สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# การประยุกต์ใช้เฮอร์เดิลเทคโนโลยีในผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยที่มีความเป็นกรด

# HURDLE TECHNOLOGY APPLICATION FOR THAI STYLE ACIDIFIELD SALAD DRESSING

T 061627

กรกฎ ขยันการนาวี

KORAKOT KHAYANGARNNAVEE

วน.
ก 152ก
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....61627
วัน,เดือน,ปี.....19 ก.ค. 2549

b.....11600433
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาสุขาภิบาลอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-2606-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# HURDLE TECHNOLOGY APPLICATION FOR THAI STYLE ACIDIFIELD SALAD DRESSING

KORAKOT KHAYANGARNNAVEE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD SANITATION

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2006

ISBN 974-15-2606-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**COPTRIGHT 2006**

**SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | การประยุกต์ใช้เฮอร์เดิลเทคโนโลยีในผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยที่มีความเป็นกรด |
| **นักศึกษา** | นายกรกฎ ขยันการนาวี |
| **รหัสประจำตัว** | 45063003 |
| **ปริญญา** | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต |
| **สาขาวิชา** | สุขาภิบาลอาหาร |
| **พ.ศ.** | 2549 |
| **อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์** | รศ.ดร.วราวุฒิ ครูส่ง |

## บทคัดย่อ


การศึกษาการประยุกต์ใช้เฮอร์เดิลเทคโนโลยีในผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยที่มีความเป็นกรดนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ปัจจัยของเฮอร์เดิลที่ใช้ในกระบวนการผลิตจนถึงการเก็บรักษาได้แก่ 1) natural preservative ได้จากการบดและผสมวัตถุดิบคือพริกและกระเทียมผสมกันซึ่งในพริกและกระเทียมมีน้ำมันที่มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ 2) $a_w$ เป็นผลจากการเติมส่วนผสมที่สามารถลดค่า $a_w$ ได้คือ น้ำปลา เกลือ และน้ำตาลทราย 3) pH เป็นผลจากการเติมกรดมะนาวและน้ำมะขามเปียกผสมลงไปทำให้ค่า pH ของผลิตภัณฑ์ลดลง 4) อุณหภูมิ ได้แก่การให้ความร้อนในการฆ่าเชื้อ (70°C) และการใช้ความเย็น (5°C) ในการเก็บรักษา 5) บรรจุภัณฑ์ คือถุงอลูมิเนียมฟอยล์ซึ่งใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าสามารถลดปริมาณและควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนได้ โดยจุลินทรีย์ที่พบในวัตถุดิบมีค่าตั้งแต่ น้อยกว่า 1 log cfu/g ถึง 8.1 log cfu/g เมื่อนำวัตถุดิบมาผ่านกระบวนการผลิตและการเก็บรักษาแล้วพบว่าปริมาณเชื้อในผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วงน้อยกว่า 1 log cfu/g จนถึงน้อยกว่า 1.5 log cfu/g และสามารถควบคุมจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่พบในวัตถุดิบได้ทั้ง *Bacillus cereus* และ *Staphylococcus aureus* ได้โดยไม่พบเชื้อดังกล่าวในช่วงเวลาที่ทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิห้องและที่ 5 °C ผลของปัจจัยที่มีต่อการลดปริมาณเชื้อในผลิตภัณฑ์คือ $a_w$ pH, natural preservative และอุณหภูมิ โดยปัจจัยดังกล่าวสามารถลดปริมาณเชื้อในผลิตภัณฑ์ได้จากมากไปน้อยตามลำดับ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณของจุลินทรีย์ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภค สำหรับผลของการบรรจุและการใช้ความเย็นในการเก็บรักษาสามารถควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น การเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพได้แก่ สี $a_w$ และความหนืดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$a_w$ ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง สำหรับการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้แก่ pH, acidity, %salt และDegree brix ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผสมปรุงแต่งที่ผลิตได้สามารถรักษาคุณภาพด้านประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รสชาติโดยรวม และการยอมรับโดยรวม โดยภายใต้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C สามารถรักษาคุณภาพได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง สำหรับการยอมรับโดยรวมภายใต้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5°C เป็นเวลา 10 สัปดาห์พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and taste and overall acceptant. There was no significant statistical difference in overall acceptance of the final product which storage at 5 °C for 10 weeks.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วราวุฒิ ครูส่ง ที่ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาควบคุมวิทยานิพนธ์ รวมทั้งให้คำปรึกษาและแนะแนวทางและข้อคิดเห็นต่างๆ รวมทั้งตรวจทานแก้ไขรูปเล่มวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ และ ผศ.อดิศร เสวตวิวัฒน์ ที่ได้ให้เกียรติเป็นคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ช่วยในการตรวจสอบแก้ไขและแนะนำจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ หจก. ซี.วี.ซี.ฟู้ดส์ เซอร์วิส และ บริษัท มิกซ์มาสเตอร์ จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์วัตถุดิบและอุปกรณ์ในการทดลอง ตลอดจนแรงงานและเวลาเพื่อช่วยในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณอัสนี จิรวิบูลย์เวช คุณธงชัย พุฒทองศิริ และเจ้าหน้าที่ของโครงการคณะอุตสาหกรรมเษตรทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงานวิจัย

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ที่ช่วยเป็นกำลังใจให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนช่วยเป็นผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

กรกฎ ขยันการนาวี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....VIII

สารบัญภาพ.....X

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 HURDLE TECHNOLOGY.....3

2.2 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย.....6

2.3 ปฏิกิริยาเมลลาร์ด.....14

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร.....17

2.5 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์.....20

2.6 บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษา.....21

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....22

3.1 วัตถุดิบ.....22

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์..... 22

3.3 สถานที่ดำเนินงาน.....23

3.4 วิธีการดำเนินงาน.....23

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์.....29

4.1 วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในวัตถุดิบ.....29



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2 การติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา
ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย.....41
4.3 การหา process time ในการให้ความร้อนที่เหมาะสม
ก่อนบรรจุขณะร้อน.....49
4.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์.....50

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....74

บรรณานุกรม.....75

ภาคผนวก.....79
ภาคผนวก ก วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์.....80
ภาคผนวก ข วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี.....85
ภาคผนวก ค วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ.....88
ภาคผนวก ง แบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส.....90
ภาคผนวก จ ตารางการวิเคราะห์ทางสถิติ.....93
ภาคผนวก ฉ ภาพวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์.....117

ประวัติผู้เขียน.....120



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า


2.1 ปัจจัยควบคุมที่ใช้ใน Hurdle Technology....4

2.2 ส่วนประกอบที่วิเคราะห์ได้ในฝักมะขามแห้ง....9

2.3 ค่า $a_w$ ของสารละลายเกลือที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน....11

2.4 ค่า $a_w$ ต่ำสุดของที่จุลินทรีย์แต่ละชนิดสามารถเจริญได้....19

4.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในวัตถุดิบ....29

4.2 ปริมาณของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคและเชื้อที่เป็นตัวบ่งชี้สุขลักษณะที่พบในวัตถุดิบ....32

4.3 ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในขั้นตอนการเตรียมพริกบด....33

4.4 ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในขั้นตอนการเตรียมกระเทียมบด....34

4.5 ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในขั้นตอนการเตรียมน้ำมะขามเปียก....35

4.6 ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ....36

4.7 ขั้นตอนการผลิตและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในแต่ละขั้นตอน....42

4.8 ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอน
การผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย....44

4.9 การรอดชีวิตของจุลินทรีย์ภายหลังการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิต่างกัน
เป็นเวลา 10 นาที ในขั้นตอนการให้ความร้อนในกระบวนการผลิต....49

4.10 ปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ที่ตรวจพบในระหว่างการเก็บรักษา
ที่อุณหภูมิห้อง (25-30°C)....51

4.11 ปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ที่ตรวจพบในระหว่างการเก็บรักษา
ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส....52

4.12 ปริมาณเชื้อที่ลดลงในแต่ละปัจจัยของเฮอร์เดิล ในขั้นตอนของกระบวนการผลิต....67

4.13 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่ง
อาหารไทยทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง....74

4.14 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่ง
อาหารไทยทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส....80


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ความรุนแรงของปัจจัยในกระบวนการเฮอร์เดิล.....5
2.2 สูตรโครงสร้างของกรดซิตริก.....10
2.3 การเปลี่ยนแปลงจากน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลอินเวิร์ท.....12
2.4 สูตรโครงสร้างของผงชูรส.....14
2.5 การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของปฏิกิริยาเมลลาร์ด.....15
2.6 อิทธิพลของ water activity ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด.....16
2.7 ค่า pH ที่เหมาะสมแก่การเจริญของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ.....18
2.8 การเจริญของจุลินทรีย์เมื่อค่า $a_w$ ลดลง.....20
3.1 ขั้นตอนการผสมผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย.....24
3.2 ขั้นตอนการผสมผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยและการเก็บตัวอย่าง.....25
3.3 วิธีการให้ความร้อนแก่ตัวอย่างผลิตภัณฑ์.....26
4.1 ปริมาณของโคโลนีที่พบบนอาหาร BP agar ที่ใช้ในการตรวจหาเชื้อ *Staph. aureus* โดยวิธี spread plate.....30
4.2 ลักษณะของโคโลนีที่พบบนอาหาร BP agar และผลการทดสอบ coagulase test.....31
4.3 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย.....43
4.4 ลักษณะของโคโลนีที่ขึ้นบนอาหาร MYP.....53
4.5 ผลการทดสอบกับอาหาร VP.....54
4.6 ลักษณะการย่อยสลายเม็ดเลือดแดงบนอาหาร blood agar.....54
4.7 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....55
4.8 การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....56
4.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.10 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลาย (°Brix) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....58
4.11 การเปลี่ยนแปลงของ water activity ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....59
4.12 การเปลี่ยนแปลงของความหนืดของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....60
4.13 การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิต่างๆกันเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์.....61
4.14 การเปลี่ยนแปลงของค่าความมืด-สว่าง (L) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บ รักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....62
4.15 การเปลี่ยนแปลงของค่าสีแดง-เขียว (a) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่ อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....63
4.16 การเปลี่ยนแปลงของค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บ รักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์.....63
4.17 แผนภูมิจำลองผลกระทบของปัจจัยเฮอร์เดิลที่มีต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ใน กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย.....68
4.18 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความแตกต่างของผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับความ ต้องการของผู้ทดสอบ.....73



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอาหารสำเร็จรูปหรือกึ่งสำเร็จรูปได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของคนทั่วไปเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะประชาชนในเมืองหลวงซึ่งมีชีวิตประจำวันที่เร่งรีบ ทำให้ไม่มีเวลาที่จะปรุงอาหารรับประทานเองทุกมื้อ อาหารสำเร็จรูปและอาหารกึ่งสำเร็จรูปจึงเป็นทางออกที่ช่วยลดเวลาในการเตรียมอาหารเพื่อบริโภคได้อีกส่วนหนึ่ง อาหารสำเร็จรูปและกึ่งสำเร็จรูปส่วนหนึ่งส่วนใหญ่จะสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต ซึ่งในกระบวนการผลิตบางอย่างอาจทำให้เกิดการสูญเสียกลิ่นรสของอาหารนั้นๆไป ทำให้อาหารเหล่านั้นมีรสชาติที่เปลี่ยนไปจากเดิม สำหรับผู้ที่ไม่เคยรับประทานมาก่อนอาจทำให้เกิดความเข้าใจผิดในรสชาติ ทำให้อาหารสูญเสียเอกลักษณ์ไป ผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งที่นำมาศึกษาในครั้งนี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสเฉพาะของอาหารไทย ซึ่งโดยปกติผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ส่วนใหญ่ในท้องตลาดจะเป็นการปรุงสดพร้อมรับประทานทันที มีบางแห่งสามารถแปรรูปเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้นานขึ้นได้ งานวิจัยชิ้นนี้จึงนำผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่ช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้นานขึ้นและยังคงมีรสชาติที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ดั้งเดิม การนำเฮอร์เดิลเทคโนโลยีมาใช้ในกระบวนการโดยศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่วัตถุดิบ การผลิต ตลอดจนการเก็บรักษา เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยที่สามารถเก็บได้นานขึ้นและยังคงมีคุณภาพใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นใหม่

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ศึกษาการผลใช้เฮอร์เดิลเทคโนโลยีในกระบวนการผลิตส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยสำหรับยืดอายุในการเก็บรักษา

1.2.2 ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพในช่วงเวลาการเก็บรักษาและอุณหภูมิที่ต่างกัน โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพทางด้านกายภาพ ทางเคมี ทางจุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส

1.2.3 เป็นแนวทางนำไปประยุกต์ใช้ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาปัจจัยของเฮอร์เดิลเทคโนโลยีในที่ใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งในอาหารไทยที่มีความเป็นกรด การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาทั้งทางด้านจุลินทรีย์ เคมี กายภาพ และทางประสาทสัมผัสโดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ขั้นตอนของวัตถุดิบไปจนถึงการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงของ ค่าความเป็นกรดทั้งหมด pH ปริมาณเกลือทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมด water activity ความหนืด สี และค่าทางประสาทสัมผัส ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยสามารถใช้เป็นแนวทางในการผลิตและแนวทางในการยืดอายุการเก็บรักษาสำหรับใช้ในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 HURDLE TECHNOLOGY

กระบวนการแปรรูปอาหารในปัจจุบันสามารถทำให้อาหารเก็บไว้ได้เป็นเวลานานมากขึ้นกว่าในอดีต ซึ่งในกระบวนการดังกล่าวอาจมีการใช้ความร้อนสูงหรือใช้วิธีการที่รุนแรงในการทำลายจุลินทรีย์หรือเอนไซม์ที่เป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหาร แต่บางครั้งอาหารที่ผ่านกระบวนการเหล่านั้นอาจสูญเสียคุณค่าทางอาหาร รสชาติ หรือมีคุณภาพที่ลดลงจากเดิม จึงได้มีการนำ Hurdle Technology มาใช้เพื่อการถนอมอาหาร โดยอาศัยหลักการควบคุมสาเหตุที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียให้สมดุลกัน โดยอาศัยปัจจัยที่สามารถควบคุมหลายอย่างมาใช้ควบคุมดังตารางที่ 2.1 ซึ่งมีปัจจัยที่นำมาใช้ควบคุมสาเหตุที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียหลายปัจจัยด้วยกัน แต่ในการนำมาใช้งานจะนำมาใช้ร่วมกันเกิดเป็นอุปสรรคต่อเชื้อจุลินทรีย์ทำให้ไม่สามารถเจริญเติบโตหรือสร้างสารพิษได้ อีกทั้งยังทำให้อาหารสามารถคงคุณค่าทางอาหารและทางประสาทสัมผัสได้ดีอีกด้วย ผลของเฮอร์เดิลเทคโนโลยีสามารถจำแนกได้ดังนี้ (Leistner and Gould, 2002)

1. เฮอร์เดิลทางกายภาพ (physical hurdles) ได้แก่ กระบวนการใช้ความร้อน การฉายรังสี อุณหภูมิในการเก็บรักษา การใช้คลื่นพลังงาน เช่น ไมโครเวฟ การใช้บรรจุภัณฑ์ การบรรจุแบบปลอดเชื้อ เป็นต้น

2. เฮอร์เดิลทางเคมีฟิสิกส์ (physicochemical hurdles) ได้แก่ water activity, pH, redox potential, การใช้เกลือต่างๆ การใช้กรดอินทรีย์ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด เครื่องเทศ และสมุนไพร เป็นต้น

3. เฮอร์เดิลทางชีวภาพ (microbiologically derived hurdles) ได้แก่ การใช้จุลินทรีย์เติบโตแข่งขันกัน bacteriocins, antimycotics, antibiotic เป็นต้น

4. เฮอร์เดิลร่วม (miscellaneous hurdles) เป็นการใช้เฮอร์เดิลร่วมกัน เช่น การใช้สารฆ่าเชื้อร่วมกับการดัดแปลงบรรยากาศ การใช้ไคโตซานทำเป็นฟิล์มเคลือบอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

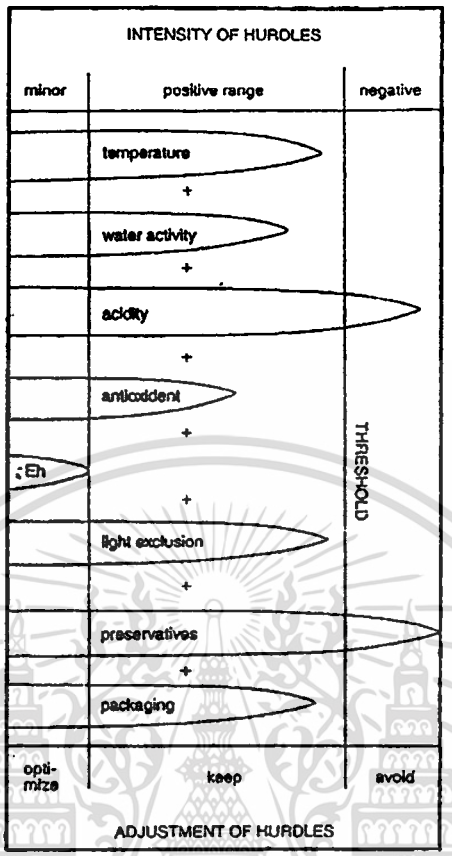
**ตารางที่ 2.1 ปัจจัยควบคุมที่ใช้ใน Hurdle Technology**

| Symbol | Parameter | Application |
|---|---|---|
| F | High temperature | Heating |
| T | Low temperature | Chilling, freezing |
| $a_w$ | Reduce water activity | Drying, curing, conserving |
| pH | Increased acidity | Acid addition or formation |
| Eh | Reduced redox potential | Removal of oxygen addition of ascorbate, etc |
| Pres. | Preservatives | Sorbate, sulfite, nitrite, etc |
| c.f. | Competitive flora | Microbial fermentation |

ที่มา : Leistner and Gould, 2002

ปัจจัยเฮอร์เดิลที่ใช้ในผลิตภัณฑ์มีหลายปัจจัยซึ่งแต่ละปัจจัยมีผลต่อการควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่แตกต่างกัน บางปัจจัยหากใช้ในความเข้มข้นที่สูงก็จะสามารถควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยได้ เช่น การใช้สารกันเสียแต่ในการใช้ในปริมาณที่มากเกินไปจะก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภคได้หรือการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อถ้าใช้อุณหภูมิที่สูงมากในการฆ่าเชื้อจนปริมาณของเชื้ออยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภค แต่ความร้อนสูงทำให้เสียคุณลักษณะที่ดีของอาหารไป ดังนั้นในกระบวนการควรจะต้องใช้หลายปัจจัยมาช่วยส่งเสริมกันทำให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นสามารถควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ได้โดยที่อาหารยังมีความปลอดภัยและยังคงลักษณะที่ดีของอาหารไว้ได้อีกด้วย สำหรับความรุนแรงของปัจจัยของเฮอร์เดิลเทคโนโลยีแสดงในภาพที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 2.1** แสดงความรุนแรงของปัจจัยในกระบวนการเฮอร์เดิล

**ที่มา** : Leistner, 2002

**2.1.1 ตัวอย่างการใช้เฮอร์เดิลเทคโนโลยีในการเก็บรักษาอาหาร**

ธงชัย (2546) ศึกษาการเก็บรักษาก๋วยเตี๋ยวสดโดยใช้ การปรับค่าความเป็นกรดด่างด้วยกรด 4 ชนิดคือ ซิตริก อะซิติก แลกติก และ กลูโคโนเดลต้าแลคโตน ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ พบว่า เมื่อนำเส้นก๋วยเตี๋ยวสดปรับความเป็นกรดด่างด้วยกรดซิตริกเข้มข้นร้อยละ 1 แล้วบรรจุในถุงโพลีโพรไพลีนในสภาวะบรรยากาศ ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 10 นาที และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 12°C สามารถเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวสดได้เป็นระยะเวลา 2 เดือน

Meyer และคณะ (2001) ศึกษาการใช้เก็บรักษาเส้นอุด้ง โดยใช้กรดแลกติกความเข้มข้นร้อยละ 1.6 ปรับความเป็นกรด-ด่างโดยแช่เส้นอุด้ง 150 วินาทีให้เส้นมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 3.9-4.0 นำเส้นที่ได้บรรจุใส่ถุงเติมน้ำมันปาล์มแล้วปิดถุงให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 97°C เป็นเวลา 20 นาที ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าเส้นที่ได้ไม่มีความแตกต่างจากเส้นสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

ผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย หมายถึง ส่วนผสมของวัตถุดิบหลายชนิด ใช้เพื่อผสมกับอาหารเพื่อให้ได้รสชาติของอาหารที่ต้องการ ในที่นี้ผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยที่ทำมีจุดประสงค์ให้ได้อาหารที่มีรสชาติที่ค่อนข้างเปรี้ยว เค็ม หวานและเผ็ด โดยส่วนประกอบที่สำคัญจะประกอบด้วย มะขามเปียก น้ำปลา น้ำตาล และพริก

### 2.2.1 พริก

พริกเป็นพืชที่อยู่ในสกุล *Capsicum* มีการเพาะปลูกกันทั่วไปในที่มีภูมิอากาศอบอุ่นและอากาศร้อน เช่น อินเดีย อเมริกันเขตร้อน ไทย พม่า พริกประกอบด้วยสารเผ็ดร้อน (นิจศิริ, 2534) ตั้งแต่ 0.1-1 SU.(scovilk heat unit) สารที่ให้รสเผ็ดร้อนคือ capsaicin, dihydrocapsaicin, nordihydrocap saicin, homocapcaicin และ homodihydrocap saicin สารที่มีรสเผ็ดนี้อยู่ในบริเวณไส้ (dissapiment) ของผลไม่ใช่อยู่ที่เม็ด สารประกอบนี้เรียกรวมว่า capsaicinoids นอกจากนี้พริกยังประกอบด้วย เส้นใย แคลเซี่ยม ฟอสฟอรัส เหล็ก วิตามินB1 วิตามินB2 วิตามินA วิตามินC โดยเฉพาะ วิตามินA และวิตามินC พบในปริมาณที่สูงอีกด้วย สำหรับสาร capsaicin มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์ยารักษาโรค ในอเมริกามีจำหน่ายในชื่อ Cayenne สำหรับฆ่าเชื้อแบคทีเรียในกระเพาะอาหาร capsaicin ยังมีคุณสมบัติลดความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ หัวไหล่ แขน บั้นเอว และส่วนต่างๆของร่างกาย และมีผลิตภัณฑ์จำหน่ายทั้งที่เป็นโลชันและครีม (Thaxtra-P capsaicin) แต่การใช้ในปริมาณที่มากเกินไปอาจมีผลกระทบต่อการหยุดชะงักการทำงานของกล้ามเนื้อ USFDA กำหนดให้ใช้สาร capsaicin ได้ที่ความเข้มข้น 0.75% สำหรับเป็นยารักษาโรค สำหรับในประเทศไทย ใช้ในยาพื้นบ้าน เป็นยาขับลม ขับปัสสาวะ ขับเหงื่อ ช่วยในการเจริญอาหาร ใช้ผสมขี้ผึ้งเพื่อทาถูนวด แก้อาการปวดเมื่อย ทำให้มีเลือดมาเลี้ยงบริเวณที่ทามากขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2546)

Careaga และคณะ (2003) ได้การศึกษาคุณสมบัติการต่อต้านเชื้อ *Salmonella* Typhimurium และ *Pseudomonas aeruginosa* ที่อยู่ในเนื้อวัวจากสาร capsaicin ที่สกัดมาจากพริกชี้ฟ้า (*Capsicum annuum)* พบว่าค่า MLC (minimum lethal concentration) สำหรับเชื้อ *S.* Typhimurium มีค่าเท่ากับ 1.5 ml/100 gของเนื้อ ในขณะที่เชื้อ *P. aeruginosa* ต้องใช้ 3ml/100 gของเนื้อ

Dorantes และคณะ (2000) ทำการศึกษาสารสกัดจาก *Capsicum annum* ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคพบว่าสารที่สกัดจากพริกสามารถยับยั้งเชื้อ *Listeria monocytogenes* ได้มากที่สุด ตามมาด้วย *Bacillus cereus, Staphylococcus aureus* และ *S.* Typhimurium แต่จากการแยกสารประกอบที่ได้จากสารที่สกัดจาก *C. annum* พบว่าในจำนวนสารที่แยกออกมาได้ คือ α-cumaric

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

acid, m-courmaric acid, Trans-cinnamic acid, capsaicin และ dihydrocapsaicin มีเพียง m-courmaric acid และ Trans-cinnamic acid เท่านั้นที่มีผลต่อการยับยั้งเชื้อทั้ง 4 ชนิดที่กล่าวมา

