ สารละลายกรดแลกติก 1.5% (w/v) และสารละลายโซเดียมแลกเตท 1.5% (w/v) ตามลำดับ โดยสารละลายกรดแลกติก 1.5% (w/v) สามารถลดปริมาณ *E. coli* ATCC 25922 *S. typhimurium* ATCC 13311 และ *S. aureus* ATCC 25923 ลงได้ ร้อยละ 52.04 ± 0.21 41.24 ± 0.48 และ 81.87 ± 0.64 ตามลำดับ ส่วนสารละลายโซเดียมแลกเตท 1.5% (w/v) สามารถลด

256019

ปริมาณ *E. coli* ATCC 25922 *S. typhimurium* ATCC 13311 และ *S. aureus* ATCC 25923 ได้ร้อยละ 24.48 ± 0.38 20.34 ± 0.41 และ 44.21 ± 0.65 ตามลำดับ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าสารละลายกรดอินทรีย์มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคทั้งสามชนิดสูงกว่าสารละลายเกลืออินทรีย์ประมาณสองเท่า เมื่อทำการศึกษาผลของชนิดและอัตราส่วนของสารละลายกรดและเกลืออินทรีย์ต่อการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคบนกะหล่ำปลีหั่นฝอยระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยพิจารณาจากลอการิทึมของอัตราส่วนการลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเริ่มต้น (Log $N/N_0$) พบว่าสารละลายที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคทั้งสามชนิดในระหว่างการเก็บรักษาในกลุ่มสารละลายกรดอินทรีย์ และกลุ่มสารละลายเกลืออินทรีย์ได้แก่ สารละลายกรดแลกติก 1.5% (w/v) และสารละลายโซเดียมแลกเตท 1.5% (w/v) ตามลำดับ โดยสารละลายกรดแลกติก 1.5% (w/v) มีค่า Log $N/N_0$ ต่อ *E. coli* ATCC 25922 *S. typhimurium* ATCC 13311 และ *S. aureus* ATCC 25923 เท่ากับ 1.22 1.05 และ 1.73 ตามลำดับ สารละลายโซเดียมแลกเตท 1.5% (w/v) มีค่า Log $N/N_0$ เท่ากับ 1.13 1.10 และ 1.07 สำหรับ *E. coli* ATCC 25922 *S. typhimurium* ATCC 13311 และ *S. aureus* ATCC 25923 ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่ากะหล่ำปลีที่ล้างด้วยสารละลายกรดอินทรีย์มีรอยช้ำซึ่งภายหลังเปลี่ยนเป็นสีคล้ำเกิดขึ้น แต่ไม่พบรอยช้ำนี้ในกะหล่ำปลีที่ล้างด้วยสารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายควบคุมทั้งสองชนิด จากผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าสารละลายกรดแลกติก 1.5% (w/v) มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคทั้งสามชนิดสูงสุด แต่การใช้สารละลายกรดอินทรีย์ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพสูงกว่าการใช้สารละลายเกลืออินทรีย์ ดังนั้นสารละลายโซเดียมแลกเตท 1.5% (w/v) จึงมีความเหมาะสมมากกว่าเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์สูงกว่าและส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพต่ำกว่า

| | |
|---|---|
| Title | REDUCTION AND INHIBITION EFFICACY OF ORGANIC ACID AND SALT SOLUTIONS AGAINST PATHOGENIC BACTERIA IN SHREDDED CABBAGE |
| Author | Karn Yaempongsa |
| Advisor | Assistant Professor Orn-In Prachaiyo, Ph.D. |
| Co - Advisor | Associate Professor Teeraporn Kongbangkerd, Dr.nat.techn.<br>Associate Professor Punnarong Junsangsree, M.S. |
| Academic Paper | Thesis M.S. in Food Science and Technology,<br>Naresuan University, 2011 |
| Keywords | Organic acid solution, Organic salt solution, Reduction, Inhibition, Efficacy, Pathogenic microorganisms |


## ABSTRACT

256019

This research investigated the reduction efficacy of the organic acid and salt solutions against 3 pathogenic bacteria; *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella enterica* serovars Typhimurium ATCC 13311and *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 in shredded cabbage and their control of growth during storage. The treatment solutions in this study were the organic acid solutions at the concentration level of 1.5% (w/v) including a lactic acid solution, a citric acid solution, a lactic and citric solution (1:1), a lactic and citric solution (1:2), and a lactic and citric solution (2:1); and the organic salt solutions at the concentration level of 1.5% (w/v) including a sodium lactate solution, a sodium citrate solution, a sodium lactate and sodium citrate solution (1:1), a sodium lactate and sodium citrate solution (1:2), and a sodium lactate and sodium citrate solution (2:1). A chlorine solution (120 ppm) and sterile distilled water were used as positive and negative control, respectively. Shredded cabbage inoculated with pathogenic bacteria were soaked in testing solutions for 1 min, air-dried and subsequently enumerated for survival bacteria. Data showed that the most effective solutions for bacterial reduction in the group of organic acid solutions and organic salt solutions were lactic acid solution and sodium lactate solution, respectively. Lactic acid

250019

solution was able to reduce 52.04 ± 0.21%, 41.24 ± 0.48% and 81.84 ± 0.64% of *E. coli* ATCC 25922, *S. typhimurium* ATCC 13311 and *S. aureus* ATCC 25923, respectively. On the other hand, sodium lactate solution was able to reduce 24.48 ± 0.38%, 20.34 ± 0.41% and 44.21 ± 0.65% of *E. coli* ATCC 25922, *S. typhimurium* ATCC 13311and *S. aureus* ATCC 25923, respectively. This suggested that the reduction efficacy against pathogenic bacteria of organic acid solution was approximately two-fold higher than that of organic salt solution. When the influence of organic acid and salt solutions upon the change of pathogen population during storage at $4^{o}C$ was investigated, the results showed that the most effective solution for bacterial inhibition in the group of organic acid solutions and organic salt solutions were lactic acid solution and sodium lactate solution, respectively. Log reduction ($N/N_0$) values of lactic acid solution against *E. coli* ATCC 25922, *S. typhimurium* ATCC 13311 and *S. aureus* ATCC 25923 were 1.22, 1.05 and 1.73, respectively whereas those of sodium lactate were 1.13, 1.10 and 1.07 against *E. coli* ATCC 25922, *S. typhimurium* ATCC 13311 and *S. aureus* ATCC 25923, respectively. Nonetheless, abrasion which later turned into dark spots was observed in shredded cabbages washed with organic acid solution but not in those washed with organic salt and both control solutions. This research proposed that even though 1.5% lactic acid solution demonstrated the highest pathogen reduction, the utilization of organic acid solution may result in further physical damage than that of organic salt solution. In summary, sodium lactate solution may be the most appropriate solution due to its similar degree of inhibition efficacy with less physical damage.

# สารบัญ


| บทที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1 | **บทนำ** | 1 |
| | ความเป็นมาของปัญหา | 1 |
| | จุดมุ่งหมายของงานวิจัย | 3 |
| | ความสำคัญของงานวิจัย | 3 |
| | ขอบเขตงานวิจัย | 3 |
| | สมมุติฐานของการวิจัย | 4 |
| 2 | **เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** | 5 |
| | อาหารประเภทผักและผลไม้ | 5 |
| | ความต้องการของผู้บริโภค | 5 |
| | การเปลี่ยนแปลงในผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว | 7 |
| | ผลิตภัณฑ์สดตัดแต่ง | 8 |
| | การปนเปื้อนของผักและผลไม้ | 10 |
| | เชื้อที่มีการปนเปื้อนในผักและผลไม้สด | 11 |
| | การควบคุมจุลินทรีย์โดยใช้สารเคมี | 15 |
| | เทคโนโลยีเฮอร์เดิล (hurdle technology) | 21 |
| 3 | **วิธีดำเนินการวิจัย** | 32 |
| | ตัวอย่างกะหล่ำปลีที่ทำการทดลอง | 32 |
| | เชื้อจุลินทรีย์ | 32 |
| | วิธีการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ | 32 |
| | วิธีการเตรียมเซลล์แขวนลอย | 32 |
| | การเตรียมสารละลายทดสอบ | 33 |
| | การศึกษาประสิทธิภาพของสารละลายทดสอบในการลดปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคบนกะหล่ำปลีหั่นฝอย | 35 |