**2.2.2 กระเทียม**

กระเทียมเป็นพืชล้มลุก สูง 40-80 ซม. มีหัวใต้ดิน แบ่งเป็นกลีบเล็กๆได้หลายกลีบ แต่ละกลีบมีใบแห้งๆหุ้มไว้ในลักษณะแคบยาว กว้าง 1-2.5 ซม. ยาว 30-60 ซม. ปลายแหลม ดอกช่อแทงจากลำต้นใต้ดิน ดอกย่อยมีขนาดเล็ก กลีบดอกมี 6 อันสีชมพู มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Allium sativum* Linn. กระเทียมสดมีน้ำมัน (garlic oil) อยู่ประมาณร้อยละ 0.1-0.36 สารอินทรีย์และกัมมะถันหลายชนิด (นิจศิริ, 2534) คือ alliin (S-allyl-l-cysteine sulfoxide) และ S-methyl-l-cysteine sulfoxide น้ำย่อยหลายชนิดคือ alliinase, peroxidase, และ myroxinase โปรตีน แร่ธาตุ วิตามินB1 วิตามินB2 ไนอะซิน ในปัจจุบันการนำกระเทียมมาใช้งานหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นกระเทียมสด กระเทียมผงหรือสกัดออกมาในรูปของน้ำมัน โดยกระเทียมมีสรรพคุณเป็นยาขับลมในลำไส้ บรรเทาอาการท้องอืด แก้ไอ ปวดฟัน ปวดหู กระเทียมสดบดให้แหลกนำมาใช้รักษาโรคกลากเกลื้อนได้อีกด้วย *Allium plants* (Lee และคณะ 2004) โดยเฉพาะกระเทียมมีฤทธิ์ในการต่อต้านแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคและรา ได้แก่ *Helicobacter pylori, Staph. aureus, Escherichia coli, B. cereus, Clostridium botulinum, C. perfringens* และ *Aspergillus spp.*

อดิศร (2542) ศึกษาผลของน้ำสกัดกระเทียมต่อการยับยั้งเชื้อ *Staph. aureus* และ *S.* Anatum โดยเติมน้ำกระเทียมสกัดลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ TSB ในปริมาณ 1 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อ TSB ที่เติมน้ำสกัดกระเทียมที่มีความเข้มข้นสูงสามารถยับยั้งและทำลายเชื้อโรคอาหารเป็นพิษทั้งสองสายพันธุ์ที่ทำการศึกษาได้เร็วกว่าที่มีความเข้มข้นต่ำ และเชื้อ *S.* Anatum จะถูกยับยั้งและทำลายได้เร็วกว่า *Staph. aureus*

Lee และคณะ (2004) ทำการศึกษาสารที่สกัดมาจาก *Allium odorum* L. จาก 3 แหล่งได้แก่ flower stem, soft leek และ green leek และทำการเปรียบเทียบกับสารที่สกัดจาก *A. sativum* (garlic) และ *A. fistulosum* (welsh onion) ถึงผลของการยับยั้ง *Campylobacter strains* ที่แยกออกมาจากไก่ พบว่าสารที่สกัดจากกระเทียมสามารถยับยั้ง *Campylobacter strains* ได้โดยมีค่า MIC (minimum inhibitory concentration) อยู่ที่ 4-5 mg/ml

Yin and Tsao (1999) ทำการศึกษาสารสกัดจาก *Allium* plants 7 ชนิด ได้แก่ garlic, bakeri garlic, Chinese leek, Chinese chive, scallion, onion blub และ shallot blub ในการยับยั้งเชื้อ *A. niger, A. flavus* และ *A. fumigatus* พบว่าสารสกัดจาก garlic blub มีผลในการยับยั้งเชื้อ *Aspergillus species* ได้ดีที่สุด ตามมาด้วยสารสกัดจาก Chinese leek

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cellini และคณะ(1996) ทำการศึกษาสมบัติของสารสกัดจากกระเทียมสด ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคกระเพาะอาหาร คือ *Helicobacter pylori* พบว่าสารสกัดจากกระเทียมที่ความเข้มข้นระหว่าง 2-5 mg/ml สามารถต้านการเจริญของแบคทีเรียดังกล่าวได้ ระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียนี้ได้ร้อยละ 90 (minimum inhibitory concentration – MIC) อยู่ที่ 5mg/ml ส่วนระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย (minimum bactericidal concentration - MBC)นี้มีค่าเป็น 2 เท่าของ MIC และสารที่สกัดออกมาเมื่อนำไปผ่านความร้อนแล้วประสิทธิภาพในการยับยั้งจะลดลง 2-4 เท่า

2.2.3 มะขามเปียก

มะขาม *(Tamarindus indica* Linn).เป็นไม้ยืนต้น (นิรนาม 2546) ขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ แตกกิ่งก้านสาขามากเปลือกต้นไม่มีหนาม เปลือกขรุขระและหนา สีน้ำตาลอ่อน ใบเป็นใบประกอบ ใบเล็กจะออกตามก้านใบเป็นคู่ ประมาณ 10-18 คู่ ใบย่อยเป็นรูปขอบขนานปลายใบและโคนใบมน กว้าง 2.5 มิลลิเมตร กลีบดอกเป็นสีเหลืองและมีจุดประสีแดงอยู่กลางดอก ผลเป็นฝักยาวรูปร่างยาวหรือโค้ง ยาว 3-20 ซม.กว้าง 1-2 ซม.ฝักอ่อนมีเปลือกสีเขียว อมเทาน้ำตาลเกรียม เนื้อในติดกับเปลือกเมื่อแก่ ฝักเปลี่ยนเป็นเปลือกแข็ง กรอบหักง่าย สีน้ำตาล เนื้อในกลายเป็นสีน้ำตาลเข้ม เนื้อมะขามมีรสเปรี้ยวและหวาน แก่น สรรพคุณกล่อมเสมหะและโลหิต ใบมะขามแก่ รสเปรี้ยวฝาด สรรพคุณขับ ( ล้าง ) เสมหะในลำไส้ แก้บิด แก้ไอ ใบมะขามต้มรวมกับหัวหอมแดง 2-3 หัว โกรกศีรษะเด็ก ในเวลาเช้ามืด แก้หวัดคัดจมูกได้ เมื่อเนื้อในของฝักมะขามแก่ รสเปรี้ยวจัด แก้ท้องผูก แก้ไอ ขับเสมหะ ลดความร้อนในร่างกาย แก้กระหายน้ำ เนื้อมะขามรวมกับเกลือ และข่า เป็นยาขับเลือด ขับลมแก้สันนิบาต หน้าเพลิง และเนื้อมะขามผสมกับปูนแดง นำมาทาฝีได้ และคนไทยยังใช้น้ำมะขามเปียกเป็นยาล้างเลือดที่ตกค้างภายในของสตรีหลังคลอดใหม่ๆ หลังจากรกออกมาแล้ว โดยใช้น้ำมะขามเปียกคั้นเป็นน้ำข้นๆ ผสมเกลือ เล็กน้อยรับประทาน 1 ชามใหญ่ เมล็ดแก่ รสมัน ช่วยขับพยาธิไส้เดือน เปลือกของต้นมะขาม รสฝาด สรรพคุณฝาดสมานแผล ส่วนประกอบของฝักมะขามแห้งที่วิเคราะห์ได้แสดงดังตารางที่ 2.2

มะขามเปียก(ทวีศักดิ์, 2540) เป็นมะขามเปรี้ยวแก่จัด แกะเปลือกออกเหลือแต่เนื้อในใช้ปรุงเป็นน้ำพริกมะขามเปียก น้ำพริกปลาย่าง น้ำพริกเผา น้ำพริกตาแดง นอกจากจะใช้เป็นส่วนประกอบของน้ำพริกแล้ว ยังใช้น้ำเพื่อปรุงอาหารประเภทต้มยำ ส้มตำ รวมทั้งน้ำพริกหลนต่างๆ ในการใช้มะขามเปียกจะต้องเลือกมะขามเปียกที่ใหม่สด สีน้ำตาลจะออกไปทางแดง ไม่ควรมะขามที่มีสีดำจะทำให้น้ำพริกมีสีเพี้ยนไม่น่ารับประทาน มะขามเปียกที่ดีควรมีรสหวานอมเปรี้ยวนิดๆจะทำให้น้ำพริกรสกลมกล่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 2.2 ส่วนประกอบที่วิเคราะห์ได้ในฝักมะขามแห้ง**

| Constituent | Percentage |
|---|---|
| Moisture | 15.00-30.00 |
| Proteins | 2.00-8.79 |
| Fat/oil/lipid, crude | 0.50-2.53 |
| Carbohydrates, total | 56.70-70.70 |
| Fibre, crude | 2.20-18.30 |
| Tartaric acid, total | 8.00-18.00 |
| Reducing sugars | 25.00-45.00 |
| Total ash | 2.10-2.90 |
| Pectin | 2.00-4.00 |
| Cellulosic residue | 19.40 |
| Albuminoids | 3.00-4.00 |
| Total available carbohydrates | 41.77 |
| Alcohol insoluble sugars | 22.70 |
| Water insoluble sugars | 20.50 |
| Non-reducing sugars | 16.52 |
| Total sugars | 41.20 |
| Starch | 5.70 |
| Tannin, (mg) | 600.00 |
| Ascorbic acid, (mg) | 3.00-9.00 |
| b-carotene equivalent (mg) | 10.00-60.00 |
| Thiamine (mg) | 0.18-0.22 |
| Roboflavin (mg) | 0.07-0.09 |
| Niacin (mg) | 0.60 |

ที่มา : Meillon (1974); Duke (1981); Ishola และคณะ (1990)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2.4 กรดซิตริก**

กรดซิตริก หมายถึง กรด 2-hydroxy-1,2,3 propane tricarboxylic ละลายน้ำได้ดีมาก ลักษณะโดยทั่วไปเป็นผลึกใสไม่มีสีหรือเป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น แบ่งได้ 2 ชนิด คือ กรดซิตริกโมโนไฮเดรต ($C_6H_8O_7 \cdot H_2O$) และกรดซิตริกแอนไฮดรัส ($C_6H_8O_7$) (มอก. 464-2544) การผลิตกรดซิตริกทำโดยการหมักสารละลายน้ำตาลด้วยราหรือการสกัดจากน้ำเลมอนและน้ำมะนาว และจากส่วนที่เหลือจากการทำสับปะรดกระป๋อง ซิตริกเป็นกรดที่มีรสฝาดแหลม ใช้เป็น acidulant ในเครื่องดื่มผลไม้ และเครื่องดื่มอัดก๊าซที่ระดับ 0.25-0.4% เนยแข็งที่ 3-4% และเจลลี่ ใช้เป็น antioxidant ในมันฝรั่งสำเร็จรูป, wheat chip และแท่งมันฝรั่ง (potato sticks) เพื่อป้องกันการเสียโดยดักจับอิออนโลหะใช้ร่วมกับ antioxidant ในกระบวนการของผลไม้สดแช่แข็งเพื่อป้องกันการเปลี่ยนสี (กล้าณรงค์, 2545) สำหรับโครงสร้างทางเคมีของกรดซิตริกแสดงในภาพที่ 2.2

**ภาพที่ 2.2 สูตรโครงสร้างของกรดซิตริก**

ที่มา : JECFA (1999)

การใช้กรดซิตริกในอาหารมีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ Beelman และคณะ (1989) ใช้สารละลายกรดซิตริกเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ปรับกรดของน้ำที่ใช้ลวกเห็ดให้มีความเป็นกรด-ด่างที่ 3.5 พบว่าสามารถลดจำนวนเชื้อของจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียลงได้

**2.2.5 เกลือ**

เกลือ (มอก.2086-2544) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบไปด้วย โซเดียมคลอไรด์ เป็นส่วนสำคัญเหมาะสำหรับใช้บริโภค มีลักษณะเป็นผงหรือผลึกละเอียดสีขาว ได้จากน้ำทะเล เกลือหินจากใต้ดิน หรือจากน้ำเกลือธรรมชาติและผ่านกรรมวิธีทำให้บริสุทธิ์

ผลของเกลือต่ออาหาร เกลือที่เติมลงในอาหารจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีรสเค็มขึ้นและมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ โดยการเติมเกลือมีผลทำให้เกิดแรงดันออสโมติกเกิดการดึงน้ำออกจากอาหาร เป็นผลทำให้ค่า $a_w$ ต่ำลงทำให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อีกด้วยทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเชื้อจุลินทรีย์ด้วย สำหรับค่า $a_w$ ที่ลดลงจะแปรผันตามปริมาณของเกลือที่เติมลงในอาหาร โดยปริมาณเกลือมากขึ้นค่า $a_w$ ก็จะลดลงมากขึ้นด้วยดังแสดงในตารางที่ 2.3

**ตารางที่ 2.3** ค่า $a_w$ ของสารละลายเกลือที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน

| ค่า $a_w$ | NaCl g/100g $H_2O$ |
|---|---|
| 0.995 | 0.88 |
| 0.99 | 1.75 |
| 0.98 | 3.57 |
| 0.96 | 7.01 |
| 0.95 | 8.82 |
| 0.94 | 10.34 |
| 0.92 | 13.50 |
| 0.90 | 16.54 |
| 0.88 | 19.40 |
| 0.86 | 22.21 |
| 0.85 | 23.55 |
| 0.84 | 24.19 |
| 0.82 | 27.29 |
| 0.80 | 31.10 |
| 0.78 | 32.55 |
| 0.76 | 35.06 |
| 0.75 | 36.06 |

ที่มา : ดัดแปลงจาก Robinson and Stokes (1959)

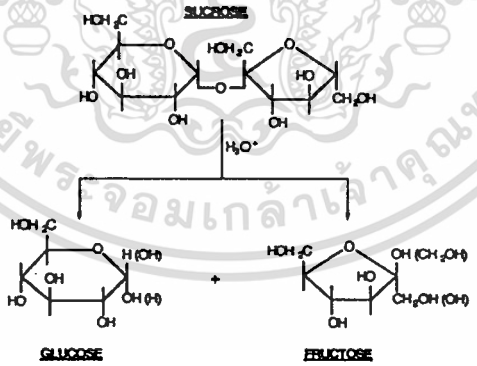
นอกจากนี้ผลของเกลือต่ออาหารอาจกล่าวได้ดังนี้ (วราวุฒิ, 2538) เกลือจะเกิดการแตกตัวเป็นประจุคลอไรด์ซึ่งทำให้เกิดผลร้ายต่อจุลินทรีย์ เกลือทำให้ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำหรือความชื้นลดลง เกลือทำให้เซลล์ถูกกระทบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ได้ง่าย เกลือทำให้เกิดผลกระทบต่อกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในการย่อยสลายโปรตีน อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของเกลือในการต่อต้านการเจริญของจุลินทรีย์ ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและอุณหภูมิเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับความเข้มข้นของเกลือในอาหารมีผลต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (Casey and Condon, 2002) ศึกษาผลของการใช้เกลือร่วมกับกรดในการต้านทานเชื้อ *E. coli* พบว่าเมื่อเติมเกลือ 4%ลงไปในอาหาร Tryptic Soy Broth (TSB) ที่ทำการปรับ pH ด้วยกรดแลคติกแล้วมีผลทำให้ความต้านทานต่อกรดของเชื้อเมื่อเวลาผ่านไปมีเพิ่มขึ้น

### 2.2.6 น้ำตาลทราย

น้ำตาลทรายเป็นสารให้ความหวานที่นิยมใช้กันมากที่สุด ที่เห็นโดยทั่วไปคือใช้เป็นสารให้ความหวานในผลิตภัณฑ์ต่างๆ อีกทั้งยังใช้ในการถนอมอาหารมานานอีกด้วย เช่น การแช่อิ่ม การเชื่อม น้ำตาลทรายผลิตได้จากอ้อยและหัวบีท เมื่อละลายจะมีบางส่วนแตกตัวเป็นน้ำตาลกลูโคสและฟรักโตสได้ เมื่อน้ำตาลละลายน้ำจะทำให้คุณสมบัติของอาหารเปลี่ยนแปลงไป เช่น ความหนืดเพิ่มขึ้น จุดเดือดสูงขึ้น ลดค่า $a_w$ ในการทำแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด น้ำตาลจะช่วยในการเกิด เจลของเพคติน น้ำตาลอินเวิร์ทเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการไฮโดรไลซ์น้ำตาลซูโครสโดยการใช้กรดอินทรีย์ กรดอนินทรีย์ เอนไซม์ หรือการใช้กรดร่วมกับเอนไซม์ น้ำตาลอินเวิร์ทมีลักษณะเป็นน้ำเชื่อมข้นเหนียว ใช้มากในอุตสาหกรรมทำแยม เยลลี่ มาร์มาเลด แช่อิ่ม และใช้ทำขนมหวานทั่วไป เพื่อช่วยลดการตกผลึกของซูโครส น้ำตาลอินเวิร์ทมีความหวานมากกว่าน้ำตาลซูโครส การเปลี่ยนน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลอินเวิร์ทแสดงดังภาพที่ 2.3




**ภาพที่ 2.3 การเปลี่ยนแปลงจากน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลอินเวิร์ท**

ที่มา : Moreau และคณะ (2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.2.7 น้ำปลา**

น้ำปลา (มอก.3-2526) หมายถึง ของเหลวที่ได้จากการหมักปลา หรือส่วนของปลากับเกลือ หรือกากปลาที่เหลือจากการหมักกับน้ำเกลือตามกรรมวิธีทำน้ำปลา

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 203 (พ.ศ. 2543) น้ำปลา หมายความว่า ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลวรสเค็มใช้ปรุงแต่งกลิ่นรสของอาหาร แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังต่อไปนี้

(1) น้ำปลาแท้ หมายความว่า น้ำปลาที่ได้จากการหมัก หรือย่อยปลา หรือส่วนของปลา หรือกากของปลาที่เหลือจากการหมัก ตามกรรมวิธีการผลิตน้ำปลา

(2) น้ำปลาที่ทำจากสัตว์อื่น หมายความว่า น้ำปลาที่ได้จากการหมัก หรือย่อยสัตว์อื่นซึ่งมิใช่ปลา หรือส่วนของสัตว์อื่นหรือกากของสัตว์อื่นที่เหลือจากการหมักตามกรรมวิธีการผลิตน้ำปลา และให้หมายความรวมถึงน้ำปลาที่ทำจากสัตว์อื่นที่มีน้ำปลาแท้ผสมอยู่ด้วย

(3) น้ำปลาผสม หมายความว่า น้ำปลาตาม (1) หรือ (2) ที่มีสิ่งอื่นที่ไม่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคเจือปน หรือเจือจาง หรือปรุงแต่งกลิ่นรส ทั้งนี้ หมายความรวมถึงน้ำปลาตาม (1) (2) หรือ (3) ที่ได้ระเหยน้ำออกด้วย

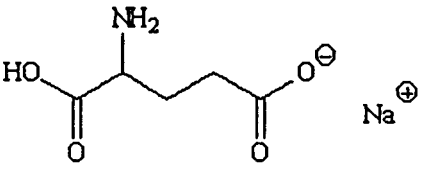
น้ำปลา (วรรณวิบูลย์, 2543) ทำจากปลาต่างๆทั้งปลาน้ำจืดและปลาน้ำเค็มปลาที่นิยมใช้คือ ปลาสร้อย ปลาไส้ตัน ปลากะตัก ปลาแมว เป็นต้น กรรมวิธีการทำไม่ยุ่งยาก แต่ใช้เวลานานมากกว่า 6 เดือนโดยนำปลามาหมักเกลือโดยสัดส่วน ปลา:เกลือ เท่ากับ 3:1 คลุกปลากับเกลือ และวางปลาสลับกับชั้นของเกลือจนเต็มบ่อหมัก ชั้นบนโรยเกลือจนเต็มบ่อหมัก โปรตีนจะเกิดการสลายตัวทำให้ได้ของเหลวใสสีเหลืองแยกจากเนื้อปลา น้ำใสนี้แยกด้วยการกรองจะได้น้ำปลา

**2.2.8 ผงชูรส**

ผงชูรส (มอก.14-2525) หมายถึง โมโนโซเดียม แอล-กลูตาเมท หรือ เอ็ม เอส จี (monosodium L-glutamate or MSG) เกลือโซเดียมของกรดแอล-กลูตามิก ซึ่งมีน้ำผลึกอยู่ 1 โมเลกุล มีสูตรทางเคมีเป็น $C_5H_8NNaO_4 \cdot H_2O$ น้ำหนักโมเลกุล 187.13 มีลักษณะเป็นผลึกหรือผงผลึกสีขาว ปราศจากกลิ่น และมีรสเฉพาะตัว เป็นวัตถุที่ใช้ปรุงแต่งรสอาหาร

ผงชูรส (กล้าณรงค์, 2545) สามารถเสริมกลิ่นรสและทำให้กลิ่นรสแรงขึ้น แต่ไม่ได้เสริมกลิ่นรสของมันเอง ผลิตจากกระบวนการผลิตของ molasses ใช้ที่ระดับ 0.1-1% ในเนื้อสัตว์ ซุป และซอส สำหรับโครงสร้างทางเคมีของผงชูรสแสดงในภาพที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาพที่ 2.4 สูตรโครงสร้างของผงชูรส**

ที่มา : JECFA (1987)

**2.2.9 Lime oil** (Julia,1992)

เป็น essential oil ที่สกัดมาจาก *Citrus aurantifolia* เป็นไม้ขนาดเล็ก กิ่งอ่อน มีหนาม ใบเป็นรูปวงรีสีเขียวอ่อน ดอกสีขาว ผลมีสีเขียวอ่อน การสกัดทำได้โดยใช้การบีบอัดส่วนของเปลือกของผลที่ยังไม่สุก หรือโดยการใช้การสกัดด้วยไอน้ำจากผลทั้งลูกที่เหลือจากอุตสาหกรรมน้ำผลไม้ ตัวของน้ำมันมีลักษณะเป็นของเหลวสีเหลืองอ่อนมีกลิ่น หอมหวานสดชื่นของผลไม้จำพวกมะนาวและส้ม Lime oil ถูกนำมาใช้ในการบำบัดด้วยกลิ่น (aromatherapy) โดยมีผลทำให้เสริมการไหลเวียนของโลหิต กระตุ้นการเจริญอาหาร ทำให้สดชื่นกระปรี้กระเปร่า ช่วยเจริญอาหารและช่วยลดไข้ได้อีกด้วย

## 2.3 ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Davies and Labuza, 2000)

ปฏิกิริยาเมลลาร์ดจัดเป็นปฏิกิริยาประเภท non-enzymatic browning ปฏิกิริยาเมลลาร์ดเป็นปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อผลิตภัณฑ์อย่างหลากหลาย (Davies) ไม่ว่าจะเป็นในด้านของ รสชาติ กลิ่นรส และสี ปฏิกิริยาเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่าง สารประกอบคาร์โบไฮเดรต เช่น sucrose, dextrose, fructose, high fructose corn syrup, corn starch และ maltodextrin กับ amino acids เช่น กรดอะมิโนอิสระที่พบในน้ำผลไม้ ทำให้เกิดเป็นสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ ปฏิกริยาเมลลาร์ดคอนข้างซับซ้อนโดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนคือ

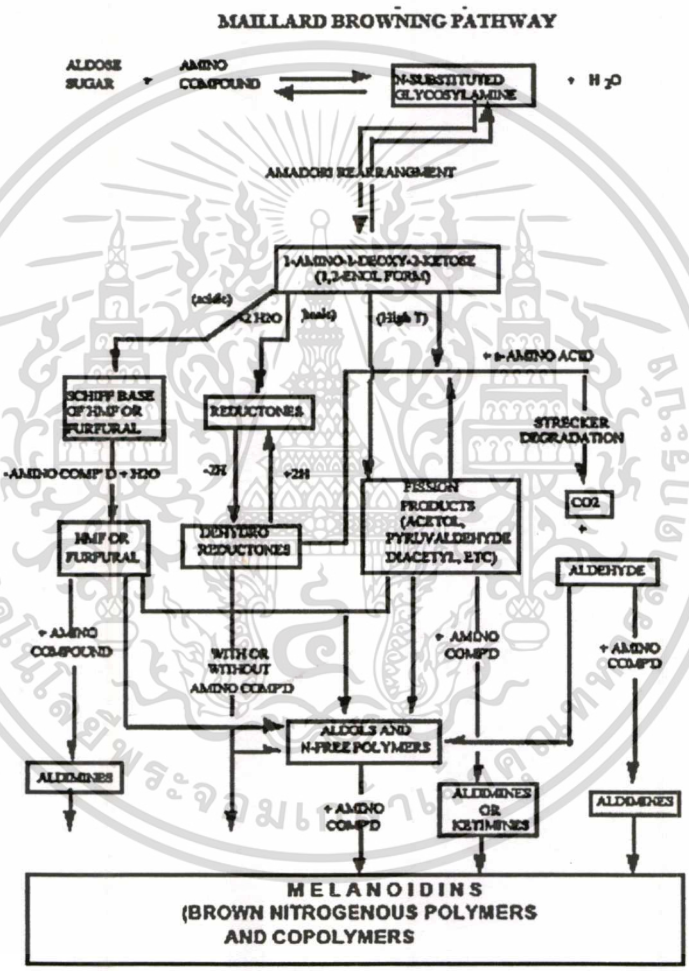
ขั้นตอนแรก เกิดจากความสัมพันธ์ระว่างปฏิกิริยาของ sugar-amine condensation และ Amadori rearrangement ในขั้นตอนนี้ยังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาล

ขั้นตอนที่สอง เกิดจากความสัมพันธ์ระว่างปฏิกิริยาของ sugar dehydration and fragmentation กับ amino acid degradation ผ่านปฏิกิริยาของ Strecker ซึ่งจะเกิดในการใช้อุณหภูมิสูงในกระบวนการผลิต ที่จุดสิ้นสุดของปฏิกิริยาจะเป็นการเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นรส

ขั้นตอนที่สาม เกิดการรวมตัวของ heterocyclic nitrogen compounds ทำให้เกิดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงของสีเกิดเป็นสีน้ำตาลในขั้นตอนนี้ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของปฏิกิริยาเมลลาร์ด แสดงดังภาพที่ 2.5 อย่างไรก็ตามการศึกษาปฏิกิริยาเมลลาร์ดขั้นสุดท้ายยังมีอยู่ไม่มากนัก (Wedzicha and Kabuto, 1992) สีที่ปรากฏขึ้นเกิดจากการรวมตัวของสารประกอบ polymeric เรียกว่า melanoidins โดยเกิดจากปฏิกิริยาการรวมตัวกันของ amadori product และ/หรือ กับ dicarbonyls เช่น deoxyosuloses กับ amino acids