# สารบัญ (ต่อ)


| บทที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| | การศึกษาผลของชนิดและอัตราส่วนของสารละลายกรดและเกลืออินทรีย์ผสมในการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคบนกะหล่ำปลีหั่นฝอยระหว่างการเก็บรักษา | 36 |
| | การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ | 37 |
| 4 | **ผลการวิจัย** | 38 |
| | ผลของชนิดและอัตราส่วนของสารละลายกรดอินทรีย์และกรดอินทรีย์ผสมต่อการลดปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคบนกะหล่ำปลีหั่นฝอย | 38 |
| | ผลของชนิดและอัตราส่วนของสารละลายกรดอินทรีย์และกรดอินทรีย์ผสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรคบนกะหล่ำปลีหั่นฝอย ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส | 42 |
| | ผลของชนิดและอัตราส่วนของสารละลายเกลืออินทรีย์และเกลืออินทรีย์ผสมต่อการลดปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคบนกะหล่ำปลีหั่นฝอย | 59 |
| | ผลของชนิดและอัตราส่วนของสารละลายเกลืออินทรีย์และเกลืออินทรีย์ผสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ก่อโรคบนกะหล่ำปลีหั่นฝอย ระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส | 63 |
| 5 | **บทสรุป** | 80 |
| | สรุปผลการวิจัย | 80 |
| | ข้อเสนอแนะ | 82 |
| **บรรณานุกรม** | | 83 |
| **ภาคผนวก** | | 93 |

# สารบัญ (ต่อ)


**บทที่** **หน้า**

**ประวัติผู้วิจัย**..... 106

# สารบัญตาราง

**ตาราง** **หน้า**


1 ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ต่ำสุดที่จุลินทรีย์บางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้..... 24

2 ค่า pH ต่ำสุดที่จุลินทรีย์บางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้..... 26

3 สารกันเสียในอาหารที่นิยมใช้..... 28

4 ค่าลอการิทึมของอัตราส่วนของปริมาณเชื้อเหลือรอดเปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อเริ่มต้นของ *E. coli* ATCC 25922 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 43

5 ค่า pH ของสารละลายชุดควบคุม ชุดทดสอบกรดอินทรีย์และกรดอินทรีย์ผสม... 45

6 ค่า pH ของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *E. coli* ATCC 25922 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 45

7 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้โดยคิดเป็นกรดแลกติกของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *E. coli* ATCC 25922 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 47

8 ค่าลอการิทึมของอัตราส่วนของปริมาณเชื้อเหลือรอดเปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อเริ่มต้นของ *S.* typhimurium ATCC 13311 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 48

9 ค่า pH ของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *S.* typhimurium ATCC 13311 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน... 50

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**ตาราง** **หน้า**


10 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้โดยคิดเป็นกรดแลกติกของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *S.* typhimurium ATCC 13311 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 51

11 ค่าลอการิทึมของอัตราส่วนของปริมาณเชื้อเหลือรอดเปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อเริ่มต้นของ *S. aureus* ATCC 25923 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน.... 53

12 ค่า pH ของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *S. aureus* ATCC 25923 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 54

13 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้โดยคิดเป็นกรดแลกติกของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *S. aureus* ATCC 25923 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 56

14 ค่าลอการิทึมของอัตราส่วนของปริมาณเชื้อเหลือรอดเปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อเริ่มต้นของ *E. coli* ATCC 25922 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 64