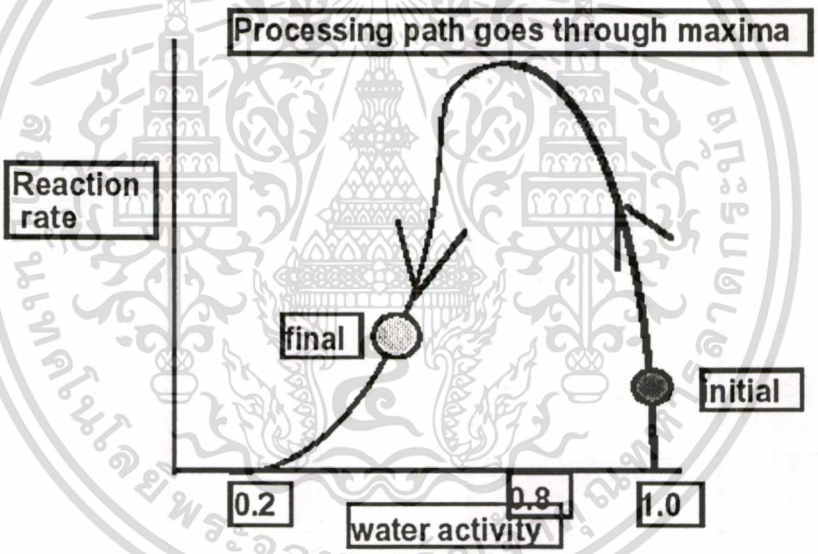



**ภาพที่2.5** การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของปฏิกิริยาเมลลาร์ด

ที่มา : ดัดแปลงจาก Hodge (1953)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดมีหลายปัจจัย เช่น ชนิดของ amine ทั้งนี้ชนิดของ amine จะแตกต่างกันไปตามแหล่งที่มาเช่น ไข่ เจลาติน อัตราส่วนระหว่าง reducing sugar กับ amino acid มีผลต่อปฏิกิริยาโดยการเพิ่มความเข้มข้น amino acid มีผลทำให้เกิดการ browning ได้มากกว่าการเพิ่มความเข้มข้นของ reducing sugar การให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์โดยการให้ความร้อนสูงแก่ผลิตภัณฑ์ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยามากกว่าการให้ความร้อนที่ต่ำกว่าเมื่อระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านความร้อนสูงจะมีอัตราการเกิดสีน้ำตาลที่สูงกว่า ปริมาณน้ำในอาหารมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาโดยจากภาพที่ 2.6 ในการเริ่มต้นของการผลิตลูกกวาดมีปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์สูงเมื่อผ่านกระบวนการทำให้แห้งอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเกิดจากด้านขวาไปด้านซ้าย การเกิดสีน้ำตาลเกิดขึ้นสูงสุดเมื่อมีปริมาณความชื้นที่ 30 % (Wolfrom และคณะ, 1953) ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับช่วงของค่า $a_w$ ที่ 0.6-0.8




**ภาพที่ 2.6** อิทธิพลของ water activity ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด

ที่มา : Davies and Labuza (2000)

ผลของ pH ต่อปฏิกิริยาเมลลาร์ดโดยปกติค่า pH ที่เหมาะสม (optimum) ในการเกิดปฏิกิริยาจะอยู่ที่ pH 7 ขึ้นไปแต่การเกิดปฏิกิริยาจะเกิดได้ตั้งแต่ช่วง pH 3-9 โดยที่ pH ต่ำกว่า 3 และสูงกว่า 9 จะทำให้การแข่งขันจาก nonenzymatic browning ของปฏิกิริยาชนิดอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



## 2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร

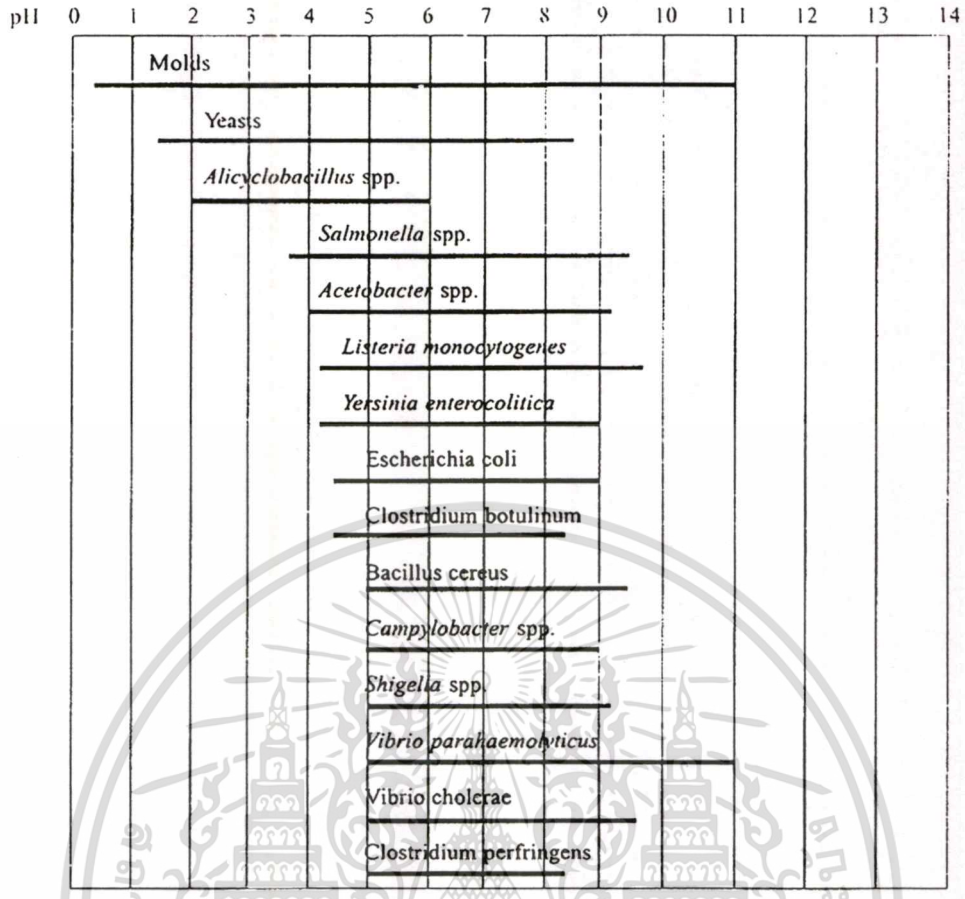
### 2.4.1 pH

ค่า pH เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการเจริญและการรอดชีวิตของจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อและอาหาร (ธีรพร, 2546) ค่า pH เป็นค่าที่บอกความเป็นกรด-ด่างหรือเป็นกลางในปฏิกิริยาเคมี เมื่อน้ำบริสุทธิ์ถูกทำให้แตกตัวเป็นอิออนจะได้ $H^+$ และ $OH^-$ ในสารละลายที่มีอิออนของ $H^+$ และ $OH^-$ ปริมาณที่เท่ากันจะมีฤทธ์เป็นกลาง ถ้ามี $H^+$ มากกว่าจะมีฤทธิ์เป็นกรด และถ้า $OH^-$ มากกว่าจะมีฤทธิ์เป็นด่าง ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะมีค่า pH ประมาณ 7.0 ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมต่อเมตาบอลิซึม ที่บริเวณเซลล์เมมเบรนของจุลินทรีย์จะไม่ยอมให้ $H^+$ และ $OH^-$ ผ่านเข้าออกแต่จะมีกลไกปั๊ม $H^+$ ออกนอกเซลล์ การที่จุลินทรีย์อยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีค่า pH สูงหรือต่ำกว่าค่า pH ที่เหมาสมต่อการเจริญอาจทำให้มีผลต่อเอนไซม์เพอร์มีเอส (permeases) ที่ใช้ในการนำสารอาหารรวมทั้งอิออนที่จำเป็นเข้าสู่เซลล์ การสร้างเอนไซม์ที่หลั่งออกภายนอกเซลล์และมีผลต่อการสร้าง ATP ในแบคทีเรีย ถ้าเซลล์จุลินทรีย์อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีค่า pH สูงมากจะทำให้เซลล์เมมเบรนถูกทำลายทำให้ $H^+$ และ $OH^-$ เข้าสู่ภายในเซลล์จนเป็นผลทำให้เอนไซม์ถูกทำลายและเซลล์ตายในที่สุด การแตกตัวของกรดอ่อนขึ้นอยู่กับค่า pH ดังสมการ

$$R\text{-}COOH \;<\text{------}>\; RCOO^- + H^+$$

ในสภาวะที่เป็นกรดซึ่งมี $H^+$ อยู่มากพบว่าสมดุลจะเลื่อนจากขวาไปซ้ายปริมาณของกรดอ่อนที่แตกตัวที่ pH หนึ่งๆเรียกว่าค่า pK และที่ pH ซึ่งกรดแตกตัวไปร้อยละ 50 เรียกว่า $pK_a$ พวกกรดที่ไม่แตกตัวจะสามารถละลายในไขมันและเคลื่อนที่ผ่านเซลล์เมมเบรนได้ ขณะที่อิออนที่แตกตัวไม่สามารถผ่านได้ หมายความว่ายิ่งมีสภาพความเป็นกรดมากขึ้นเท่าไร กรดในภาพที่ไม่แตกตัวจะสามารถเข้าสู่เซลล์ได้มากขึ้นเท่านั้น ขณะที่ภายในเซลล์ กรดที่ไม่แตกตัวจะสามารถแตกตัวภายใต้สภาวะที่เป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อย เซลล์จะปั๊ม $H^+$ ที่เกินออกมาภายนอกแต่ในที่สุดแล้วค่า pH ภายในเซลล์จะลดลงและมีผลต่อเอนไซม์และกรดนิวคลีอิก ทำให้เซลล์ตาย ตัวอย่างกรดอ่อนที่ใช้ เช่น กรดไฮโปคลอรัส (hypochlorous acid) เป็นต้น ผลของกรดอ่อนต่อเซลล์จุลินทรีย์จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ความเข้มข้นของกรดที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และทำให้เซลล์ตายนั้น จะมีผลน้อยลงถ้าอุณหภูมิลดต่ำลง ความแรงของกรดต่างๆที่ให้ผลยับยั้งจุลินทรีย์เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ โพรพิโอนิก (propionic) อะซิติก (acetic) แลกติก (lactic) ซิตริก (citric) ฟอสฟอริก (phosphoric) และ ไฮโดรคลอลิก (hydrochloric) สำหรับค่า pH ที่เหมาะสมแก่การเจริญของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ แสดงในภาพที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
61627




**ภาพที่ 2.7** ค่า pH ที่เหมาะสมแก่การเจริญของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ

**ที่มา** : Leistner and Gould (2002)

**2.4.2 Water activity**

ปริมาณน้ำที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญได้ เรียกว่า water activity ($a_w$) ซึ่งหมายถึง อัตราส่วนระหว่างความดันไอของสารละลายต่อความดันไอของน้ำ (ธีรพร, 2546) ความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 0 °C มีค่า 4.679 mmHg และที่ 25 °C ความดันไอเพิ่มขึ้นเป็น 23.8 mmHg การคำนวณค่า $a_w$ ของอาหารสามารถคำนวณได้จากความดันไอของอาหาร(vapor pressure of food) หารด้วยความดันไอของน้ำ (vapor pressure of water) ที่อุณหภูมิเดียวกัน (วราวุฒิ, 2538)

$a_w$ = vapor pressure of food / (vapor pressure of water

= Equilibrium relative humidity (ERH) / 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารที่มีค่า $a_w$ ต่ำไม่จำเป็นต้องมีความชื้นต่ำไปด้วยแต่จะขึ้นอยู่กับสมดุลของการเคลื่อนย้ายน้ำในผลิตภัณฑ์อาหารกับความชื้นในบรรยากาศที่เก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร สารบางชนิดในส่วนประกอบของอาหารจะรวมตัวกับน้ำในอาหารมีผลทำให้น้ำอิสระลดลงหรือค่า $a_w$ ลดลงนั่นเอง (สุมณฑาและคณะ, 2543) การลดค่า $a_w$ ทำได้โดยการเติมสารดูดความชื้น (humactant) เช่น น้ำตาล เกลือ น้ำผึ้ง และกัมต่างๆ

ผลของ $a_w$ ต่อจุลินทรีย์จะแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดของจุลินทรีย์ โดยทั่วไปค่า $a_w$ ที่เหมาะสมต่อจุลินทรีย์จะมีค่าเข้าใกล้ 1 (ธีรพร, 2546) ซึ่งนอกจากมีปริมาณน้ำที่จุลินทรีย์นำไปใช้ได้แล้ว ยังต้องมีสารอาหารที่พอเพียงต่อการเจริญ ค่า $a_w$ ต่ำสุดของจุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 2.4

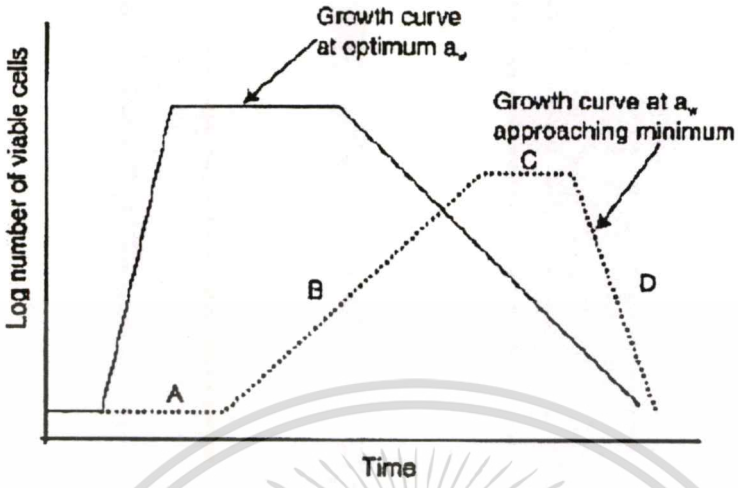
**ตารางที่ 2.4** ค่า $a_w$ ต่ำสุดของที่จุลินทรีย์แต่ละชนิดสามารถเจริญได้

| Organism | Minimum $a_w$ |
|---|---|
| Proteolytic *Clostridium botulinum* A B | 0.94 |
| Non-proteolytic *Clostridium botulinum* B E F | 0.975 |
| *E. coli* | 0.93 |
| *Salmonella* | 0.93 |
| *Listeria monocytogenes* | 0.94 |
| *Clostridium perfringens* | 0.93 |
| *Vibrio parahaemolyticus* | 0.94 |
| *Staphylococcus aureus* | 0.86 |
| *Yersinia enterocolitica* | 0.98 |
| *Campylobacter jejuni* | 0.98 |
| *Bacillus cereus* | 0.91 |

ที่มา : ดัดแปลงจาก Garbutt (1997)

อย่างไรก็ตาม พบว่าถ้าในอาหารมีค่า $a_w$ ต่ำกว่าค่า $a_w$ ต่ำที่สุด (minimum) ของจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ จุลินทรีย์จะไม่สามารถเจริญในอาหารนั้นได้ (วราวุฒิ, 2538) แต่ถ้าอาหารนั้นมีค่า $a_w$ ที่ต่ำกว่าค่า $a_w$ ที่เหมาะสม (optimum) ในการเจริญของจุลินทรีย์ จะทำให้จุลินทรีย์เจริญในช่วง lag phase ที่ยาวนานกว่าปกติและอัตราการเจริญช้าลงกว่าเดิม ภาพที่ 2.8 แสดงการเจริญของจุลินทรีย์เมื่อค่า $a_w$ ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 2.8** การเจริญของจุลินทรีย์เมื่อค่า $a_w$ ลดลง

**ที่มา** : Garbutt (1997)

ค่า water activity มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหาร การควบคุมค่า $a_w$ จึงมีความสำคัญในการรักษาคุณภาพของอาหาร แต่ทั้งนี้แม้ว่าจะควบคุมค่า $a_w$ ทำให้สามารถควบคุมจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสียได้ แต่อาหารก็ยังมีโอกาสเสื่อมเสียได้จากปัจจัยอื่นได้อีก เช่น การเปลี่ยนแปลงของสีของผลิตภัณฑ์ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมี

## 2.5 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งที่มีความเป็นกรดนี้ ประกอบไปด้วยวัตถุดิบหลายชนิดแต่ที่สำคัญคือ วัตถุดิบที่เป็นของสด คือ พริก กระเทียม และมะขาม ซึ่งมีโอกาสที่จะมีแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคปนเปื้อนได้สูง โดยจากการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำพริกสำเร็จรูปของ **สิริพร** และคณะ (2536) ในส่วนของวัตถุดิบของน้ำพริก ได้แก่ หัวหอม กระเทียม กุ้งแห้ง และพริกแห้ง มีปริมาณจุลินทรีย์ค่อนข้างสูงมีค่า TPC อยู่ในช่วง $1.9\times10^4$-$6.0\times10^7$ cfu/g โดยในตัวอย่างที่กล่าวมาพบ *Staph. aureus* และ *B. cereus* ทั้งนี้พริกแห้งมีปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนมากที่สุด โดยพบ *E. coli* แต่ไม่พบ *Salmonella spp.* และมีปริมาณ *C. perfringens* ปนเปื้อนสูงสุด

Limyati และJuniar (1998) ทำการศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ในยาพื้นบ้านของประเทศอินโดนีเซียที่มีชื่อว่า Jamu Gendong ซึ่งในตัวยานี้มีกระเทียม และมะขามเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งด้วย จากการศึกษาพบว่า หัวของกระเทียม มีปริมาณของ TPC ที่สูงโดยอยู่ในช่วง $1.2\times10^1$-$1.5\times10^5$ cfu/g มีปริมาณโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง 0-$4.3\times10^4$ cfu/g มียีสต์และราอยู่ในช่วง 0-$4.\times10^2$ cfu/g

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ฝักมะขามมีปริมาณของ TPC อยู่ในช่วง 5.0-6.3×$10^3$ cfu/g มีปริมาณโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง 0-2.3×$10^2$ cfu/g และมียีสต์และราอยู่ในช่วง 0-3.×$10^5$ cfu/g และไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

## 2.6 บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการเก็บรักษา

ภาชนะบรรจุเป็นสิ่งที่ทำหน้าที่รักษาคุณภาพของอาหารหลังการแปรรูป โดยช่วยป้องกันปัจจัยต่างๆที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียทั้งในด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ เช่น ความชื้น แสง การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์จากสัตว์พาหะเช่น แมลง ช่วยป้องกันผลิตภัณฑ์ในระหว่างการขนส่งอีกด้วยอีกทั้งยังมีส่วนช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อีกด้วย

อลูมิเนียมและอลูมิเนียมฟอยล์ (วุฒิชัย, 2535) กล่าวถึงคุณสมบัติของอลูมิเนียมฟอยล์ดังนี้

1. เป็นวัสดุที่มีความสะอาดหลังผ่านการให้ความร้อนแล้ว และเชื้อโรคไม่สามารถเจริญเติบโตได้
2. ไม่เป็นพิษและปลอดภัยเมื่อนำไปใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารยาและเครื่องสำอาง
3. ไม่มีกลิ่น และรส
4. อลูมิเนียมฟอยล์ที่มีความหนาตั้งแต่ 0.001 นิ้วขึ้นไปจะมีคุณสมบัติในการป้องกันการไหลผ่านของตัวกลางต่างๆ
5. อลูมิเนียมฟอยล์สามารถปะทาบติดหรือผนึกหรือเคลือบกับวัสดุชนิดอื่นได้จะสามารถอุดรูพรุน (pinholes) ที่เกิดขึ้นในอลูมิเนียมฟอยล์ได้ดี
6. อลูมิเนียมฟอยล์ไม่มีการระเหยกลายเป็นไอ
7. อลูมิเนียมฟอยล์สามารถป้องกันการซึมผ่านของน้ำและไขมันได้ดี
8. อลูมิเนียมฟอยล์สามารถทำให้ร้อนหรือปล่อยให้เย็นตัวได้อย่างรวดเร็ว

สำหรับการใช้งานอลูมิเนียมฟอยล์จะนิยมใช้ร่วมกับวัสดุอื่นเพื่อเสริมประสิทธิภาพในการใช้งานโดยอาจเรียกว่าเป็นบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัว (flexible package) ประกอบไปด้วยวัสดุ (วราทิพย์, 2545) เช่น พลาสติก อลูมิเนียม วัสดุเชื่อมประสานตั้งแต่ 4 ชนิดขึ้นไป มีน้ำหนักเบา ใช้สำหรับบรรจุอาหารและสามารถทนความร้อนและความดันในระหว่างการฆ่าเชื้อได้เช่นเดียวกับกระป๋องและขวดแก้ว อีกทั้งสามารถเก็บรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้นานตั้งแต่ 6 เดือนถึง 2 ปี สำหรับการเลือกใช้งานต้องดูความเหมาะสมของตัวผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตเป็นหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

## 3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 พริกขี้หนูสด (*Capsicum frutiscens* Linn.)

3.1.2 กระเทียมสด (*Allium sativum* Linn.)

3.1.3 มะขามเปียก (*Tamarindus indica* Linn.)

3.1.4 เกลือ ตราTRS refined salt บริษัท อุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด

3.1.5 น้ำปลา ตราทิพรส บริษัท ไพโรจน์ (ทั่งซ้งฮะ) จำกัด

3.1.6 น้ำตาลทราย น้ำตาลทรายขาว บริษัท อุตสาหกรรมโคราชจำกัด

3.1.7 ผงชูรส ตราอายิโนะทะกะระ บริษัท เคที เอ็ม เอส จี จำกัด

3.1.8 กรดมะนาว ตราเพชร บริษัทไทยซิตริกแอซิด จำกัด

3.1.9 Lime oil LIONEL HITCHEN (Essential Oils) LIMITED LONDON ENGLAND
Distributed by ABBRA corporation THAILAND

3.1.10 น้ำ

3.1.11 ซองอลูมิเนียมฟอล์ย หนา 100 μ ขนาด 10×13 ซม.ของบริษัท TU pack

## 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

### 3.2.1 อุปกรณ์การผลิต

- เครื่องผสม (Kitchen aid, K5SS, USA)
- Blender (Philips, HR1731)
- หม้อ steam jacket (Vulcan-Hart corporation, EC-10, Canada)

### 3.2.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- เครื่องตีป่น (Iul instruments masticator basic, Spain)
- Autoclave (Tommy SS-245, Japan)
- เครื่องชั่งน้ำหนัก (Mettler toledo, dragon 3002, Japan)
- อุปกรณ์เครื่องแก้วในการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์
- อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์
- ตู้บ่มเชื้อ (Memmert type BE 400, Germany)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Water bath (Memmert type WB 22, Germany)

**3.2.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ**

- เครื่องวัด water activity (Thermoconstanter navasian RS 232, Switzerland)
- เครื่องวัดความหนืด (Brookfield viscometer DV-III, USA)
- เครื่องวัดสี (Chroma meter, Minolta CR-300, Japan)

**3.2.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี**

- อุปกรณ์เครื่องแก้วในการวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด
- เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter, CG 842 Schott, Germany)
- อุปกรณ์เครื่องแก้วในการวิเคราะห์ปริมาณเกลือทั้งหมด
- เครื่องวัดปริมาณของแข็งทั้งหมด

**3.2.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส**

- ภาชนะบรรจุตัวอย่าง
- แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

## 3.3 สถานที่ดำเนินงาน

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## 3.4 วิธีการดำเนินงาน

**3.4.1 การเตรียมวัตถุดิบและการผสมผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย**

3.4.1.1 การเตรียมพริกบด นำพริกที่ได้มาทำการคัดเมล็ดเสีย เด็ดก้าน นำไปล้างด้วยน้ำสะอาดไหลผ่านนาน 2 นาที สะเด็ดน้ำบนตะแกรงนาน 2 นาที แล้วจึงนำไปปั่นจนได้ความละเอียดที่ต้องการ

3.4.1.2 การเตรียมกระเทียมบด นำกระเทียมที่ได้มาปอกเปลือก คัดเมล็ดเสีย นำไปล้างด้วยน้ำสะอาดไหลผ่านนาน 2 นาที สะเด็ดน้ำบนตะแกรงนาน 2 นาที แล้วนำไปปั่นจนได้ความละเอียดที่ต้องการ

3.4.1.3 การเตรียมน้ำมะขามเปียก นำมะขามเปียกที่ได้ผสมกับน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ตามอัตราส่วนใส่ลงในเครื่องผสมใช้หัวใบไม้ตีจนจนมะขามมีลักษณะเหลว แล้วจึงนำไปกรองแยกเอาส่วน ก้านและเมล็ดออก นำส่วนที่ผ่านการกรองแล้วมาใช้

3.4.1.4 การผสมผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย นำวัตถุดิบที่ผ่านการเตรียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาผสมให้เข้ากันตามลำดับขั้นตอน นำไปผ่านความร้อน เติมกลิ่นและนำไปบรรจุต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3.1

**ภาพที่ 3.1** ขั้นตอนการผสมผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

**3.4.2 วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ ในวัตถุดิบ (AOAC, 2000)**

3.4.2.1 วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) ยีสต์และรา ในวัตถุดิบ ซึ่งประกอบด้วย พริกสด กระเทียมสด มะขามเปียก เกลือ น้ำปลา น้ำตาลทราย และกรดมะนาว

3.4.2.2 วิเคราะห์เชื้อ *B. cereus, Staph. aureus, C. perfringens., Samonella sp.* และ Coliforms ในพริกสด กระเทียมสด และมะขามเปียก

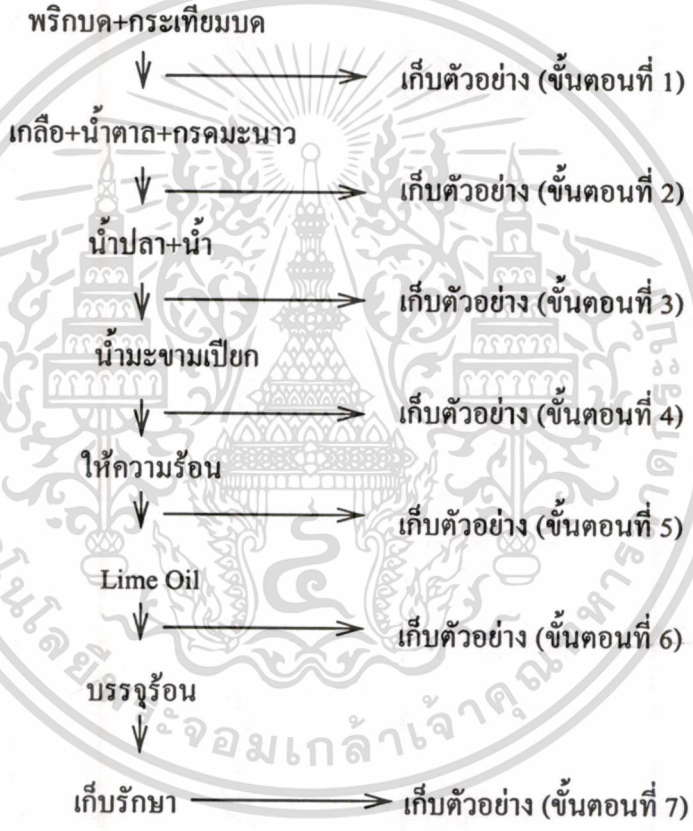
3.4.2.3 วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในพริกบด กระเทียมบด และน้ำมะขามเปียกที่เตรียมตามขั้นตอนที่ 3.4.1.1, 3.4.1.2 และ 3.4.1.3 ตามลำดับ โดยทำการเก็บตัวอย่างในระหว่างขั้นตอนการเตรียมในแต่ละขั้นตอนมาวิเคราะห์ เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงจำนวนเชื้อที่ลดลงไปในแต่ละขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ โดยในส่วนของการเตรียมพริกบดทำการเก็บตัวอย่างพริกสด พริกล้าง และพริกบดตามลำดับ ส่วนของการเตรียมกระเทียมทำการเก็บตัวอย่างกระเทียมสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระเทียมล้าง และกระเทียมบดตามลำดับ และการเตรียมน้ำมะขามเปียกทำการเก็บตัวอย่างมะขามเปียก และน้ำมะขามเปียกตามลำดับ

3.4.2.4 จำแนกเชื้อที่พบในระหว่างขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ โดยการนำเชื้อที่พบทำการย้อมแกรมเพื่อทราบถึงสัณฐานวิทยาของเชื้อ

3.4.2.5 ผสมส่วนผสมตามขั้นตอน 3.4.1.4 แล้วเก็บตัวอย่างเพื่อหาปริมาณเชื้อทั้งหมด(TPC) ยีสต์และรา เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงจำนวนเชื้อที่ลดลงไปในแต่ละขั้นตอนลำดับขั้นตอนการผสมผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยและการเก็บตัวอย่างแสดงในภาพที่ 3.2




**ภาพที่ 3.2** ขั้นตอนการผสมผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยและการเก็บตัวอย่าง

3.4.2.6 จำแนกเชื้อที่พบในระหว่างขั้นตอนการผลิตโดยการนำเชื้อที่พบทำการย้อมแกรมเพื่อทราบถึงสัณฐานวิทยาของเชื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.4.3 การหา Process timeในการให้ความร้อนที่เหมาะสมก่อนนำไปบรรจุขณะร้อน**

โดยนำผลิตภัณฑ์บรรจุลงขวดแก้วแล้วนำไปให้ความร้อนโดยใช้ water bath เป็นอุปกรณ์ในการให้ความร้อน ทำการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 65 70 และ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงนำขวดออกมาแช่ในน้ำเย็นเพื่อทำการลดอุณหภูมิ นำตัวอย่างที่ผ่านความร้อนที่อุณหภูมิต่างกันมาวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) นำข้อมูลที่ได้มาเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมในการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างวิธีการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์แสดงในภาพที่ 3.3

**ภาพที่ 3.3** วิธีการให้ความร้อนแก่ตัวอย่างผลิตภัณฑ์

**3.4.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์**

นำผลิตภัณฑ์ที่บรรจุลงในถุงอลูมิเนียมฟอล์ย ขนาดบรรจุ 40 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทำการวิเคราะห์คุณภาพตามช่วงเวลาเก็บรักษาในสัปดาห์ที่ 0/2/4/6/8/10/12 โดยวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆดังนี้

**3.4.4.1 วิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ (AOAC, 2000)**

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด
- ยีสต์และรา
- Coliforms
- *B. cereus*
- *Staph. aureus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- *C. perfringens*

- *Samonella* sp.

**3.4.4.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี**

- ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 2000)

- ความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่อง pH meter

- ปริมาณเกลือทั้งหมด (AOAC, 2000)

- ปริมาณของแข็งที่ละลาย (°Brix) โดยใช้ refractometer

**3.4.4.3 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ**

- Water activity โดยใช้เครื่องวัดค่า Water activity

- ความหนืด โดยใช้เครื่อง Brookfield

- วัดค่าสี (L*, a*, b*)

**3.4.3.4 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส**

- ใช้วิธีการทดสอบความแตกต่างของตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้ทั้งสองสภาวะกับตัวอย่างควบคุมโดยใช้สเกลการยอมรับแบบ Hedonic Scale 5-point กับผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 13 คน ปัจจัยที่ทดสอบเน้นทางด้านการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาซึ่ง ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม แบ่งขั้นตอนการทดสอบเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก ทำการทดสอบเฉพาะผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย ทดสอบโดยดูลักษณะปรากฏทางด้าน สี กลิ่น และการยอมรับโดยรวม ขั้นตอนที่ 2 นำผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยจากขั้นตอนแรกมาผสมกับมะละกอดิบขูดเป็นเส้นที่เตรียมไว้ ทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม สำหรับการยอมรับโดยรวมผู้ทดสอบไม่ต้องทำการเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม สำหรับภาพผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยและมะละกอดิบแสดงในภาคผนวก ฉ และแบบทดสอบแสดงในภาคผนวก ง

- ทดสอบความต้องการของผู้ชิมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยให้ผู้ชิมทดสอบกับตัวอย่างควบคุม ปัจจัยที่ทดสอบได้แก่ สี กลิ่นมะนาว กลิ่นกระเทียม รสหวาน รสเค็ม รสเปรี้ยว และรสเผ็ด ใช้สเกลการยอมรับแบบ Hedonic Scale 5-point กับผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 61 คน โดยให้ผู้ชิมทดลองชิมผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยที่ผสมกับมะละกอดิบขูดเป็นเส้นแล้วให้คะแนนระดับของปัจจัยที่ศึกษา และให้ผู้ชิมให้คะแนนระดับความต้องการของปัจจัยที่ต้องการพบในผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์และความต้องการของผู้บริโภครายงานผลเปรียบเทียบ ระหว่างผลิตภัณฑ์กับความต้องการของผู้ทดสอบเป็นกราฟใยแมงมุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.4.5 การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผลทางสถิติ**

การทดลองทั้งหมดทำการทดลอง 3 ซ้ำ (ยกเว้นการทดสอบความต้องการของผู้ชิมที่มีต่อผลิตภัณฑ์) ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Design; CRD) นำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11 ในการวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) นำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตามวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 11 ในการวิเคราะห์ผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการทดลองและวิจารณ์

## 4.1 วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในวัตถุดิบ

### 4.1.1 วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ราในวัตถุดิบ

จากการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในวัตถุดิบได้แก่ พริกสด กระเทียมสด มะขามเปียก เกลือ น้ำปลา น้ำตาลทราย ผงชูรส กรดมะนาว พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในวัตถุดิบมีปริมาณดังตารางที่ 4.1

**ตารางที่ 4.1** ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในวัตถุดิบ

| วัตถุดิบ | log cfu/g | |
|---|---|---|
| | TPC | Yeast & Mold |
| พริกขี้หนูสด | 8.1 - 8.6 | 7.5 - 8.8 |
| กระเทียมสด | 4.7 - 6.4 | 5.2 - 6.0 |
| มะขามเปียก | 3.3 - 3.9 | 3.2 - 3.8 |
| น้ำตาล | น้อยกว่า 1 | น้อยกว่า 1 |
| เกลือ | น้อยกว่า 1 | น้อยกว่า 1 |
| น้ำปลา | 2.2 - 2.5 | 1.9 - 2.2 |
| กรดมะนาว | น้อยกว่า 1 | น้อยกว่า 1 |
| ผงชูรส | น้อยกว่า 1 - 2.5 | น้อยกว่า 1 |

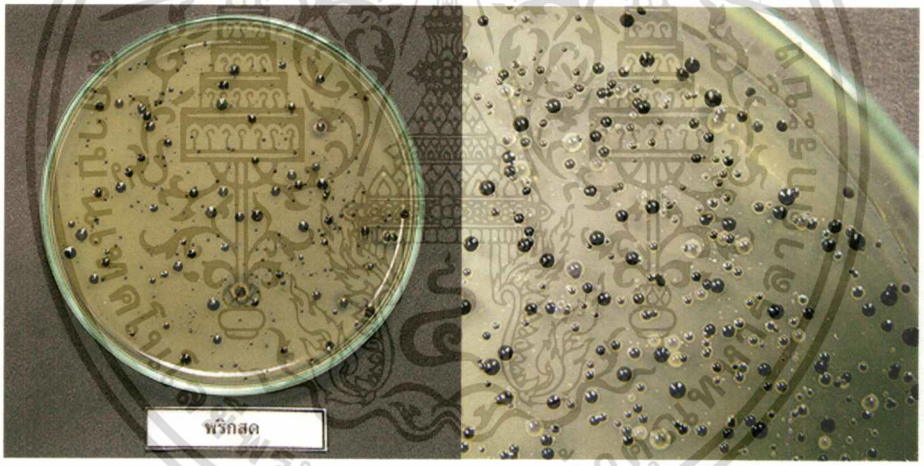
จากตารางที่ 4.1 พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในวัตถุดิบที่เป็นผลิตผลทางการเกษตรที่ยังไม่ได้ผ่านกระบวนการแปรรูป คือ พริกสด กระเทียมสด และมะขามเปียกมีปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในปริมาณที่สูง โดยพริกสดมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 8.1-8.6 log cfu/g และมีปริมาณยีสต์และราอยู่ในช่วง 7.5 - 8.8 log cfu/g กระเทียมสดมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 4.7 - 6.4 log cfu/g และมีปริมาณยีสต์และราอยู่ในช่วง 5.2- 6.0 log cfu/g และมะขามเปียกมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 3.3 - 3.9 log cfu/g และมีปริมาณยีสต์และราอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในช่วง 3.2 - 3.8 log cfu/g ส่วนวัตถุดิบที่ผ่านการแปรรูปมาแล้วมีปริมาณจุลินทรีย์ที่ต่ำและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยในส่วนของ เกลือ น้ำปลา กรดมะนาว และผงชูรส ไม่มีข้อกำหนดในด้านเกณฑ์ของจุลินทรีย์ มีเพียงในส่วนของน้ำตาลตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.755-2531 เท่านั้นที่กำหนดเกณฑ์มาตรฐานของยีสต์และราไม่เกิน 50 โคโลนีหรือ 1.7 log cfu/g

**4.1.2 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *B. cereus, Staph. aureus, C. perfringens, Salmonella sp.* และ Coliforms ใน พริกสด กระเทียมสด และมะขามเปียก**

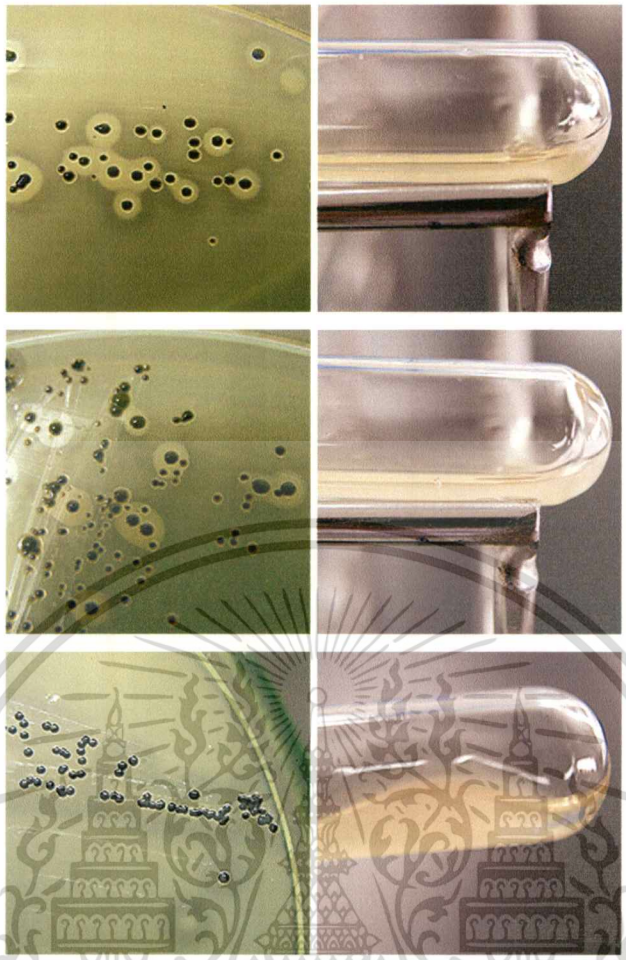
จากการทดลองวิเคราะห์ปริมาณเชื้อ *Staph. aureus* โดยวิธี spread plate พบว่าในพริกสดและกระเทียมสดมีปริมาณของโคโลนีที่ใกล้เคียงตามลักษณะของเชื้อ *Staph. aureus* ในปริมาณที่สูงดังแสดงในภาพที่ 4.1 ส่วนปริมาณเชื้อในมะขามเปียกพบในปริมาณน้อย ในกรณีที่มีปริมาณเชื้อหลากหลายชนิดขึ้นปะปนกับเชื้อที่ต้องการวิเคราะห์บนอาหารเลี้ยงเชื้อหรือเชื้อที่ต้องการวิเคราะห์มีปริมาณที่น้อยสามารถใช้วิธี Most Probable Number (MPN) ในการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อได้ ตามวิธีการวิเคราะห์ของ AOAC (2000)




**ภาพที่ 4.1** ปริมาณของโคโลนีที่พบบนอาหาร BP agar ที่ใช้ในการตรวจหาเชื้อ *Staph. aureus* โดยวิธี spread plate

จากการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณเชื้อ *Staph. aureus* โดยใช้วิธี MPN พบว่ามีโคโลนีที่ขึ้นบนอาหาร BP agar 3 ลักษณะที่ใกล้เคียงกับโคโลนีของเชื้อ *Staph. aureus* มาตรฐานจึงได้ทำการทดสอบยืนยันด้วยวิธี coagulase test โดยใช้ rabbit plasma ในการทดสอบผลที่ได้พบว่ามีโคโลนีลักษณะเดียวเท่านั้นที่ให้ผลเป็นบวกคือทำให้ rabbit plasma จับตัวกันเป็นก้อนเนื่องจากเอนไซม์ coagulase ดังแสดงในภาพที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

(ข)

(ค)

**ภาพที่ 4.2** ลักษณะของโคโลนีที่พบบนอาหาร BP agar และผลการทดสอบ coagulase test : (ซ้าย) แสดงถึงลักษณะของโคโลนีที่พบบนอาหาร BP agar ; (ขวา) ผลการทดสอบ coagulase test ที่ได้จากการนำโคโลนีที่ได้จากด้านซ้ายมาทำการทดสอบ

(ก) ลักษณะโคโลนีที่ใกล้เคียงกับโคโลนีของเชื้อ *Staph. aureus* มาตรฐาน ทดสอบ coagulase test ได้ผลเป็นลบคือไม่เกิดการจับตัวเป็นก้อนของ rabbit plasma สามารถยืนยันได้ว่าไม่ใช่เชื้อ *Staph. aureus*

(ข) ลักษณะโคโลนีที่ใกล้เคียงกับโคโลนีของเชื้อ *Staph. aureus* มาตรฐาน ทดสอบ coagulase test ได้ผลเป็นลบคือไม่เกิดการจับตัวเป็นก้อนของ rabbit plasma สามารถยืนยันได้ว่าไม่ใช่เชื้อ *Staph. aureus*

(ค) ลักษณะโคโลนีที่ใกล้เคียงกับโคโลนีของเชื้อ *Staph. aureus* มาตรฐาน ทดสอบ coagulase test ได้ผลเป็นบวกคือเกิดการจับตัวเป็นก้อนของ rabbit plasma สามารถยืนยันได้เป็นเชื้อ *Staph. aureus*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ปริมาณของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคและเชื้อที่เป็นตัวบ่งชี้สุขลักษณะที่ดีพบว่า เชื้อ *Staph. aureus* ในพริกสดมีปริมาณสูงที่สุด คือพบตั้งแต่ 3-1100 MPN รองลงมาคือในกระเทียมสดพบตั้งแต่ น้อยกว่า 3 MPN ถึง 6 MPN และในมะขามเปียกพบน้อยกว่า 3 MPN เชื้อ Coliforms พบในพริกสดสูงที่สุด คือพบมากกว่า 1100 MPN รองลงมาคือกระเทียมสดซึ่ง พบตั้งแต่ 21 MPN ถึง 1100 MPN และในมะขามเปียกพบตั้งแต่น้อยกว่า 3 MPN ถึง 9.4 MPN ปริมาณของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคและเชื้อที่เป็นตัวบ่งชี้สุขลักษณะที่พบในวัตถุดิบแสดงในตารางที่ 4.2

**ตารางที่ 4.2** ปริมาณของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคและเชื้อที่เป็นตัวบ่งชี้สุขลักษณะที่พบในวัตถุดิบ

| | ปริมาณจุลินทรีย์ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| วัตถุดิบ | *B. cereus* (log cfu/g) | Coliforms (MPN) | *Staph. aureus* (MPN) | *Samonella sp.* | *C. perfringens* |
| พริกสด | 0-3.6 | มากกว่า 1100 | 3-1100 | NT | NT |
| กระเทียมสด | 0-2.0 | 21-1100 | น้อยกว่า 3-6 | NT | NT |
| มะขามเปียก | 0-2.5 | น้อยกว่า 3-9.4 | น้อยกว่า 3 | NT | NT |

NT = Not detect per 0.1 g

ในกรณีเชื้อ *B. cereus* พบในพริกสดสูงที่สุด คือพบตั้งแต่ 0-3.6 log cfu/g รองลงมาคือมะขามเปียกพบตั้งแต่ 0-2.5 log cfu/g และกระเทียมสดพบตั้งแต่ 0-2.0 log cfu/g สำหรับเชื้อ *C. perfringens* และ *Samonella* sp. ตรวจไม่พบในวัตถุดิบทั้งสามชนิด ทั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของสิริพร และคณะ (2536) ทำการวิเคราะห์ปริมาณของเชื้อในวัตถุดิบของน้ำพริก ได้แก่ หัวหอม กระเทียม กุ้งแห้ง และพริกแห้ง พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ค่อนข้างสูงโดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง 4.3 log cfu/g ถึง 7.8 log cfu/g โดยในตัวอย่างที่สิริพร และคณะ (2536) ทำการศึกษาพบทั้ง *Staph. aureus* และ *B. cereus* ทั้งนี้พริกแห้งมีปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนมากที่สุด โดยพบ *E. coli* แต่ไม่พบ *Salmonella spp.* และมีปริมาณ *C. perfringens* ปนเปื้อนสูงสุด แต่จากวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองไม่พบเชื้อ *Samonella* sp. และ *C. perfringens* และปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในวัตถุดิบมีปริมาณสูงกว่า สำหรับการพบจุลินทรีย์ที่สามารถก่อให้เกิดโรคในตัวอย่างที่ทำการศึกษาผลที่ได้มีความขัดแย้งกับการศึกษาของ Limyati และ Juniar (1998) ที่เกี่ยวกับการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ในยาพื้นบ้านของประเทศอินโดนีเซียมีชื่อว่า Jamu Gendong ซึ่งในตัวยานี้มีกระเทียม และมะขามเป็นส่วนประกอบส่วนหนึ่งด้วยพบว่า หัวของกระเทียม มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่สูงโดยอยู่ในช่วง 1.1 log cfu/g ถึง 5.2 log cfu/g มีปริมาณโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง 0-4.6 log cfu/g มียีสต์และราอยู่ในช่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0 log cfu/g ถึง 2.6 log cfu/g และไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ฝักมะขามมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด อยู่ในช่วง 0.7 log cfu/g ถึง 3.8 log cfu/g มีปริมาณโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง 0 log cfu/g ถึง 2.4 log cfu/g และมียีสต์และราอยู่ในช่วง 0 log cfu/g ถึง 5.5 log cfu/g และไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค แต่จากผลการทดลองกระเทียมสดและมะขามเปียกที่ทำการทดลองพบจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคคือ *Staph. aureus* และ *B. cereus* ซึ่งจากที่กล่าวมาปริมาณและชนิดของเชื้อจุลินทรีย์แตกต่างกันไปในแต่ละการทดลอง แสดงให้เห็นว่าที่มาของแหล่งวัตถุดิบที่แตกต่างกันเป็นสาเหตุให้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในปริมาณและชนิดที่แตกต่างกันออกไป

**4.1.3 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในพริกบด กระเทียมบด และน้ำมะขามเปียกที่เตรียมตามขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ**

วิเคราะห์ปริมาณเชื้อในระหว่างขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบพริกบด กระเทียมบด และน้ำมะขามเปียก พบว่าปริมาณเชื้อในระหว่างขั้นตอนการเตรียมพริกบดประกอบด้วย พริกสด พริกล้าง และพริกบด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ที่ 8.4 7.1และ 6.7 log cfu/g ตามลำดับ ปริมาณยีสต์และราที่พบใน พริกสด พริกล้าง และพริกบด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณยีสต์ราอยู่ที่ 7.3 7.0 และ5.6 log cfu/g ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในขั้นตอนการเตรียมพริกบดแสดงในตารางที่ 4.3

**ตารางที่ 4.3** ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในขั้นตอนการเตรียมพริกบด

| ขั้นตอน | ปริมาณเชื้อ (log cfu/g)* | |
|---|---|---|
| | TPC | ยีสต์และรา |
| พริกสด | 8.4±0.30 | 7.3±1.41 |
| พริกล้าง | 7.1±0.46 | 7.0±0.49 |
| พริกบด | 6.7±1.52 | 5.6±3.16 |

* ค่าเฉลี่ยที่เปรียบเทียบทางสถิติและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในกระเทียมสด กระเทียมล้าง และกระเทียมบดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยกระเทียมสดมีปริมาณมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกระเทียมล้างและกระเทียมบด ส่วนกระเทียมล้างและกระเทียมบดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ที่ 5.5 2.9 และ2.7 log cfu/g ตามลำดับ ส่วนปริมาณยีสต์และราที่พบในกระเทียมสด กระเทียมล้าง และกระเทียมบดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยกระเทียมสดมีปริมาณมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกระเทียมล้างและกระเทียมบด ส่วนกระเทียมล้างและกระเทียมบดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ที่ 4.4 2.1 และ 2.2 log cfu/g ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในขั้นตอนการเตรียมกระเทียมบดแสดงในตารางที่ 4.4

**ตารางที่ 4.4** ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในขั้นตอนการเตรียมกระเทียมบด

| ขั้นตอน | ปริมาณเชื้อ (log cfu/g)* | |
|---|---|---|
| | TPC | ยีสต์และรา |
| กระเทียมสด | $5.5^{a}$±0.07 | $4.4^{a}$±0.57 |
| กระเทียมล้าง | $2.9^{b}$±0.82 | $2.1^{b}$±0.17 |
| กระเทียมบด | $2.7^{b}$±0.20 | $2.2^{b}$±0.34 |

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในมะขามเปียกและน้ำมะขามเปียกไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ที่ 3.4 และ 3.1 log cfu/g ตามลำดับ ปริมาณยีสต์และราที่พบในมะขามเปียกและน้ำมะขามเปียกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณ ยีสต์และราที่ 3.0 และ 2.0 log cfu/g ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในขั้นตอนการเตรียมกระเทียมบดแสดงในตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.5** ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในขั้นตอนการเตรียมน้ำมะขามเปียก

| ขั้นตอน | ปริมาณเชื้อ (log cfu/g)* | |
|---|---|---|
| | TPC | ยีสต์และรา |
| มะขามเปียก | $3.4^{a}$±0.05 | $3.0^{a}$±0.02 |
| น้ำมะขามเปียก | $3.1^{a}$±0.33 | $2.0^{b}$±0.00 |