15 ค่า pH สารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม..... 65

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**ตาราง** **หน้า**


16 ค่า pH ของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *E. coli* ATCC 25922 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 66

17 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้โดยคิดเป็นกรดแลกติกของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *E. coli* ATCC 25922 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 67

18 ค่าลอการิทึมของอัตราส่วนของปริมาณเชื้อเหลือรอดเปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อเริ่มต้นของ *S.* typhimurium ATCC 13311 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 69

19 ค่า pH ของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *S.* typhimurium ATCC 13311 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 70

20 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้โดยคิดเป็นกรดแลกติกของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *S.* typhimurium ATCC 13311 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 72

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**ตาราง** **หน้า**


21 ค่าลอการิทึมของอัตราส่วนของปริมาณเชื้อเหลือรอดเปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อเริ่มต้นของ *S. aureus* ATCC 25923 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 73

22 ค่า pH ของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *S. aureus* ATCC 25923 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 75

23 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้โดยคิดเป็นกรดแลกติกของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *S. aureus* ATCC 25923 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 76

24 ปริมาณ *E. coli* ATCC 25922 *S.* typhimurium ATCC 13311 และ *S. aureus* ATCC 25923 รอดชีวิตบนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม ชุดทดสอบกรดอินทรีย์และชุดทดสอบกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที..... 94

25 ปริมาณร้อยละ *E. coli* ATCC 25922 *S.* typhimurium ATCC 13311 และ *S. aureus* ATCC 25923 รอดชีวิตบนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม ชุดทดสอบกรดอินทรีย์และชุดทดสอบกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที..... 95

26 ปริมาณ *E. coli* ATCC 25922 ($Log_{10}$ cfu.$g^{-1}$) บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน.... 96

# สารบัญตาราง (ต่อ)


ตาราง หน้า

27 ปริมาณ *S.* typhimurium ATCC 13311 ($Log_{10}$ cfu.$g^{-1}$) บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 97

28 ปริมาณ *S. aureus* ATCC 25923 ($Log_{10}$ cfu.$g^{-1}$) บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 97

29 ปริมาณ *E. coli* ATCC 25922 *S.* typhimurium ATCC 13311 และ *S. aureus* ATCC 25923 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม ชุดทดสอบเกลืออินทรีย์และชุดทดสอบเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที..... 98

30 ปริมาณร้อยละ *E. coli* ATCC 25922 *S.* typhimurium ATCC 13311 และ *S. aureus* ATCC 25923 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม ชุดทดสอบเกลืออินทรีย์และชุดทดสอบเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที..... 99

31 ปริมาณ *E. coli* ATCC 25922 ($Log_{10}$ cfu.$g^{-1}$) บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 100

32 ปริมาณ *S.* typhimurium ATCC 13311 ($Log_{10}$ cfu.$g^{-1}$) บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 100

# สารบัญตาราง (ต่อ)

**ตาราง** **หน้า**

33 ปริมาณ *S. aureus* ATCC 25923 ($Log_{10}$ cfu.$g^{-1}$) บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วย สารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลาย เกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 101

# สารบัญภาพ

**ภาพ** **หน้า**


1 ตัวอย่างผลของเฮอร์เดิล ..... 22

2 ปริมาณ *E. coli* ATCC 25922 *S.* typhimurium ATCC 13311 และ *S. aureus* ATCC 25923 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยก่อนและหลังการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม ชุดทดสอบกรดอินทรีย์และชุดทดสอบกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที..... 39

3 ค่าลอการิทึมของอัตราส่วนของปริมาณเชื้อเหลือรอดเปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อเริ่มต้นของ *E. coli* ATCC 25922 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 44

4 ค่า pH ของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *E. coli* ATCC 25922 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 46

5 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้โดยคิดเป็นกรดแลกติกของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *E. coli* ATCC 25922 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 47