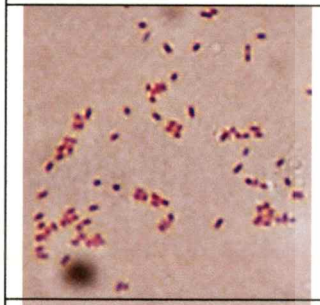
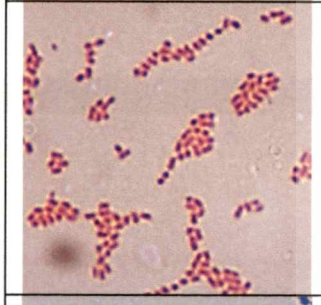
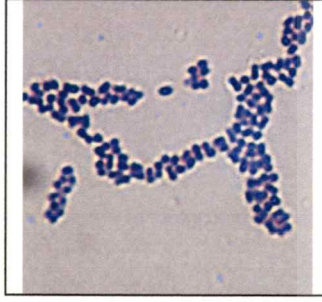
*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

จากการทดลองได้นำโคโลนีของจุลินทรีย์ที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar มา streak บน NA agar slant บ่มไว้ 18 ชั่วโมงแล้วนำจุลินทรีย์ใน slant มาย้อมแกรมเพื่อทราบลักษณะของเชื้อ และลักษณะของสปอร์ที่พบ โดยลักษณะของจุลินทรีย์และสปอร์ที่พบแสดงตามตารางที่ 4.6

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

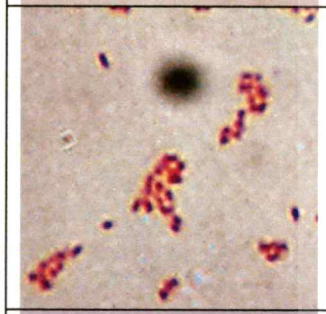
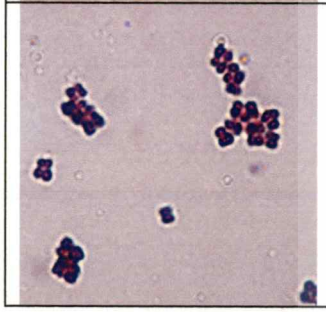
**ตารางที่ 4.6** ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

| ลักษณะหลังย้อมแกรม | ลักษณะของสปอร์ | แกรม | รูปร่าง | ขั้นตอนที่ตรวจพบ |
|---|---|---|---|---|
|  | ไม่พบการสร้างสปอร์ | ลบ | ท่อนสั้น | พริกสด พริกล้าง พริกบด |
|  | ไม่พบการสร้างสปอร์ | ลบ | ท่อนสั้น | พริกสด พริกล้าง พริกบด |
|  | ไม่พบการสร้างสปอร์ | บวก | กลม ติดกันเป็นพวง | พริกสด |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

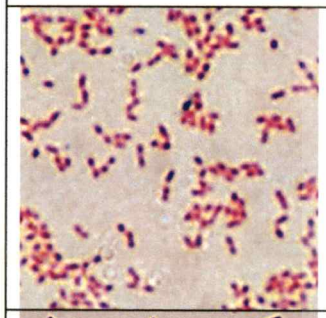
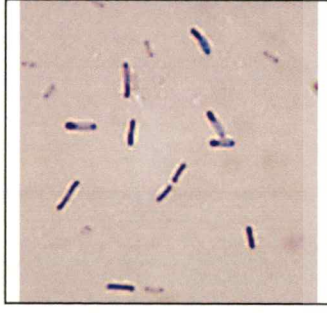
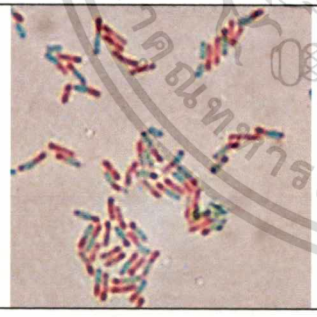
**ตารางที่ 4.6 (ต่อ)** ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

| ลักษณะหลังย้อมแกรม | ลักษณะของสปอร์ | แกรม | รูปร่าง | ขั้นตอนที่ตรวจพบ |
|---|---|---|---|---|
| | ไม่พบการสร้างสปอร์ | ลบ | ท่อนสั้น | พริกสด พริกล้าง พริกบด |
|  | ไม่พบการสร้างสปอร์ | ลบ | ท่อนสั้น | พริกสด |
|  | ไม่พบการสร้างสปอร์ | บวก | กลม | กระเทียมสด กระเทียมล้าง กระเทียมบด |

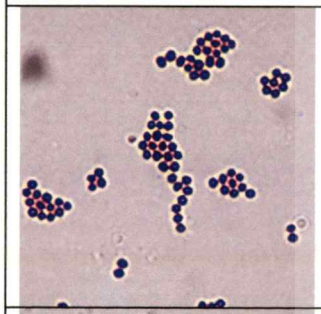
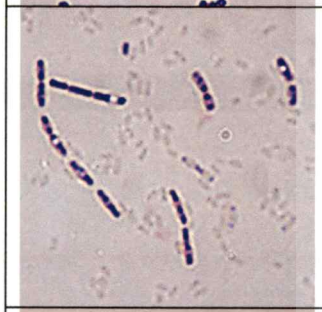
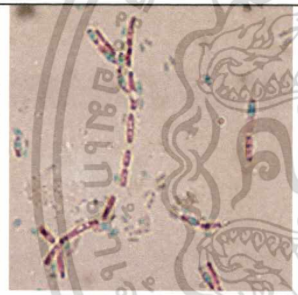
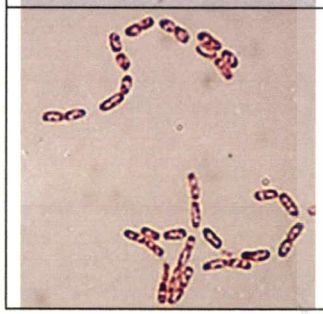


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.6 (ต่อ)** ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

| ลักษณะหลังย้อมแกรม | ลักษณะของสปอร์ | แกรม | รูปร่าง | ขั้นตอนที่ตรวจพบ |
|---|---|---|---|---|
|  | ไม่พบการสร้างสปอร์ | ลบ | ท่อนสั้น | กระเทียมสด |
| | ไม่พบการสร้างสปอร์ | ลบ | ท่อนยาว | กระเทียมสด |
|  |  | บวก | ท่อนสั้น สปอร์ อยู่บริเวณด้านปลายของเซลล์ | กระเทียมล้าง กระเทียมบด |

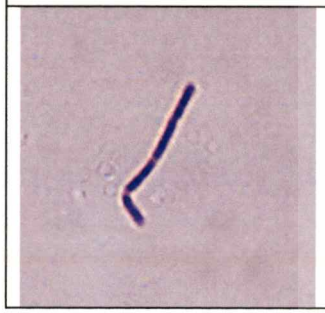
**ตารางที่ 4.6 (ต่อ)** ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

| ลักษณะหลังย้อมแกรม | ลักษณะของสปอร์ | แกรม | รูปร่าง | ขั้นตอนที่ตรวจพบ |
|---|---|---|---|---|
|  | ไม่พบการสร้างสปอร์ | บวก | กลม<br>ติดกันเป็นพวง | กระเทียมบด |
|  |  | บวก | ท่อนสั้น<br>สปอร์ อยู่บริเวณ<br>ด้านปลายของ<br>เซลล์ | มะขามเปียก น้ำมะขามเปียก |
|  | | บวก | ท่อนสั้น<br>สปอร์ อยู่บริเวณ<br>กลางเซลล์ | มะขามเปียก น้ำมะขามเปียก |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.6 (ต่อ)** ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ

| ลักษณะหลังย้อมแกรม | ลักษณะของสปอร์ | แกรม | รูปร่าง | ขั้นตอนที่ตรวจพบ |
|---|---|---|---|---|
|  | ไม่พบการสร้างสปอร์ | บวก | ท่อนยาว | มะขามเปียก น้ำมะขามเปียก |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

จากตารางที่ 4.6 แสดงลักษณะของสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในแต่ละขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ พบว่าจำนวนชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ลดลงในแต่ละขั้นตอนมีจำนวนชนิดที่ลดลงเพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะการเตรียมพริกบดและน้ำมะขามเปียก สำหรับปริมาณจุลินทรีย์ของกระเทียมบดลดลงอย่างมีนัยสำคัญคือ กระเทียมสดมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดแตกต่างกับปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในกระเทียมล้างและกระเทียมบด จำนวนชนิดของจุลินทรีย์ที่พบในการเตรียมกระเทียมบดมีจำนวนลดลงมากกว่าการเตรียมพริกบดและน้ำมะขามเปียก พบการสร้างสปอร์ของแบคทีเรียในกระเทียมล้างและกระเทียมบด แต่ไม่พบการสร้างสปอร์ของแบคทีเรียในกระเทียมสด อาจเป็นไปได้ว่ากระเทียมสดมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์สูง แต่เมื่อทำการล้างแล้วปริมาณแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์มีจำนวนลดลง จึงพบแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ในขั้นตอนของกระเทียมล้างและกระเทียมบด สำหรับการเตรียมน้ำมะขามเปียกจำนวนชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ไม่ลดลงแม้ว่าในกระบวนการเตรียมได้ใช้น้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสผสมกับมะขามเปียกก่อนทำการกรองจนได้น้ำมะขามเปียก มีสาเหตุจากการพบแบคทีเรียที่สร้างสปอร์ในมะขามเปียกซึ่งแบคทีเรียที่สร้างสปอร์สามารถทนอุณหภูมิสูงได้ทำให้ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ไม่ลดลงในขั้นตอนการเตรียมน้ำมะขามเปียก

## 4.2 การติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

จากขั้นตอนการเตรียมผลิตภัณฑ์ พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในแต่ละขั้นตอนการผสมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในขั้นตอนที่1 มีปริมาณ 5.6 log cfu/g มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับขั้นตอนที่2 ถึงขั้นตอนที่6 โดยที่ในขั้นตอนที่2 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 4.4 log cfu/g มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับขั้นตอนที่3 ถึงขั้นตอนที่6 ส่วนขั้นตอนที่3 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.3 log cfu/g มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับขั้นตอนที่4 ถึงขั้นตอนที่6 ในขณะที่ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในขั้นตอนที่4 5 และ 6 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เท่ากับ 2.3 log cfu/g น้อยกว่า 2.0 log cfu/g และ น้อยกว่า 2.0 log cfu/g ตามลำดับ สำหรับปริมาณยีสต์และราในขั้นตอนที่1 มีปริมาณ 4.4 log cfu/g มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับขั้นตอนที่2 ถึงขั้นตอนที่6 โดยที่ขั้นตอนที่2 มีปริมาณยีสต์และรา 3.7 log cfu/g มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับขั้นตอนที่3 ถึงขั้นตอนที่6 สำหรับขั้นตอนที่3 ถึงขั้นตอนที่6 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณยีสต์และราอยู่ที่ 2.1 log cfu/g น้อยกว่า 2.0 log cfu/g น้อยกว่า 2.0 log cfu/g และน้อยกว่า 2.0 log cfu/g ตามลำดับ ขั้นตอนการผลิตและปริมาณเชื้อที่ลดลงในแต่ละขั้นตอนแสดงในตารางที่ 4.7 สำหรับแนวโน้มการลดลงของปริมาณจุลินทรีย์ในขั้นตอนการผลิตแสดงในภาพที่ 4.3

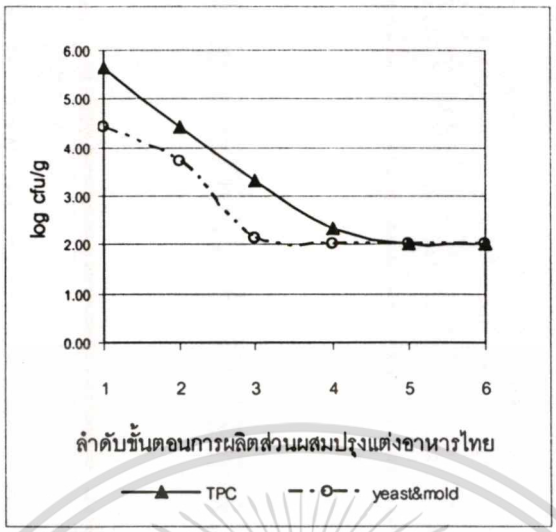
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.7 ขั้นตอนการผลิตและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่พบในแต่ละขั้นตอน**

| ขั้นตอน | ปริมาณเชื้อ (log cfu/g)* | |
|---|---|---|
| | TPC | ยีสต์และรา |
| 1. พริกบด+กระเทียมบด | $5.7^{a}$±0.36 | $4.4^{a}$±0.21 |
| 2. น้ำปลา+น้ำ | $4.4^{b}$±0.62 | $3.7^{b}$±0.08 |
| 3. เกลือ+น้ำตาล+กรดมะนาว+ผงชูรส | $3.3^{c}$±0.38 | $2.1^{c}$±0.23 |
| 4. มะขามเปียก | $2.3^{d}$±0.16 | $2.0^{c}$±0.00 |
| 5. ให้ความร้อน 70°C 10 นาที | $2.0^{d}$±0.00 | $2.0^{c}$±0.00 |
| 6. เติม Lime oil และบรรจุ | $2.0^{d}$±0.00 | $2.0^{c}$±0.00 |

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 4.3** การเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์ในแต่ละขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

(1) ขั้นตอนนำพริกบดและกระเทียมบดผสมรวมกัน

(2) ขั้นตอนการผสมน้ำปลาและน้ำ

(3) ขั้นตอนการผสม เกลือ น้ำตาล ผงชูรสและกรดมะนาว

(4) ขั้นตอนการผสมน้ำมะขามเปียก

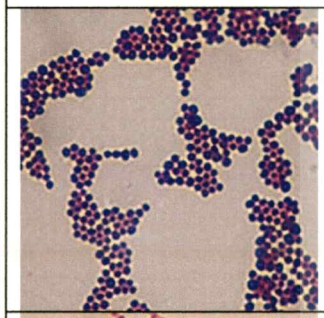
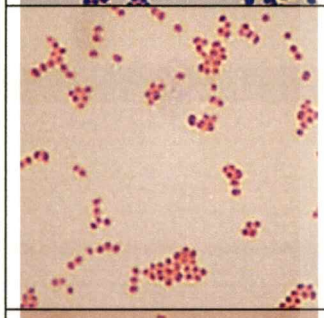
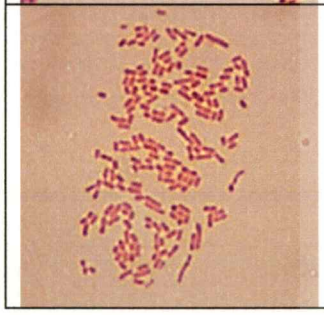
(5) ขั้นตอนการให้ความร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที

(6) ขั้นตอนการเติมLime oil ลงไปผสมก่อนการบรรจุขณะร้อน

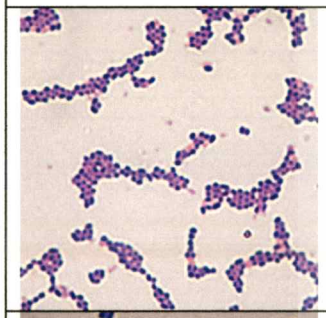
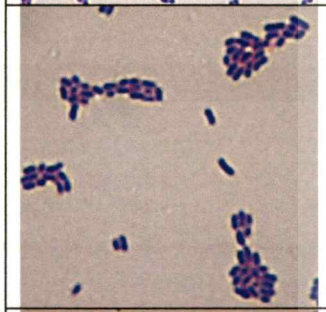
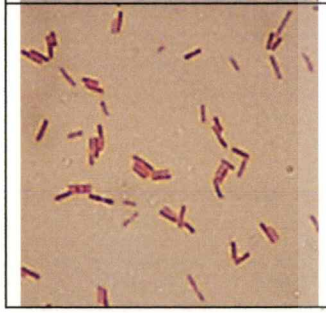
จากการศึกษาลักษณะของจุลินทรีย์ที่พบ โดยนำโคโลนีของจุลินทรีย์ที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate count agar มา streak บน NA agar slant บ่มไว้ 18 ชั่วโมง แล้วนำจุลินทรีย์ใน slant มาย้อมแกรมเพื่อทราบลักษณะของเชื้อและลักษณะของสปอร์ที่พบ โดยลักษณะของจุลินทรีย์และสปอร์ที่พบแสดงตามตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.8** ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

| ลักษณะหลังย้อมแกรม | ลักษณะของสปอร์ | แกรม | รูปร่าง | ขั้นตอนที่ตรวจพบ |
|---|---|---|---|---|
|  | ไม่พบการสร้างสปอร์ | บวก | กลม<br>ติดกันเป็นพวง | ขั้นตอนที่1<br>ขั้นตอนที่4 |
|  | ไม่พบการสร้างสปอร์ | ลบ | กลม | ขั้นตอนที่1<br>ขั้นตอนที่3<br>ขั้นตอนที่4<br>ขั้นตอนที่5 |
|  | ไม่พบการสร้างสปอร์ | ลบ | ท่อนสั้น | ขั้นตอนที่1<br>ขั้นตอนที่6 |

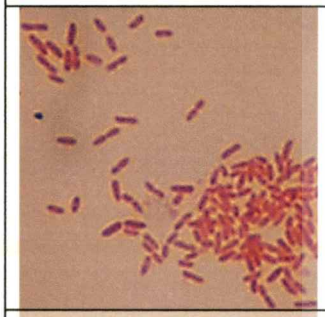
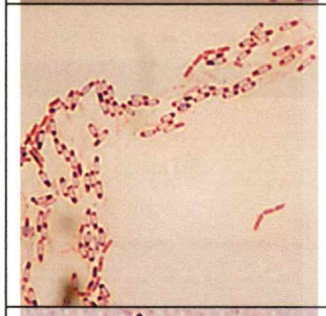
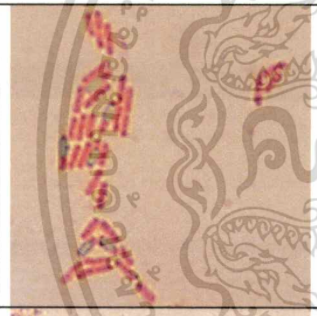
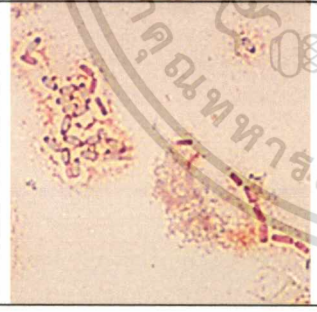
**ตารางที่ 4.8 (ต่อ)** ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

| ลักษณะหลังย้อมแกรม | ลักษณะของสปอร์ | แกรม | รูปร่าง | ขั้นตอนที่ตรวจพบ |
|---|---|---|---|---|
|  | ไม่พบการสร้างสปอร์ | บวก | กลม | ขั้นตอนที่1<br>ขั้นตอนที่2<br>ขั้นตอนที่4<br>ขั้นตอนที่5 |
|  | ไม่พบการสร้างสปอร์ | บวก | ท่อนสั้น | ขั้นตอนที่1<br>ขั้นตอนที่2<br>ขั้นตอนที่3 |
|  | ไม่พบการสร้างสปอร์ | ลบ | ท่อนยาว | ขั้นตอนที่2 |

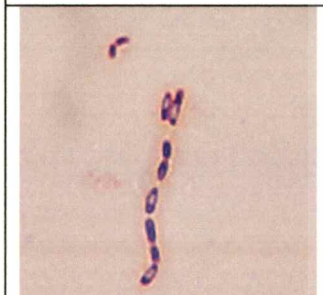
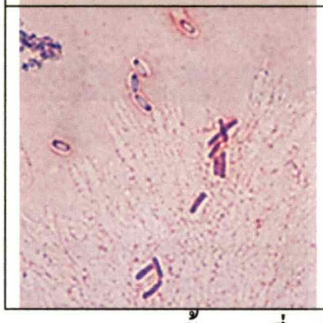
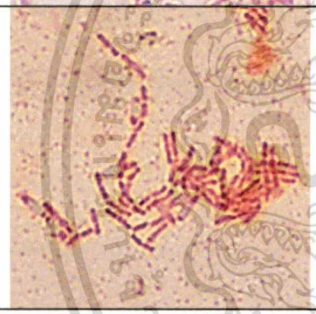


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.8 (ต่อ)** ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

| ลักษณะหลังย้อมแกรม | ลักษณะของสปอร์ | แกรม | รูปร่าง | ขั้นตอนที่ตรวจพบ |
|---|---|---|---|---|
|  | ไม่พบการสร้างสปอร์ | ลบ | ท่อนสั้น | ขั้นตอนที่3 |
|  |  | บวก | ท่อนสั้น<br>สปอร์ อยู่บริเวณด้านปลายของเซลล์ | ขั้นตอนที่4<br>ขั้นตอนที่5<br>ขั้นตอนที่6 |
| |  | บวก | ท่อนสั้น<br>สปอร์ อยู่บริเวณด้านปลายของเซลล์ | ขั้นตอนที่4 |

**ตารางที่ 4.8 (ต่อ)** ลักษณะสัณฐานวิทยาของจุลินทรีย์ที่พบในระหว่างขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

| ลักษณะหลังย้อมแกรม | ลักษณะของสปอร์ | แกรม | รูปร่าง | ขั้นตอนที่ตรวจพบ |
|---|---|---|---|---|
|  | | บวก | ท่อนสั้น<br>สปอร์ อยู่บริเวณ<br>กลางเซลล์ | ขั้นตอนที่4<br>ขั้นตอนที่5 |
|  |  | บวก | ท่อนยาว<br>สปอร์ อยู่บริเวณ<br>กลาง และด้าน<br>ปลายเซลล์ | ขั้นตอนที่5 |

หมายเหตุ : ขั้นตอนที่1 นำพริกบดและกระเทียมบดผสมรวมกัน; ขั้นตอนที่2 การผสมน้ำปลาและน้ำ; ขั้นตอนที่3 การผสมเกลือ น้ำตาล ผงชูรสและกรดมะนาว; ขั้นตอนที่4 การผสมน้ำมะขามเปียก; ขั้นตอนที่5 การให้ความร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที และ ขั้นตอนที่6 การเติม Lime oil ลงไปผสมก่อนการบรรจุขณะร้อน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ก่อนนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้ง

จากภาพที่ 4.3 พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในแต่ละขั้นตอนค่อยๆ ลดลงตามลำดับ โดยในขั้นตอนที่1 (การผสมพริกบดและกระเทียมบด)มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในปริมาณที่สูงคือ 5.7 และ 4.4 log cfu/g ตามลำดับ ขั้นตอนที่ 2 (การผสมน้ำและน้ำปลา) มีผลทำให้ปริมาณเชื้อทั้งหมด ยีสต์และราลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราในปริมาณ 4.4 และ 3.7 log cfu/g ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากในน้ำปลามีเกลือเป็นส่วนผสม ผลของเกลือต่ออาหารทำให้อาหารมีรสเค็มขึ้นและทำให้ค่า $a_w$ ของอาหารมีค่าลดลงทำให้มีสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ แต่ในบางกรณีการเติมเกลือลงในอาหารก็มีผลทำให้จุลินทรีย์สามารถต้านทานความร้อนได้ดีขึ้น ทั้งนี้ดังรายงานของ Casey and Condon (2002) ที่ศึกษาผลของการใช้เกลือร่วมกับกรดในการต้านทานเชื้อ *E. coli* พบว่าเมื่อเติมเกลือ 4%ลงไปในอาหาร Tryptic Soy Broth (TSB) ที่ทำการปรับ pH ด้วยกรดแลคติกแล้วมีผลทำให้ความต้านทานต่อกรดของเชื้อเมื่อเวลาผ่านไปมีเพิ่มขึ้น ขั้นตอนที่3 (การผสมเกลือ น้ำตาล กรดมะนาว และผงชูรส) ในขั้นตอนนี้ทำให้เกิดสภาวะที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์คือ การเติมเกลือและน้ำตาลมีผลทำให้ค่า $a_w$ ลดลงไปอีก และการเติมกรดมะนาวมีผลทำให้ pH ของอาหารมีค่าลดลงทำให้ความสามารถในการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์มีค่าลดลงในขั้นตอนที่3 นี้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีปริมาณ 3.3 และ 2.1 log cfu/g ตามลำดับ ขั้นตอนที่4 (การผสมน้ำมะขามเปียก)มีผลทำให้ค่า pH ของอาหารลดลง ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลดลงอย่างมีนัยสำคัญโดยมีปริมาณ 2.3 log cfu/g แต่สำหรับปริมาณยีสต์และราลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญโดยมีปริมาณน้อยกว่า 2 log cfu/g เนื่องจากยีสต์และราสามารถอยู่รอดได้ดีกว่าเชื้อแบคทีเรียในสภาวะที่เป็นกรด ขั้นตอนที่5 (การให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที)ในขั้นตอนนี้เป็นการใช้ความร้อนในการลดปริมาณจุลินทรีย์แต่จากการทดลองปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญอาจเป็นเพราะเชื้อที่ทนผลกระทบจากเฮอร์เดิลในขั้นตอนที่ผ่านมาสามารถทนความร้อนในระดับนี้ได้ แต่ทั้งนี้ผลจากเฮอร์เดิลทั้งหมดที่ผ่านมาสามารถลดปริมาณเชื้อลงจนอยู่ในระดับที่ปลอดภัยแล้ว สำหรับขั้นตอนที่6 (การเติมกลิ่น lime oil เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นตามลักษณะที่ต้องการ)จากผลการทดลองไม่สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ได้อย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.3 การหา process time ในการให้ความร้อนที่เหมาะสมก่อนบรรจุขณะร้อน