6 ค่าลอการิทึมของอัตราส่วนของปริมาณเชื้อเหลือรอดเปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อเริ่มต้นของ *S.* typhimurium ATCC 13311 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 49

7 ค่า pH ของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *S.* typhimurium ATCC 13311 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5วัน..... 50

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพ | | หน้า |
|---|---|---|
| 8 | ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้โดยคิดเป็นกรดแลกติกของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *S.* typhimurium ATCC 13311 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... | 52 |
| 9 | ค่าลอการิทึมของอัตราส่วนของปริมาณเชื้อเหลือรอดเปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อเริ่มต้นของ *S. aureus* ATCC 25923 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... | 53 |
| 10 | ค่า pH ของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *S. aureus* ATCC 25923 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... | 55 |
| 11 | ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้โดยคิดเป็นกรดแลกติกของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *S. aureus* ATCC 25923 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... | 56 |
| 12 | ปริมาณ *E. coli* ATCC 25922 *S.* typhimurium ATCC 13311 และ *S. aureus* ATCC 25923 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยก่อนและหลังการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม ชุดทดสอบเกลืออินทรีย์และชุดทดสอบเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที..... | 60 |
| 13 | ค่าลอการิทึมของอัตราส่วนของปริมาณเชื้อเหลือรอดเปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อเริ่มต้นของ *E. coli* ATCC 25922 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... | 64 |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

**ภาพ** **หน้า**


14 ค่า pH ของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *E. coli* ATCC 25922 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 66

15 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้โดยคิดเป็นกรดแลกติกของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *E. coli* ATCC 25922 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 68

16 ค่าลอการิทึมของอัตราส่วนของปริมาณเชื้อเหลือรอดเปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อเริ่มต้นของ *S. typhimurium* ATCC 13311 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 69

17 ค่า pH ของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *S. typhimurium* ATCC 13311 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 71

18 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้โดยคิดเป็นกรดแลกติกของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *S. typhimurium* ATCC 13311 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 72

# สารบัญภาพ (ต่อ)


| ภาพ | | หน้า |
|---|---|---|
| 19 | ค่าลอการิทึมของอัตราส่วนของปริมาณเชื้อเหลือรอดเปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อเริ่มต้นของ *S. aureus* ATCC 25923 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน... | 74 |
| 20 | ค่า pH ของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *S. aureus* ATCC 25923 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... | 75 |
| 21 | ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้โดยคิดเป็นกรดแลกติกของกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ผ่านสเปรย์เซลล์แขวนลอยของ *S. aureus* ATCC 25923 บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยภายหลังจากการล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... | 77 |
| 22 | ปริมาณ *E. coli* ATCC 25922 ($Log_{10}$ cfu.g$^{-1}$) บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... | 102 |
| 23 | ปริมาณ *S.* typhimurium ATCC 13311 ($Log_{10}$ cfu.g$^{-1}$) บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... | 103 |
| 24 | ปริมาณ *S. aureus* ATCC 25923 ($Log_{10}$ cfu.g$^{-1}$) บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายกรดอินทรีย์และสารละลายกรดอินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... | 103 |
| 25 | ปริมาณ *E. coli* ATCC 25922 ($Log_{10}$ cfu.g$^{-1}$) บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน... | 104 |

# สารบัญภาพ (ต่อ)

**ภาพ** **หน้า**


26 ปริมาณ *S.* typhimurium ATCC 13311 ($Log_{10}$ cfu.$g^{-1}$) บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน..... 104

27 ปริมาณ *S. aureus* ATCC 25923 ($Log_{10}$ cfu.$g^{-1}$) บนกะหล่ำปลีหั่นฝอยที่ล้างด้วยสารละลายชุดควบคุม สารละลายเกลืออินทรีย์และสารละลายเกลืออินทรีย์ผสม เป็นเวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 5 วัน.... 105