จากการทดลองหา process time ของผลิตภัณฑ์พบว่าในการให้ความร้อนเป็นเวลา 10 นาทีที่อุณหภูมิที่ 60 และ 65 องศาเซลเซียส มีผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านความร้อน โดยตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านความร้อนมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ 2.7 log cfu/g ในขณะที่ตัวอย่างที่ผ่านความร้อนที่อุณหภูมิที่ 60 และ 65 องศาเซลเซียสมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ 2.4 และ 1.9 log cfu/g ตามลำดับ ในขณะที่การให้ความร้อนที่ 70 องศาเซลเซียสให้ผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างที่ผ่านอุณหภูมิที่ 60 และ 65 องศาเซลเซียส แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านความร้อน โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านความร้อน 70 องศาเซลเซียสเท่ากับ i.6 log cfu/g สำหรับในกรณีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียสพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างที่ผ่านอุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านความร้อนและตัวอย่างที่ ผ่านอุณหภูมิที่ 60 และ 65 องศาเซลเซียส โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการให้ความร้อนที่75 องศาเซลเซียสเท่ากับ 1.1 log cfu/g ผลของการให้ความร้อนต่อการรอดชีวิตของจุลินทรีย์ทั้งหมดที่อุณหภูมิต่างกันแสดงในตารางที่ 4.9

**ตารางที่ 4.9** การรอดชีวิตของจุลินทรีย์ภายหลังการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิต่างกันเป็นเวลา 10 นาที ในขั้นตอนการให้ความร้อนในกระบวนการผลิต

| อุณหภูมิ | TPC (log cfu/g)* |
|---|---|
| ไม่ผ่านความร้อน | $2.7^{a}$±0.82 |
| 60 °C | $2.4^{ab}$ ±0.48 |
| 65 °C | $1.9^{abc}$ ±0.19 |
| 70 °C | $1.6^{bc}$ ±0.19 |
| 75 °C | $1.1^{c}$±0.17 |

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.9 จึงเลือกอุณหภูมิในการให้ความร้อนที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่สามารถลดจุลินทรีย์ลงได้ในระดับที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านความร้อน และสามารถลดจุลินทรีย์ลงได้ในระดับที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสยังให้ผลที่ดีกับผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีโอกาสทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีเป็นสีเข้มขึ้นได้น้อยกว่าการใช้อุณหภูมิที่ 75 องศาเซลเซียสได้อีกด้วย

## 4.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยเมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทำการเก็บตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระยะเวลาต่างๆ มีดังนี้

### 4.4.1 ปริมาณเชื้อตามช่วงเวลาเก็บรักษา

จากการทดลองสามารถวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ตามช่วงเวลาการเก็บรักษา โดยทำการวิเคราะห์ ปริมาณเชื้อทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา เชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค ได้แก่ *B. cereus* *Samonella* sp., *C. perfringens*, *Staph. aureus* และ Coliforms ได้ผลตามตารางที่ 4.10 และ 4.11 โดยพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) มีค่าอยู่ในช่วง น้อยกว่า 1 log cfu/g ถึง 1.5 log cfu/g ปริมาณยีสต์และรามีค่าอยู่ที่น้อยกว่า 1 log cfu/g ไม่พบเชื้อ *Samonella* sp. และ *C. perfringens* ปริมาณเชื้อ *Staph. aureus* และ Coliforms อยู่ที่ น้อยกว่า 3 MPN ตลอดอายุการเก็บรักษาตลอด 12 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.10** ปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ที่ตรวจพบในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30°C)

| เวลา (สัปดาห์) | ปริมาณจุลินทรีย์ | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g) | ยีสต์และรา (log cfu/g) | *B. cereus* (log cfu/g) | *Samonella* sp. | *C. perfringens* | Coliforms (MPN) | *Staph. aureus* (MPN) |
| 0 | < 1.5 | < 1.0 | < 2.0 | NT | NT | < 3 | < 3 |
| 2 | < 1.5 | < 1.0 | 0.7* | NT | NT | < 3 | < 3 |
| 4 | < 1.5 | < 1.0 | < 2.0 | NT | NT | < 3 | < 3 |
| 6 | < 1.5 | < 1.0 | < 2.0 | NT | NT | < 3 | < 3 |
| 8 | < 1.5 | < 1.0 | 0.7* | NT | NT | < 3 | < 3 |
| 10 | < 1.0 | < 1.0 | < 2.0 | NT | NT | < 3 | < 3 |
| 12 | < 1.5 | < 1.0 | < 2.0 | NT | NT | < 3 | < 3 |

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

< 1.0 = ไม่พบการเจริญของโคโลนีในอาหารเลี้ยงเชื้อต่อตัวอย่าง 1.0 กรัม

< 2.0 = ไม่พบการเจริญของโคโลนีในอาหารเลี้ยงเชื้อต่อตัวอย่าง 0.1 กรัม

• พบโคโลนีของ *B. cereus* เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 1-2 โคโลนี

NT = Not detect per 0.1 g

**ตารางที่ 4.11** ปริมาณจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ที่ตรวจพบในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| เวลา (สัปดาห์) | ปริมาณจุลินทรีย์ | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | จุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g) | ยีสต์และรา (log cfu/g) | *B. cereus* (log cfu/g) | *Samonella* sp. | *C. perfringens* | Coliforms (MPN) | *Staph. aureus* (MPN) |
| 0 | < 1.5 | < 1.0 | < 2.0 | NT | NT | < 3 | < 3 |
| 2 | < 1.5 | < 1.0 | < 2.0 | NT | NT | < 3 | < 3 |
| 4 | < 1.5 | < 1.0 | 0.8* | NT | NT | < 3 | < 3 |
| 6 | < 1.5 | < 1.0 | < 2.0 | NT | NT | < 3 | < 3 |
| 8 | < 1.5 | < 1.0 | < 2.0 | NT | NT | < 3 | < 3 |
| 10 | < 1.5 | < 1.0 | < 2.0 | NT | NT | < 3 | < 3 |
| 12 | < 1.5 | < 1.0 | < 2.0 | NT | NT | < 3 | < 3 |

ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ

< 1.0 = ไม่พบการเจริญของโคโลนีในอาหารเลี้ยงเชื้อต่อตัวอย่าง 1.0 กรัม

< 2.0 = ไม่พบการเจริญของโคโลนีในอาหารเลี้ยงเชื้อต่อตัวอย่าง 0.1 กรัม

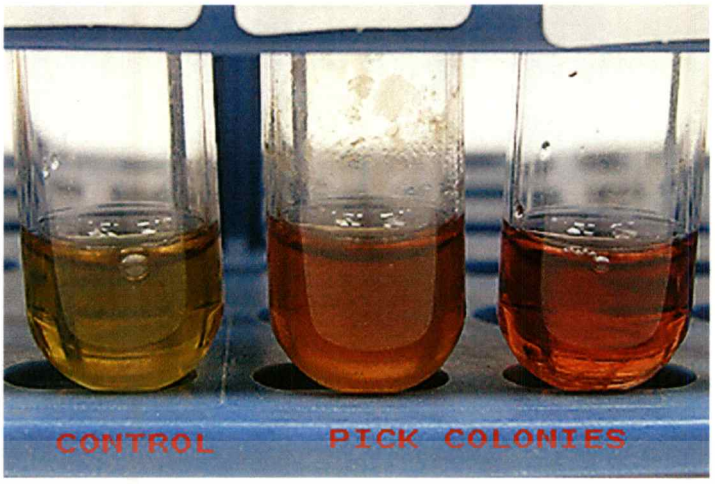
• พบโคโลนีของ *B. cereus* เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 1-2 โคโลนี

NT = Not detect per 0.1 g

เนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 4.6 จึงจัดเป็นอาหารที่มีความเป็นกรดสูง เชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญเติบโตในสภาพนี้ได้ อีกทั้งในการตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบก็ไม่พบเชื้อ *Samonella* sp. และ *C. perfringens* อีกด้วย จากผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 4.10 และ 4.11 พบว่าจุลินทรีย์ไม่สามารถเพิ่มจำนวนได้ โดยปริมาณจุลินทรีย์มีปริมาณที่คงที่ตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ในกรณีของอุณหภูมิในการเก็บรักษาซึ่งปกติจะเป็นส่วนหนึ่งในปัจจัยที่ช่วยให้การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น แต่ในการทดลองนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส)และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นั้นปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่ต่างกัน อาจเป็นเพราะเนื่องมาจากปัจจัยที่ใช้ในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์นี้มีหลายปัจจัย เช่น ปริมาณเกลือ pH และ $a_w$ เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้อาจมีผลต่อผลิตภัณฑ์มากกว่าปัจจัยด้านอุณหภูมิในการเก็บรักษาจึงทำให้ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาแสดงออกมาได้ไม่เด่นชัด สำหรับปริมาณของเชื้อ Coliforms และ *Staph. aureus* จากผลการทดลองพบว่าปัจจัยต่างๆสามารถควบคุมปริมาณของเชื้อทั้งสองชนิดได้ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยปริมาณเชื้อทั้งสองไม่สามารถเจริญได้ในผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดลอง สำหรับในกรณีของเชื้อ *B. cereus* ที่ตรวจพบบนอาหาร MYP ในสัปดาห์ที่ 2 4 และ 8 นั้นเมื่อนำโคโลนีที่พบบนอาหารมาทำการทดสอบยืนยันโดยการทดสอบการย่อยสลายเจลาติน ทดสอบกับอาหาร VP และทดสอบปฏิกิริยา haemolytic กับอาหารเลี้ยงเชื้อ blood agar ซึ่งจากการทดสอบโคโลนีที่นำมาทดสอบสามารถย่อยสลายเจลาตินได้ ทดสอบกับอาหาร VP ได้สีส้มค่อนข้างแดงให้ผลเป็นลบ และสามารถย่อยสลายเม็ดเลือดแดงทำให้เกิด clear zone บนอาหารเลี้ยงเชื้อ blood agar จึงสามารถยืนยันได้ว่าโคโลนีที่พบบนอาหารเป็นเชื้อ *B. cereus* ดังแสดงในภาพที่ 4.4 ถึง 4.6

**ภาพที่ 4.4** ลักษณะของโคโลนีที่ขึ้นบนอาหาร MYP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 4.5** ผลการทดสอบกับอาหาร VP

**ภาพที่ 4.6** ลักษณะการย่อยสลายเม็ดเลือดแดงบนอาหาร blood agar

จากการทดลองวิเคราะห์เชื้อ *B. cereus* ตามระยะเวลาการเก็บรักษาพบว่ายังมีการพบการเจริญของเชื้อบนอาหาร MYP ตามช่วงเวลาการเก็บรักษา แต่ทั้งนี้จำนวนโคโลนีที่พบมีจำนวนเพียง 1-2 โคโลนีเท่านั้น ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าเชื้อที่พบในระหว่างการทดลองไม่มีนัยสำคัญ เนื่องจากมีจำนวนโคโลนีที่น้อยเกินไป ทั้งนี้การทดสอบยืนยันผลตามวิธีของ AOAC (2000) ต้องเลือกโคโลนีที่ต้องการทดสอบมา 5 โคโลนีขึ้นไป หรืออาจเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์เชื้อโดยวิธี Most Probable Number (MPN) แทน อนึ่งผลปริมาณเชื้อทั้งหมดที่พบในระหว่างการเก็บรักษาพบว่ามีจำนวนที่คงที่แสดงว่ากระบวนการเฮอร์เดิลสามารถควบคุมปริมาณของเชื้อให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยได้

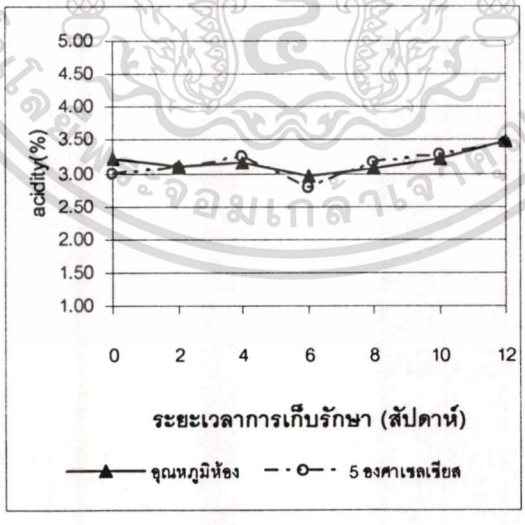
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.4.2 คุณภาพทางเคมีตามช่วงเวลาเก็บรักษา**

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีตามช่วงเวลาการเก็บรักษาประกอบด้วย ปริมาณกรดทั้งหมด pH ปริมาณเกลือทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (°Brix) พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย ค่าที่วิเคราะห์ทั้งหมดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส

**4.4.2.1 ปริมาณกรดทั้งหมด (%)**

ปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างการเก็บรักษา ทั้งในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าอยู่ระหว่าง 2.9% ถึง 3.5% ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีค่าอยู่ระหว่าง 2.8% ถึง 3.5% ตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดในช่วงเวลาการเก็บรักษาแสดงในภาพที่ 4.7 โดยพบว่าปริมาณกรดมีการเปลี่ยนแปลงค่าเพียงเล็กน้อยและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องกับอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีค่าที่ใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของกรดทั้งหมดในผลิตภัณฑ์โดยกรดส่วนใหญ่ในผลิตภัณฑ์ ได้แก่ กรดมะนาวที่เติมลงไปและกรดทาร์ทาร์ลิคที่สามารถพบได้ในมะขาม

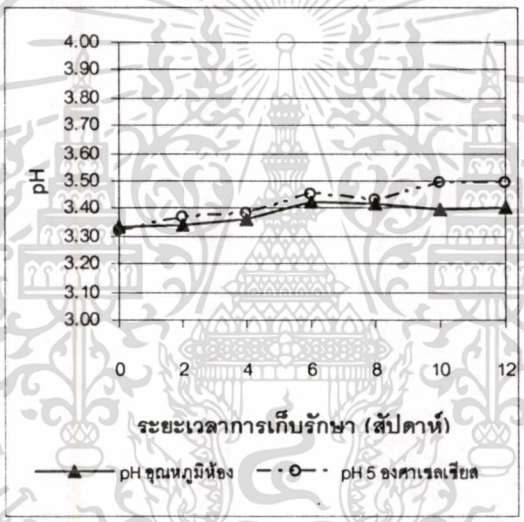



**ภาพที่ 4.7** การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.4.2.2 pH**

ค่า pH ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างการเก็บรักษาทั้งในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าอยู่ระหว่าง 3.3 ถึง 3.4 ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีค่าอยู่ระหว่าง 3.3 ถึง 3.5 ตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างในช่วงเวลาการเก็บรักษาแสดงในภาพที่ 4.8 โดยพบว่า pH มีแนวโน้มสูงขึ้น และที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส มีค่า pH มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อาจมีสาเหตุจากกรดที่ใช้เติมลงในผลิตภัณฑ์มีความสามารถแตกตัวให้ไฮโดรเจนอิออนได้น้อยลงในระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาทำให้ค่า pH มีแนวโน้มสูงขึ้น



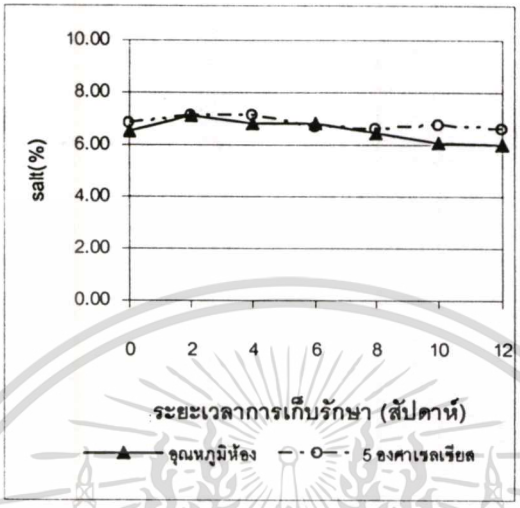

**ภาพที่ 4.8** การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

**4.2.2.4 ปริมาณเกลือ (%)**

ปริมาณเกลือของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างการเก็บรักษา ทั้งในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าอยู่ระหว่าง 5.9% ถึง 7.1% ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีค่าอยู่ระหว่าง 6.6% ถึง 7.1% ตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเกลือในช่วงเวลาการเก็บรักษาแสดงในภาพที่ 4.9 โดยพบว่าปริมาณเกลือมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย และปริมาณของเกลือในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกันมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็นว่าระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเกลือในผลิตภัณฑ์ โดยเกลือส่วนใหญ่ในผลิตภัณฑ์ได้แก่ เกลือบริสุทธิ์ที่เติมลงไปและเกลือที่พบในน้ำปลา

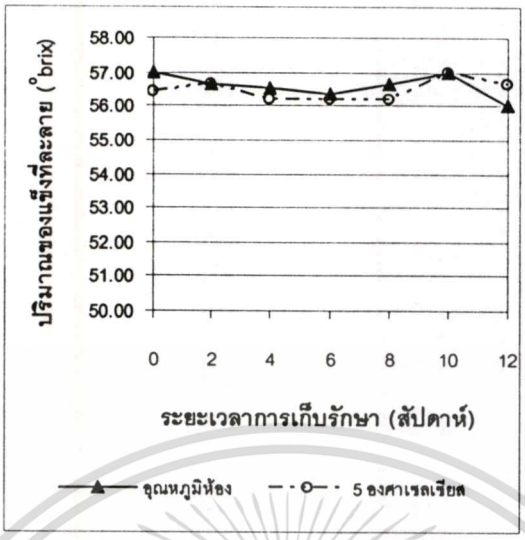



**ภาพที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์**

**4.2.2.5 ปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (°Brix)**

ปริมาณของแข็งที่ละลาย (°Brix) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างการเก็บรักษาทั้งในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าอยู่ระหว่าง 56.0 ถึง 57.0 Brix° ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีค่าอยู่ระหว่าง 56.2 ถึง 57.0 Brix° ตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมดในช่วงเวลาการเก็บรักษาแสดงในภาพที่ 4.10 โดยพบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมดมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่และปริมาณของของแข็งที่ละลายทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกันมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของของแข็งที่ละลายทั้งหมดในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 4.10** การเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลาย (°Brix) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

### 4.4.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพตามช่วงเวลาเก็บรักษา

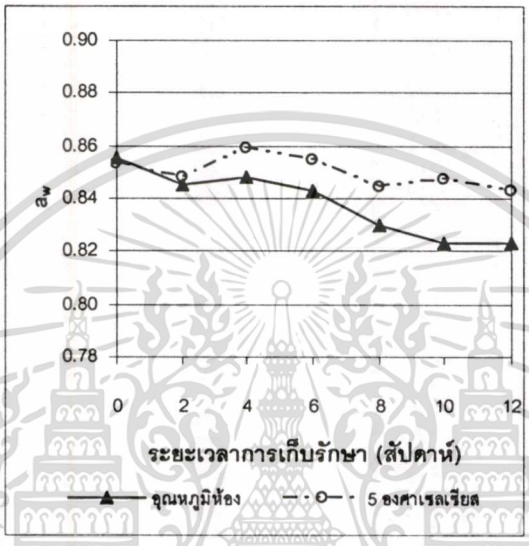
ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพซึ่งประกอบด้วย water activity ความหนืด และสีพบว่าจากผลการทดลองวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเพียงเล็กน้อย ค่าที่วิเคราะห์ทั้งหมดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียส ยกเว้นค่า water activity ในผลิตภัณฑ์ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

#### 4.4.3.1 Water activity

Water activity ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่า $a_w$ อยู่ระหว่าง 0.82 ถึง 0.85 ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีค่า $a_w$ อยู่ระหว่าง 0.84 ถึง 0.86 ตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงของ $a_w$ ในช่วงเวลาการเก็บรักษาแสดงในภาพที่ 4.11 โดยพบว่าค่า $a_w$ มีแนวโน้มลดลง และที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสมีค่า $a_w$ มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อาจเนื่องจากการสูญเสียความชื้นในระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา ทำให้เกิดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ทำให้ค่า $a_w$ มีค่าลดลง สำหรับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของค่า $a_w$ ที่น้อยกว่า เนื่องจากการเก็บรักษาในตู้เย็นมีความชื้นมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจึงเกิดการแลกเปลี่ยนความชื้นระหว่างภายในและภายนอกบรรจุภัณฑ์น้อยกว่าเป็นสาเหตุให้ค่า $a_w$ มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อีกทั้งความหนืดของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มที่สูงขึ้นด้วยเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่า $a_w$ ของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง



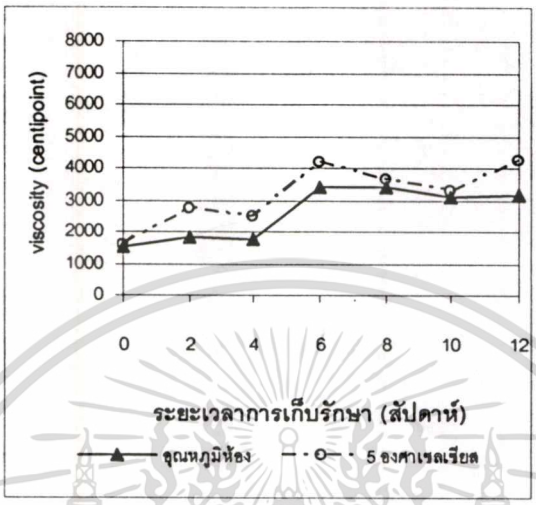

**ภาพที่ 4.11** การเปลี่ยนแปลงของ water activity ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

**4.4.3.2 ความหนืด (Viscosity)**

ความหนืดของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างการเก็บรักษา ทั้งในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าอยู่ระหว่าง 1528.3 ถึง 3418.0 เซนติพอยท์ ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีค่าอยู่ระหว่าง 1591.7 ถึง 4212.7 เซนติพอยท์ ตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ และพบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีความหนืดมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง การเปลี่ยนแปลงของความหนืดในช่วงเวลาการเก็บรักษาแสดงในภาพที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงของความหนืดในระหว่างการเก็บรักษา อาจมีสาเหตุมาจากกระบวนการผลิตซึ่งมีการให้ความร้อนแก่ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีส่วนประกอบของกรดและน้ำตาลซูโครสทำให้เกิดการไฮโดรไลซ์จากน้ำตาลซูโครสเป็นน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุคโตส ซึ่งเรียกว่า Invert sugar มีลักษณะเป็นน้ำเชื่อมข้นเหนียว และช่วยป้องกันการตกผลึกของน้ำตาล กิตติพงษ์ (2535) เป็นสาเหตุทำให้ความหนืดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์มีค่าสูงขึ้นและทำให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์ไม่ลดลงเนื่องจากการตกผลึกของน้ำตาล การที่แนวโน้มของความหนืดมีค่าสูงขึ้นมีความสัมพันธ์กับค่า $a_w$ ที่มีแนวโน้มลดลงอีกด้วย




**ภาพที่ 4.12** การเปลี่ยนแปลงของความหนืดของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

**4.4.3.2 สี**

การวิเคราะห์ค่าสี (L* a* b*) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูประหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา โดยนำตัวอย่างทำการกรองพริกบด และกระเทียมบดก่อนแล้วจึงทำการวัด ค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสีของผลิตภัณฑ์สามารถอธิบายได้ดังนี้

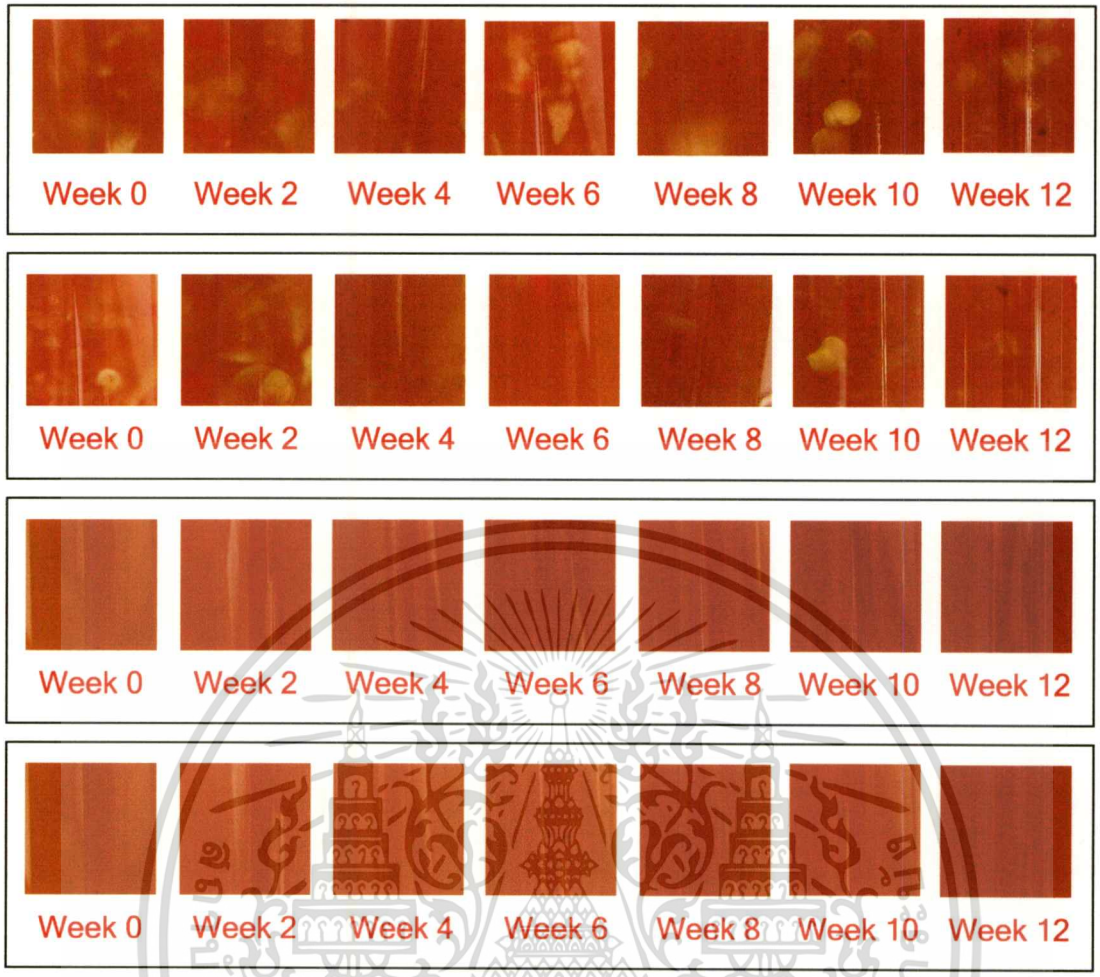
ค่า L* แสดงถึงความมืด-สว่าง มีค่าตั้งแต่ 0-100 โดย L=0 เป็นสีดำ L=100 เป็นสีขาว

ค่า a* แสดงถึงสีแดง-เขียว a มีค่าเป็นบวกเป็นสีแดง a มีค่าเป็นลบเป็นสีเขียว

ค่า b* แสดงถึงสีเหลือง-น้ำเงิน b มีค่าเป็นบวกเป็นสีเหลือง b มีค่าเป็นลบเป็นสีน้ำเงิน

จากภาพที่4.13 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ในระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งพบว่าสีของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเข้มขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลงของสีที่เข้มขึ้นมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 4.13** การเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างๆกันเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

(ก) สีของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

(ข) สีของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

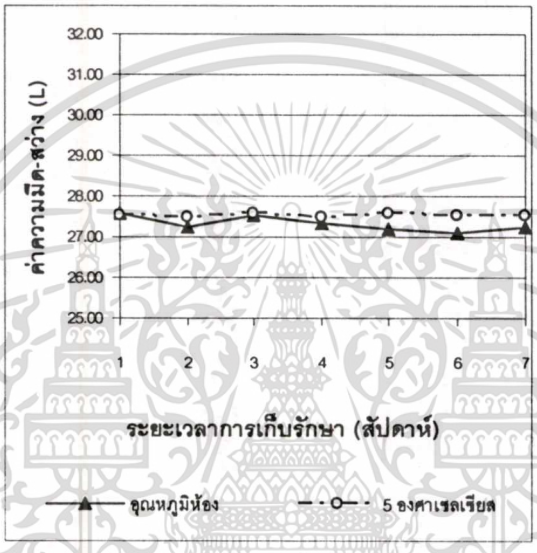
(ค) สีของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและผ่านการกรองพริกและกระเทียมออก

(ง) สีของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสและผ่านการกรองพริกและกระเทียมออก

เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าของสีที่วัดได้จากการทดลองเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าค่าความมืด-สว่าง (L) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทั้งผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงของค่าความมืด-สว่าง แสดงในภาพที่ 4.14 โดยพบว่า ค่าความมืด-สว่างของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

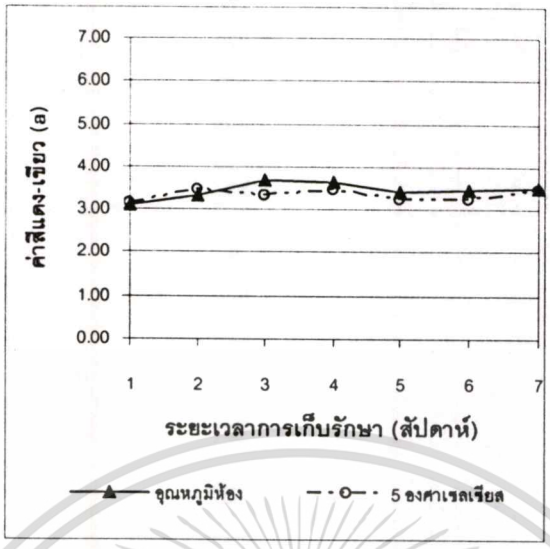
ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มที่ลดลงแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา แต่ระดับการเปลี่ยนแปลงของค่าของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีค่าความสว่างที่มากกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง การลดลงของค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์มีสาเหตุมาจากการเกิดการ browning ของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ และกรดอะมิโนที่พบในน้ำปลาทำปฏิกิริยาคอนเดนเซชั่นกับน้ำตาล กรดอะมิโนยังเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาอีนอลไลเซชั่น และดีไฮเดรชัน วรรณา (2536) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งปฏิกิริยาเมลลาร์ด เป็นสาเหตุให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มขึ้น




**ภาพที่ 4.14** การเปลี่ยนแปลงของค่าความมืด-สว่าง (L) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

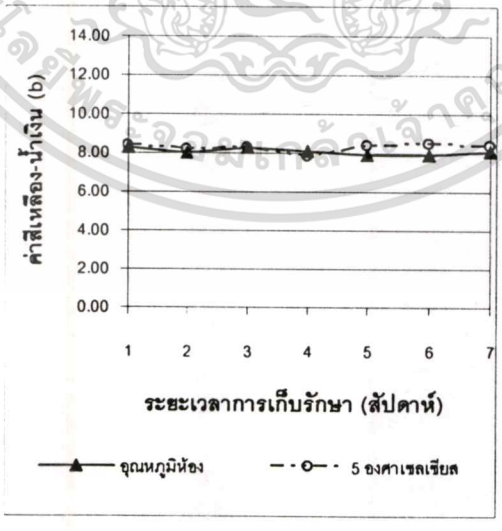
สำหรับการวิเคราะห์ค่าสีแดง-เขียว (a) ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า ค่าค่าสีแดง-เขียวของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทั้งผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงของค่าสีแดง-เขียวแสดงในภาพที่ 4.15 พบว่าค่าสีแดง-เขียวของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 4.15** การเปลี่ยนแปลงของค่าสีแดง-เขียว (a) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

สำหรับการวิเคราะห์ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b) ในระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าค่าค่าสีเหลือง-น้ำเงินของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทั้งผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงของค่าสีเหลือง-น้ำเงิน แสดงในภาพที่ 4.16 พบว่าค่าสีเหลือง-น้ำเงิน ของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย




**ภาพที่ 4.16** การเปลี่ยนแปลงของค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b) ของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) และ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป พบว่าการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกด้าน ยกเว้นการเปลี่ยนแปลงของค่า $a_w$ ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมด pH ปริมาณเกลือ และปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมดเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา สำหรับการเปลี่ยนแปลงค่า pH ที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการแตกตัวของเกลือในผลิตภัณฑ์ให้ $Na^+$ โดย Kimball (1991) กล่าวว่าองค์ประกอบที่เป็นเกลือ $K^+$ และ $Na^+$ ในน้ำผลไม้ตระกูลส้มทำให้ระบบมีสภาพเป็นบัฟเฟอร์สามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ได้ ซึ่งจากการทดลองของอรุณรัศมี (2546) ศึกษาการพัฒนากรรมวิธีการผลิตน้ำมะนาวเข้มข้นพบว่า เมื่อเติมโซเดียมเฮกซาเมตาฟอสเฟต (SHMP) ซึ่งแตกตัวให้ $Na^+$ ลงในน้ำมะนาวที่ทำการศึกษา พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของน้ำมะนาวที่เติม SHMP มีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยกว่าน้ำมะนาวที่ไม่ได้เติม SHMP การเปลี่ยนแปลงความหนืดมีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์กลายเป็น Invert sugar ซึ่งมีลักษณะเป็นน้ำเชื่อมข้นเหนียว สาเหตุของการเพิ่มความหนืดอีกประการหนึ่งอาจมาจากเพคตินที่พบในมะขามเปียกเมื่อผ่านกระบวนการผลิตเกิดการรวมตัวกับน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ในสภาวะที่เป็นกรดทำให้เกิดเป็นเจลขึ้นในผลิตภัณฑ์ มีผลให้ปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์ลดลงทำให้ความหนืดสูงขึ้น และเป็นสาเหตุให้ค่า $a_w$ ของผลิตภัณฑ์มีค่าลดลง ทั้งนี้ในระยะแรกของการเก็บรักษาสภาวะอาจยังไม่เหมาะสมต่อการเกิดเจล เมื่อเวลาผ่านไปอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบภายในผลิตภัณฑ์ทำให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมความหนืดจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษา สำหรับการเปลี่ยนแปลงของความหนืดในผลิตภัณฑ์ยังคงต้องทำการศึกษาต่อไป

จากการทดลอง พบว่าการเตรียมวัตถุดิบและกระบวนการผลิตมีปัจจัยของเฮอร์เดิล ได้แก่ natural preservative, $a_w$, pH, temperature และ packaging จากตารางที่ 4.12 พบว่าการเตรียมวัตถุดิบ (ขั้นตอนที่1) ซึ่งประกอบไปด้วยการเตรียมพริกบดสามารถลดปริมาณเชื้อในพริกสดได้ร้อยละ 20.3 การเตรียมกระเทียมบดสามารถลดปริมาณเชื้อในกระเทียมสดได้ร้อยละ 50.9 และการเตรียมน้ำมะขามเปียกสามารถลดปริมาณเชื้อในมะขามเปียกได้ร้อยละ 8.8 แต่ทั้งนี้เมื่อเทียบอัตราส่วนร้อยละของปริมาณการผสมพริกบด กระเทียมบด และน้ำมะขามเปียกลงในผลิตภัณฑ์แล้ว ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบสามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนนำไปผสมกับส่วนผสมชนิดอื่นได้ร้อยละ 7.8 ดังนั้นเมื่อมองโดยรวมแล้วปริมาณเชื้อที่ลดลงในระหว่างการเตรียมวัตถุดิบก็ยังจัดได้ว่าเป็นปริมาณที่ไม่สูงมาก สำหรับในขั้นตอนการเตรียมวัตดิบมีปัจจัยของเฮอร์เดิลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ natural preservative และ pH สำหรับขั้นตอนการผสมพริกบดและกระเทียมบดเป็นขั้นตอนต่อเนื่องมาจากการเตรียมโดยเริ่มต้นมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเริ่มต้นที่ 5.7 log cfu/g ขั้นตอนการผสมน้ำปลาและน้ำ (ขั้นตอนที่2) เป็นการเติมส่วนผสมที่สามารถลดค่า $a_w$ ให้ลดลงได้โดยมีผลทำให้ จุลินทรีย์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบในผลิตภัณฑ์สามารถเจริญได้น้อยลง เนื่องจากสภาวะที่ไม่เหมาะสมในขั้นตอนนี้ สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ร้อยละ 22.8 ขั้นตอนการเติมเกลือ น้ำตาล กรดมะนาว และผงชูรส (ขั้นตอนที่3) ขั้นตอนนี้มีปัจจัยของเฮอร์เดิลสองชนิดได้แก่ $a_w$ และ pH ในขั้นตอนนี้ทำให้ค่า $a_w$ ของผลิตภัณฑ์ลดลงอีกและยังลด pH ของผลิตภัณฑ์ให้ต่ำลง เป็นผลให้การต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์มีค่าลดลงและมีสภาวะในการเจริญที่ไม่เหมาะสม ในขั้นตอนนี้สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ร้อยละ 19.3 ขั้นตอนการเติมน้ำมะขามเปียก (ขั้นตอนที่4) ขั้นตอนนี้ทำให้ค่า pH ของผลิตภัณฑ์ลดลงอีกในขั้นตอนนี้สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ร้อยละ 17.5 ขั้นตอนการให้ความร้อน (ขั้นตอนที่5) เป็นขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการผลิตอาหารซึ่งในการใช้ความร้อนในการฆ่าเชื้อโดยทั่วไปถ้าใช้ความร้อนสูงก็จะสามารถลดปริมาณเชื้อได้มากจนอยู่ในระดับที่ปลอดภัย แต่จากการทดลองนี้สามารถใช้อุณหภูมิฆ่าเชื้อที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาทีได้ ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการใช้ปัจจัยของเฮอร์เดิลหลายปัจจัยร่วมกัน ทำให้สามารถควบคุมปริมาณของจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยก่อนที่จะทำการผ่านความร้อนอีกด้วย ในขั้นตอนนี้สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ร้อยละ 5.6 ขั้นตอนการเติมกลิ่นและการบรรจุ (ขั้นตอนที่6) ไม่สามารถลดปริมาณเชื้อได้เนื่องจากกลิ่นที่เติมลงไปต้องการเพื่อให้กลิ่นเฉพาะของผลิตภัณฑ์เท่านั้นปริมาณที่เติมจึงไม่สารถลดจำนวนจุลินทรีย์ลงได้แต่ทั้งนี้ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในผลิตภัณฑ์ก็อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภคแล้ว การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (ขั้นตอนที่7) เป็นเป็นการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ให้คงที่ในระหว่างระยะเวลาเก็บรักษาอีกด้วยโดยทำงานร่วมกับปัจจัยอื่นๆได้แก่ $a_w$ pH package ในการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนนี้สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ร้อยละ 8.8 ปริมาณของเชื้อทั้งหมดที่ลดลงโดยปัจจัยของเฮอร์เดิลแสดงในตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

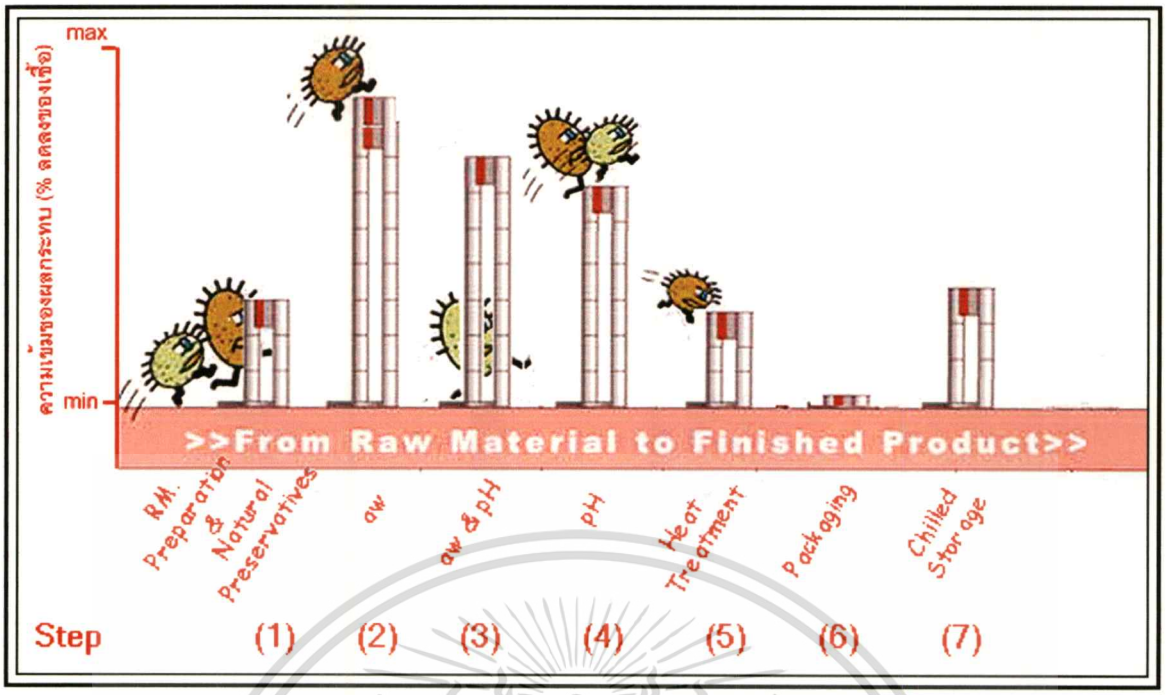
**ตารางที่ 4.12** ปริมาณเชื้อที่ลดลงในแต่ละปัจจัยของเฮอร์เดิลในขั้นตอนของกระบวนการผลิต

| ขั้นตอน | ปริมาณเชื้อ (log cfu/g) | | ร้อยละ | ปัจจัยเฮอร์เดิล |
|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณเชื้อเริ่มต้น | ปริมาณเชื้อที่เหลือ | ปริมาณเชื้อที่ลดลง | |
| การเตรียมวัตถุดิบ | | | | raw material preparation |
| พริกสด | 8.4 | 8.4 | - | - |
| พริกล้าง | | 7.1 | 15.5 | การล้าง |
| พริกบด | | 6.7 | 4.8 | natural preservatives |
| กระเทียมสด | 5.5 | 5.5 | - | - |
| กระเทียมล้าง | | 2.9 | 47.3 | การล้าง |
| กระเทียมบด | | 2.7 | 3.6 | natural preservatives |
| มะขามเปียก | 3.4 | 3.4 | - | - |
| น้ำมะขามเปียก | | 3.1 | 8.8 | pH |

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

**ตารางที่ 4.12 (ต่อ)** ปริมาณเชื้อที่ลดลงในแต่ละปัจจัยของเฮอร์เดิล ในขั้นตอนของกระบวนการผลิต

| ขั้นตอน | ปริมาณเชื้อ (log cfu/g) | | ร้อยละ | ปัจจัยเฮอร์เดิล |
|---|---|---|---|---|
| | ปริมาณเชื้อเริ่มต้น | ปริมาณเชื้อที่เหลือ | ปริมาณเชื้อที่ลดลง | |
| กระบวนการผลิต | | | | |
| พริกบด+กระเทียมบด | 5.7 | 5.7 | - | - |
| น้ำปลา+น้ำ | | 4.4 | 22.8 | $a_w$ |
| น้ำตาล+เกลือ+กรดมะนาว+ซูรส | | 3.3 | 19.3 | $a_w$ / pH |
| มะขามเปียก | | 2.3 | 17.5 | pH |
| ให้ความร้อน 70°C 10 นาที | | 2.0 | 5.6 | heat treatment |
| เติม Lime oil และบรรจุ | | 2.0 | 0.0 | packaging |
| Chilled storage | | 1.5 | 8.8 | chilled storage |




**ภาพที่ 4.17** แผนภูมิจำลองผลกระทบของปัจจัยเฮอร์เดิลที่มีต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

(1) ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ (raw material preparation) และการผสมพริกบดและกระเทียมบด (natural preservatives)

(2) ขั้นตอนการผสมน้ำปลา น้ำ ($a_w$)

(3) ขั้นตอนการผสมเกลือ น้ำตาล กรดมะนาว และผงชูรส ($a_w$ & pH)

(4) ขั้นตอนการผสมน้ำมะขามเปียก (pH)

(5) ขั้นตอนการให้ความร้อน 70 °C (heat treatment)

(6) ขั้นตอนการเติมกลิ่นและการบรรจุ (packaging)

(7) ขั้นตอนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (chilled storage)

ที่มา : ดัดแปลงจาก SPG Media Limited (2006)

### 4.4.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

#### 4.4.4.1 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ตามระยะเวลาการเก็บรักษา

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวอย่างกับตัวอย่างควบคุม โดยใช้สเกลการยอมรับแบบ Hedonic scale 5 point กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 15 คน โดยในการทดสอบได้แบ่งทำการทดสอบตัวอย่างออกเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 ขั้นตอนคือคือ ขั้นตอนแรกทำการทดสอบ โดยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมาทำการทดสอบความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุมซึ่งทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้าน สี กลิ่น และการยอมรับโดยรวม ขั้นตอนที่สอง นำผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดสอบจากแบบแรกมาผสมกับมะละกอดิบขูดเป็นเส้นที่เตรียมไว้ แล้วทดสอบความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุมที่โดยทำการทดสอบในด้าน สี กลิ่น รสชาติโดยรวม และการยอมรับโดยรวม สำหรับการทดสอบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ในด้านของสีพบว่า ความแตกต่างของสีจากตัวอย่างควบคุมที่อุณหภูมิการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และที่ 5 องศาเซลเซียส มีความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามอายุการเก็บรักษา แต่ที่อุณหภูมิเก็บรักษาที่ 5 องศาเซลเซียสมีค่าความแตกต่างน้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องซึ่งสอดคล้องกับการวัดสีในด้านของค่า L โดยจากภาพที่ 4.15 พบว่าแนวโน้มของสีของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มที่เข้มขึ้นตามเวลาการเก็บรักษาแต่ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีแนวโน้มเข้มขึ้นน้อยกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องผู้ทดสอบจึงสามารถแยกความแตกต่างของสีตามระยะเวลาที่ผ่านไปได้

การทดสอบในด้านกลิ่นของตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมพบว่าคะแนนความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุมมีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บรักษา ทั้งการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทั้งนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีคะแนนค่าเฉลี่ยที่สูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยในสัปดาห์ที่ 12 ตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ซึ่งคะแนนที่ได้ต่ำกว่าระดับ 3 (แตกต่างปานกลาง) ซึ่งกล่าวได้ว่าผู้ทดสอบเริ่มไม่ยอมรับในตัวผลิตภัณฑ์

การทดสอบทางด้านการยอมรับโดยรวมของตัวอย่างผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เพื่อทราบผลของการยอมรับของผู้ทดสอบโดยไม่ได้ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างกับตัวอย่างควบคุม พบว่าคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับที่ดีกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อีกทั้งคะแนนการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ยังไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ตลอดอายุการเก็บรักษาอีกด้วย

สำหรับคะแนนทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างที่ทำการผสมกับมะละกอดิบขูดเป็นเส้นก่อนทำการทดสอบ โดยทดสอบทางด้าน สี กลิ่น รสชาติโดยรวม และการยอมรับโดยรวม พบว่าคะแนนด้านประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น และการยอมรับโดยรวม มีคะแนนเป็นไปในทางที่สอดคล้องกับคะแนนด้านประสาทสัมผัสของตัวอย่างที่ไม่ได้ผสมกับมะละกอดิบขูดเส้น โดยตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีคะแนนเฉลี่ยในทุกด้านที่สูงกว่าตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง แต่ทั้งนี้หลังทำการผสมกับมะละกอดิบแล้วคะแนนเฉลี่ยของทุกด้านจะสูงขึ้นทั้งการเก็บรักษาทั้งสองแบบ ทั้งนี้น่าจะมีสาเหตุมาจากหลังจากทำการผสมกับมะละกอดิบแล้วสีและกลิ่นของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์เจือจางลง เพราะมีสีและกลิ่นของมะละกอดิบมาผสมด้วยค่าความแตกต่างจากตัวอย่างควบคุมจึงมีค่าลดลง สำหรับในด้านการยอมรับโดยรวมของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส คะแนนที่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งไม่สอดคล้องกับคะแนนในด้านการยอมรับโดยรวมของตัวอย่างที่ไม่ได้ผสมกับมะละกอดิบ อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากเมื่อผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นแล้วทำการชิมทำให้รสชาติมีผลต่อการตัดสินใจต่อคะแนนการยอมรับโดยรวมซึ่งต่างจากการทดสอบตัวอย่างแบบแรกที่ใช้ประสาทสัมผัสด้านการมองเห็นและด้านการสูดดม ในการตัดสินใจยอมรับในผลิตภัณฑ์เท่านั้น รวมไปถึงรสชาติของมะละกอดิบขูดเส้นที่นำไปผสมทำให้มีผลต่อประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบอีกด้วย

สำหรับคะแนนทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติโดยรวมนั้น ตัวอย่างที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสมีคะแนนทางประสาทสัมผัสสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อีกทั้งยังไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดอายุการเก็บรักษาอีกด้วย แต่ทั้งนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องก็ยังมีค่าเฉลี่ยที่สูงอยู่คือ 3.2 ซึ่งยังถือว่ายังไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมมาก คะแนนการทดสอบประสาทสัมผัสแสดงในตารางที่ 4.13 และ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.13** คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

| สัปดาห์ | ผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย* | | | ผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยผสมมะละกอดิบขูดเส้น* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | สี | กลิ่น | การยอมรับ | สี | กลิ่น | รสชาติ | การยอมรับ |
| 0 | $4.15^{a}$±0.47 | $3.38^{a}$±1.17 | $3.68^{a}$±0.88 | $4.27^{a}$±0.47 | $3.82^{a}$±0.71 | $3.77^{a}$±0.70 | $3.94^{a}$±0.39 |
| 2 | $3.44^{bc}$±0.73 | $3.00^{ab}$±0.85 | $3.51^{a}$±0.64 | $3.80^{b}$±0.80 | $3.28^{bc}$±0.88 | $3.52^{ab}$±0.85 | $3.56^{abc}$±0.73 |
| 4 | $3.26^{bc}$±0.74 | $3.30^{ab}$±0.93 | $3.43^{a}$±0.64 | $3.88^{ab}$±0.81 | $3.40^{ab}$±0.89 | $3.50^{ab}$±0.83 | $3.72^{ab}$±0.67 |
| 6 | $3.62^{b}$±1.18 | $3.52^{a}$±0.89 | $3.56^{a}$±0.74 | $3.94^{ab}$±0.89 | $3.76^{a}$±0.71 | $3.67^{a}$±0.97 | $3.68^{ab}$±0.75 |
| 8 | $3.15^{c}$±1.02 | $3.07^{ab}$±0.92 | $3.32^{ab}$±0.74 | $3.60^{bc}$±0.87 | $3.16^{bc}$±0.96 | $3.16^{b}$±0.87 | $3.19^{c}$±0.84 |
| 10 | $3.04^{c}$±.98 | $3.15^{ab}$±0.98 | $3.27^{ab}$±0.95 | $3.74^{b}$±0.86 | $3.56^{ab}$±0.93 | $3.39^{ab}$±0.88 | $3.51^{bc}$±0.90 |
| 12 | $2.50^{d}$±1.08 | $2.78^{b}$±1.06 | $2.98^{b}$±0.86 | $3.25^{c}$±1.21 | $2.85^{c}$±0.1.16 | $3.20^{b}$±0.97 | $3.24^{c}$±0.96 |

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบด้วย DMRT

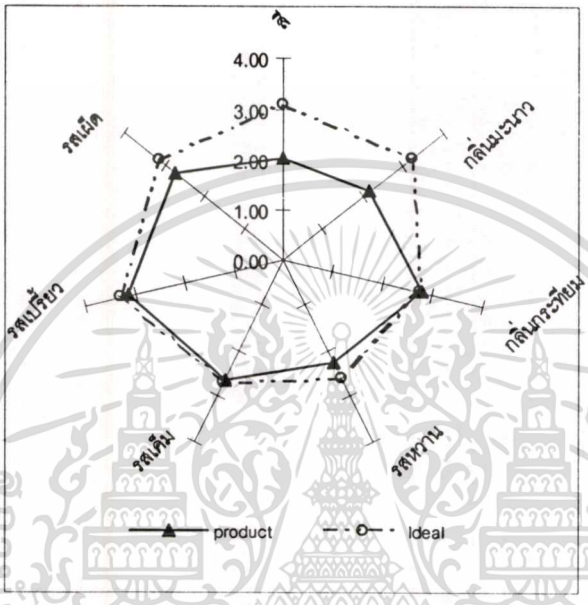
**ตารางที่ 4.14** คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| | ผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย* | | | ผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยผสมมะละกอดิบขูดเส้น* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| สัปดาห์ | สี | กลิ่น | การยอมรับ | สี | กลิ่น | รสชาติ | การยอมรับ |
| 0 | $3.88^{ab}$±0.62 | $3.89^{a}$±1.01 | $3.75^{a}$±0.66 | $4.26^{a}$±0.59 | $3.97^{a}$±0.58 | $3.95^{a}$±0.48 | $3.95^{a}$±0.46 |
| 2 | $3.78^{ab}$±0.67 | $3.39^{b}$±0.86 | $3.62^{a}$±0.83 | $3.9^{ab}$±0.78 | $3.74^{abc}$±0.85 | $3.79^{a}$±0.87 | $3.81^{ab}$±0.81 |
| 4 | $3.65^{bc}$±0.64 | $3.63^{ab}$±1.02 | $3.78^{a}$±0.58 | $4.08^{a}$±0.89 | $3.77^{abc}$±0.89 | $3.79^{a}$±0.90 | $4.08^{a}$±0.61 |
| 6 | $4.19^{a}$±1.05 | $3.96^{a}$±0.73 | $3.92^{a}$±0.56 | $4.13^{a}$±0.64 | $3.74^{abc}$±0.67 | $3.98^{a}$±0.72 | $3.90^{ab}$±0.55 |
| 8 | $3.65^{bc}$±0.80 | $3.34^{b}$±0.89 | $3.79^{a}$±0.1.12 | $3.93^{ab}$±0.89 | $3.38^{bc}$±0.89 | $3.70^{a}$±0.73 | $3.74^{ab}$±0.67 |
| 10 | $3.75^{b}$±0.69 | $3.59^{ab}$±0.88 | $3.66^{a}$±0.67 | $4.01^{ab}$±0.68 | $3.80^{ab}$±0.79 | $3.84^{a}$±0.69 | $3.88^{ab}$±0.69 |
| 12 | $3.25^{c}$±1.19 | $3.35^{b}$±1.11 | $3.5^{a}$±0.75 | $3.67^{b}$±0.91 | $3.35^{c}$±0.95 | $3.78^{a}$±0.82 | $3.59^{b}$±0.82 |

*ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งหมายถึง ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบด้วย DMRT

**4.4.4.2 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์**

จากการทดสอบโดยให้ผู้ทดสอบจำนวน 61 คนทดสอบชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนตามความรู้สึก (product) และให้คะแนนตามความต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะตามต้องการ (Ideal) ได้ผลการทดสอบดังแสดงในภาพที่ 4.18




**ภาพที่ 4.18** ผลการเปรียบเทียบคะแนนความแตกต่างของผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบกับความต้องการของผู้ทดสอบ

จากภาพที่ 4.18 พบว่าคะแนนทางด้านกลิ่นกระเทียม รสเค็ม รสเปรี้ยว รสหวาน และรสเผ็ด มีคะแนนใกล้เคียงกับลักษณะที่ผู้ทดสอบต้องการพบในตัวผลิตภัณฑ์ โดยมีคะแนนใกล้เคียงจากมากไปน้อยตามลำดับ สำหรับกลิ่นมะนาวและสียังคงมีความแตกต่างกับความต้องการของผู้ทดสอบอยู่ โดยคะแนนที่ได้มีคะแนนน้อยกว่าความต้องการของผู้ทดสอบ ซึ่งในด้านของสีพบว่าความต้องการของผู้ทดสอบต้องการให้สีของผลิตภัณฑ์มีลักษณะเข้มมากกว่าตัวอย่างที่ทดสอบ ซึ่งกรณีนี้มีผลทำให้ค่าการยอมรับของผลิตภัณฑ์โดยรวมที่ได้ทำการทดสอบในระหว่างการเก็บรักษามีค่าสูงขึ้นโดยค่าที่ได้มีค่ามากกว่าค่าเริ่มต้น ทั้งนี้เนื่องจากสีของผลิตภัณฑ์มีความเข้มขึ้นในระหว่างการเก็บรักษานั่นเอง ในด้านของกลิ่นมะนาวมีค่าน้อยกว่าความต้องการของผู้ทดสอบทั้งนี้สามารถแก้ไขได้โดยเพิ่มปริมาณของ Lime oil ลงในผลิตภัณฑ์โดยในการใส่ต้องคำนึงถึงปริมาณในการใช้เนื่องจากใน Lime oil มีสารลิโมนิน (limonin) เป็นสารสำคัญที่ทำให้เกิดรสขมในผลไม้ตระกูลส้มพบมากในเมล็ดและผิวของผล (Kimball, 1991) การใช้ปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เกิดรสขมในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการประยุกต์ใช้เฮอร์เดิลเทคโนโลยีในผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยที่มีความเป็นกรดพบว่า

1.การใช้ปัจจัยของเฮอร์เดิลเทคโนโลยีในการผลิตผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยที่มีความเป็นกรดสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ ช่วยในการยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ได้ และยังสามารถป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยจุลินทรีย์ที่พบในวัตถุดิบมีค่าตั้งแต่ น้อยกว่า 1 log cfu/g ถึง 8.1 log cfu/g เมื่อนำวัตถุดิบมาผ่านกระบวนการผลิตและการเก็บรักษาแล้วพบว่าปริมาณเชื้อในผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วงน้อยกว่า 1 log cfu/g จนถึงน้อยกว่า 1.48 log cfu/g และสามารถควบคุมจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่พบในวัตถุดิบได้ทั้ง *B. cereus* และ *Staph. aureus* ได้ โดยไม่พบเชื้อดังกล่าวในช่วงเวลาที่ทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)และที่ 5 องศาเซลเซียส

2. การเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพได้แก่ สี และความหนืด ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีแนวโน้มที่สูงขึ้น สำหรับการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้แก่ pH, $a_w$, acidity, %salt และDegree brix ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น $a_w$ ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย และการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพด้านประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รสชาติโดยรวม และการยอมรับโดยรวม โดยภายใต้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถรักษาคุณภาพได้ดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง สำหรับการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ภายใต้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 สัปดาห์นำมาผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นพบเพื่อทดสอบชิมพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลของการยอมรับโดยรวมเมื่อนำตัวอย่างมาผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นสามารถบอกได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) สามารถเก็บไว้ได้นานเป็นเวลา 6 สัปดาห์ และผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สามารถเก็บไว้ได้นานเป็นเวลา 10 สัปดาห์

3. ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับความต้องการของผู้ทดสอบในด้านของกลิ่นกระเทียม รสเค็ม รสเปรี้ยว รสหวาน และรสเผ็ด ส่วนในด้านของกลิ่นมะนาวและสียังคงมีความแตกต่างกับความต้องการของผู้ทดสอบ โดยผู้ทดสอบต้องการให้กลิ่นมะนาวและสีเพิ่มขึ้นจากตัวผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


[1] กรมวิชาการเกษตร. 2546. พริก. ฐานความรู้ด้านพืช กรมวิชาการเกษตร. Available at http://www.doa.go.th/data-agri/02_LOCAL/oard4/chili/main.html. 30/11/2546.

[2] กระทรวงสาธารณะสุข. 2543. น้ำปลา. ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 118 ตอนพิเศษ 6 ง.

[3] กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2545. พจนานุกรม FOOD ADDITIVE. บริษัทจาร์พา เทคเซ็นเตอร์ จำกัด. กรุงเทพฯ.128 หน้า.

[4] กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2535. ผักและผลไม้. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 311หน้า.

[5] ทวีศักดิ์ เกษปทุม. 2540. น้ำพริกเผา. รวมเรื่องน้ำพริก. วารสารแม่บ้าน. กรุงเทพฯ. 122 หน้า.

[6] ธงชัย พุฒทองศิริ. 2546. การเก็บรักษาเส้นก๋วยเตี๋ยวสดโดยใช้เทคโนโลยีเฮอร์เดิล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. บัณฑิตวิทยาลัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 61 หน้า.

[7] ธีรพร กงบังเกิด. 2546. จุลชีววิทยาอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยนเรศวร.พิษณุโลก. 198 หน้า.

[8] นิจศิริ เรืองรังษี. 2534. เครื่องเทศ. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

[9] นิรนาม. 2546. มะขาม. Available at http://www.kph.go.th/departmt/social/Hearb7.html. 30/11/2546.

[10] วรรณวิบูลย์ กาญจนกุญชร. 2543. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 505 หน้า.

[11] วรรณา ตั้งเจริญชัย. 2536. เคมีอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 280 หน้า.

[12] วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ์. 2545. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง เทคโนโลยีการใช้บรรจุภัณฑ์อ่อนตัวสำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ. สถาบันอาหาร สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

[13] วราวุฒิ ครูส่ง. 2538. จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 201 หน้า.


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[14] วุฒิชัย นาครักษา. 2535. หลักการบรรจุ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะเทคโนโลยีการเกษตร.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

[15] สิริพร สธนเสาวภาคย์ ปราโมทย์ ธรรมรัตน์ และกาญจนิจ วารนะวินิจ. 2536. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำพริกสำเร็จรูป และแนวทางการพัฒนาเพื่อการส่งออก. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

[16] สุมณฑา วัฒนสินธุ์ สมโพช พจนพิมล วรางคณา สมพงษ์ สิริพร พิพัฒน์สัตยานุวงศ์ และ สายสนม ประดิษฐ์ดวง. 2543. การพัฒนาเทคโนโลยีการเก็บรักษาเครื่องแกงเผ็ดและอาหารเครื่องปรุงแต่งกลิ่น-รสของไทย. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ. 78 หน้า.

[17] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2544. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกลือบริโภคบริสุทธิ์. มอก. 2086-2544. 13 หน้า.

[18] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2544. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกรดซิตริก. มอก. 464-2544. 21 หน้า.

[19] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2545ก. มาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำปลาพื้นเมือง. มอก. 3-2526. 10 หน้า.

[20] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2545ข. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโมโนโซเดียม แอล-กลูตาเมต มอก. 14-2525. 26 หน้า.

[21] อดิศร เสวตวิวัฒน์. 2542. ผลของน้ำสกัดกระเทียมต่อการเจริญของกล้าเชื้อแบคทีเรียแลคติคสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อและเชื้อโรคอาหารเป็นพิษที่พบมากในแหนม(ในหลอดทดลอง). วารสารอาหาร. 29(2):107-115.

[22] อรุณรัศมี แสงศิลา. 2546. การพัฒนากรรมวิธีการผลิตน้ำมะนาวเข้มข้นและการประเมินอายุการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 160 หน้า.

[23] AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th Edition. AOAC international, Gaithersburg, Maryland.

[24] Beelman, G.J., Witowski, M.E., Dorres, S., Kilara, A and Kuhn, G.D. 1989. Acidification process technology to control thermophilic spoilage in canned mushrooms. J. Food Prot. 52, 178-185

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[25] Careaga, M., Fernandez, E., Dorantes, L., Mota, L., Jaramillo, M.E and Hernandez-Sanchez, H. 2003. Antibacterial activity of *Capsicum* extract against *Samonella* Typhimurium and *Pseudomonas aeruginosa* inoculated in raw beef meat. International J. Food Microbiol. 83, 331-335.

[26] Casey, P.G. and Condon, S., 2002. Sodium chloride decreases the bacterial effect of acid pH on *Escherichia coli* O157:H45. International J. of Food microbiology 76, 199-206.

[27] Cellini, L., Campli, E.D., Masulli, M., Bartolomeo, S.D. and Allocati, N. 1996. Inhibition of *Helicobacter pylori* by garlic extract (*Allium sativum*). FEMS Immunology and Medical Microbiol. 13, 273-277.

[28] Davies, C.G.A. and Labuza, T.P. 2000. The Maillard Reaction Application to Confectionery Products. Department of Food Science and Nutrition University of Minnesota,St. Paul, Minnesota. Available at http://faculty.che.umn.edu/fscn/Ted_Labuza/PDF_files/ papers/maillard-confectionary.pdf. 3/3/2006.

[29] Dorantes, L., Colmenero, R., Hernandez, H., Mota, L., Jaramillo, M.E., Fernandez, E. and Solano, C. 2000. Inhibition of growth of some food borne pathogenic bacteria by *Capsicum annum* extract. Shot communication in International J. Food Microbiol. 57, 125-128.

[30] Duke, J. A. 1981. Handbook of Legumes of World Economic Importance. Plenum Press, New York: 228-230.

[31] Garbutt, J. 1997. Essentials of Food Microbiology. Arnold. London. England.

[32] Hodge, J.E. 1953. Dehydrated Foods, Chemistry of Browning Reactions in Model systems. Journal Agric Food Chem. 1, 928-943.

[33] Ishola, M. M., Agbaji, E. B. and Agbaji, A. S. 1990. A chemical study of *Tamarindus indica* (Tsamiya) fruits grown in Nigeria. J. Science, Food and Agri., 51: 141-143.

[34] JECFA. 1999. Citric Acid. Available at http://apps3.fao.org/jecfa/additive_specs/docs/7 /additive-0757.htm. 6/7/2004.

[35] JECFA. 1987. Monosodium L-Glutamate. Available at http://apps3.fao.org/jecfa/ additive_specs /docs/0/additive-0288.htm. 6/7/2004.

[36] Julia, L.,1992. The Encyclopedia of Essential Oils : a complete guide to the use of aromatics in aromatherapy, herbalism, health and well-being. Jw Arrowsmith Limited, Bristol.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[37] Kimball, D.A., 1991. Citrus Processing Quality Control and Technology. AVLPubl. Co.Inc., Newyork.

[38] Lee, C., Han, C. and Tsau, J. 2004. In vitro inhibitory activity of Chinese leek extract Against *Campylobacter* species. Article in Press in International J. Food Microbiol.. Available on line at www.sciencedirect.com. 25/7/2004.

[39] Leistner, L. and Gould, G.W.,2002. Hurdle Technologies: Combination Treatment for Food Stability, Safety and Quality. Pleum Publishers, New York, p.194.

[40] Limyati, D.A. and Juniar, B.L.L., 1998. Jamu Gendong, a kind of traditional medicine in Indonesia : the microbial contamination of its raw material and end product. J. of Ethnophamacology 63, 201-208.

[41] Mayer P.P., Jaelminger G. and Scoville, E. 2001. Extended shelf life noodle product and process of manufacture. United States Patent 6,187,357.

[42] Meillon, S. 1974. Process for making drinks, syrups, juice and liquor and solid extracts based on tamarind products thus obtained. French Patent No. 2231322 (English Summary).

[43] Moreau, C., Durand, R., Alie`s, F., Cotillon, M., Frutz, T. and The´oleyre, M. 2000. Hydrolysis of sucrose in the presence of H-form zeolites. Industrial Crops and Products 11, 237–242.

[44] Robinson, R. A., Stokes, R. H. Electrolyte Solutions. 2nd edition. Butterworths, London. pp.79-102.

[45] SPG Media Limited. 2006. Available at http://www.foodprocessing - technology.com/ contractors/materials/habasit/ habasit2.html. 19/3/2006

[46] Wolfrom, M.L. and Rooney, C.S. 1953. Chemical Interactions of Amino Compounds and Sugars. VIII.[1] Influence of Water[2]. J. Amer. Chem. Soc. 75, 5435-5436.

[47] Yin, M. and Tsao, S., 1999. Inhibitory effect of seven *Allium* plants upon three *Aspergillus* species. International J. Food Microbiol. 49, 49-56.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก.

## วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก
# วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

## 1. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

1.1 ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม เติม dilution (peptone 1%) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยเครื่อง stomacher

1.2 เจือจางอาหาร 1:10 ด้วย dilution (peptone 1%) จนได้ความเจือจางที่ต้องการ

1.3 ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ความเจือจางต่างกันปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ โดยทำความเจือจางละ 2 จาน

1.4 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (PCA) ที่หลอมและทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อ จานละประมาณ 15 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากับตัวอย่างทิ้งไว้จนแข็ง

1.5 บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

1.6 อ่านผลโดยเลือกจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีขึ้นอยู่ระหว่าง 25-250 โคโลนี

1.7 หาค่าเฉลี่ยของจำนวนที่นับได้คูณด้วยค่า dilution factor ของความเจือจางที่นับจำนวนได้ คำนวณเป็นจำนวนโคโลนีที่พบในตัวอย่าง 1 กรัม

## 2. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา

2.1 ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม เติม dilution (peptone 1%) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยเครื่อง stomacher

2.2 เจือจางอาหาร 1:10 ด้วย dilution (peptone 1%) จนได้ความเจือจางที่ต้องการ

2.3 ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ความเจือจางต่างกันปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ โดยทำความเจือจางละ 2 จาน

2.4 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) ที่หลอมและทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ปรับ pH จนได้ 3.5±1 ด้วยสารละลาย 10% tartaric acid ลงในจานเพาะเชื้อ จานละประมาณ 15 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากับตัวอย่างทิ้งไว้จนแข็ง

2.5 บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน

2.6 อ่านผลโดยเลือกจานเพาะเชื้อที่มีโคโลนีขึ้นอยู่ระหว่าง 10-150 โคโลนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 หาค่าเฉลี่ยของจำนวนที่นับได้คูณด้วยค่า dilution factor ของความเจือจางที่นับจำนวนได้ คำนวณเป็นจำนวนโคโลนีที่พบในตัวอย่าง 1 กรัม

**3. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์ม โดยวิธี Most Probable Number (MPN)**

3.1 ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม เติม dilution (peptone 1%) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยเครื่อง stomacher

3.2 เจือจางอาหาร 1:10 ด้วย dilution (peptone 1%) จนได้ความเจือจางที่ $10^{-2}$ และ $10^{-3}$

3.3 ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ความเจือจางต่างกันปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Laurly sulphate tryptose (LST) broth ที่มีหลอดดักก๊าซ ความเจือจางละ 3 หลอด

3.4 บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

3.5 ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อ (loop) จากหลอดที่เกิดก๊าซภายในหลอดถ่ายเชื้อลงในอาหาร 2% Brilliant green lactose bile broth (2% BGLB) ภายในหลอดทดลองที่มีหลอดดักก๊าซ

3.6 บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

3.7 นับจำนวนหลอดที่มีก๊าซในหลอดดักก๊าซของ 2% BGLB นำผลไปอ่านค่า MPN ค่าที่ได้เป็นค่า MPN ของ coliforms

**4. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณ *B. cereus* (cfu/g)**

4.1 ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม เติม dilution (peptone 1%) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยเครื่อง stomacher

4.2 เจือจางอาหาร 1:10 ด้วย dilution (peptone 1%) จนได้ความเจือจางที่ต้องการ

4.3 ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ความเจือจางต่างกันปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อที่มีอาหาร Mannital-egg yolk-polymyxin (MYP) agar โดยทำความเจือจางละ 2 จาน

4.4 ใช้แท่งแก้วรูปตัวแอลเกลี่ยตัวอย่างอาหารให้ทั่วจาน

4.5 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4.6 ตรวจนับโคโลนีของเชื้อที่มีลักษณะโคโลนีสีชมพู มี opaque zone รอบโคโลนี

4.7 นำโคโลนีดังกล่าวทดสอบยืนยันโดยดูปฏิกิริยา hemolytic activity test โดยจะพบการย่อยสลายเม็ดเลือดแดงบนอาหาร blood agar

4.8 นับจำนวนโคโลนีที่ให้ผลการทดสอบคำนวณหาปริมาณเชื้อ B. *cereus* ต่อกรัมของตัวอย่างอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**5. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณ *Staph. aureus* โดยวิธี Most Probable Number (MPN)**

5.1 ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม เติม dilution (peptone 1%) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยเครื่อง stomacher

5.2 เจือจางอาหาร 1:10 ด้วย dilution (peptone 1%) จนได้ความเจือจางที่ $10^{-2}$ และ $10^{-3}$

5.3 ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ความเจือจางต่างกันปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ 10% Nacl TSB ความเจือจางละ 3 หลอด

5.4 บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

5.5 ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อ (loop) streak บนอาหาร Baird-Parker medium (BP) ที่เติมไข่แดงปราศจากเชื้อ

5.6 บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

5.7 ดูลักษณะโคโลนีที่มีตะกอนขาวขุ่นรอบๆโคโลนี นำโคโลนีทดสอบการสร้างเอนไซม์ coagulase โดยใช้ rabbit plasma โคโลนีที่ให้ผลเป็นบวกคือทำให้ rabbit plasma จับตัวกันเป็นก้อนเนื่องจากเอนไซม์ coagulase

5.8 รายงานผลโคโลนีที่ให้ผลบวกเทียบกับตาราง MPN

**6. การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อ *C. perfringens* (พบหรือไม่พบในตัวอย่าง 0.1 กรัม)**

6.1 ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม เติม dilution (peptone 1%) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยเครื่อง stomacher

6.2 เจือจางอาหาร 1:10 ด้วย dilution (peptone 1%) จนได้ความเจือจางที่ต้องการ

6.3 ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่ความเจือจางต่างกันปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Cooked meat (CM) medium ความเจือจางละ 2 หลอด หยอด 2% agar ปิดทับผิวหน้าอาหาร

6.4 บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

6.5 ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อ (loop) จุ่มเชื้อจากก้นหลอด CM medium ถ่ายลงอาหาร Tryptose-sulfite-cycloserine (TSC) agar + egg yolk emulsion

6.6 บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ใน anaerobic jar

6.7 ตรวจนับโคโลนีของเชื้อที่มีสีดำและมีโซนขาวขุ่นรอบๆโคโลนี

6.8 นำโคโลนีที่ได้ทำการทดสอบยืนยัน โดยปฏิกิริยา nagler reaction test

6.9 รายงานผลการตรวจเชื้อว่าพบหรือไม่พบจากตัวอย่าง ตามระดับความเจือจางที่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**7. การตรวจวิเคราะห์หาเชื้อซัลโมเนลลา (พบหรือไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม)**

7.1 ชั่งตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ลงใน Trypticase soy broth (TSB) ปริมาตร 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันสม่ำเสมอ

6.4 บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

6.5 ใช้ปิเปตถ่ายเชื้อจากอาหาร TSB ลงหลอดทดลองที่มีอาหาร Tetrathionate broth (TTB) และ Iodine solution กับ หลอดที่มีอาหาร Selenite cystine broth (SCB) 9 มิลลิลิตร หลอดละ 1 มิลลิลิตร

6.4 บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

7.5 ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อ (loop) streak บนอาหาร Xylose-Lysine-Desoxycholate (XLD) agar

6.4 บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง

6.5 ดูลักษณะโคโลนีที่มีลักษณะสีชมพู มีจุดหรือไม่มีจุดสีดำในโคโลนี

6.6 นำไปทดสอบ ทาง Biochemical และ Serological เพื่อยืนยันผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข
# วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข
# วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

## 1. การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (AOAC, 2000)

1.1 สารเคมี

- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล
- โพแทสเซียมไฮโดรเจนพาพาธาเลท ($KHC_8H_4O_4$)
- สารละลายฟีนอฟทาลีน

1.2 การเตรียมสารละลาย

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 4.0 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่น (ที่ต้มจนเดือดเพื่อไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วทิ้งให้เย็น) ปรับปริมาตรจนครบ 1 ลิตร ได้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล

อบโพแทสเซียมไฮโดรเจนพาธาเลท ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส 1 วัน ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น นำมาชั่งด้วยเครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 0.30-0.35 กรัม เติมน้ำกลั่นเติมน้ำกลั่นที่ต้มจนเดือดเพื่อไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาตร 70 มิลลิลิตร หยดสารละลายฟีนอฟทาลีน 2-3 หยด แล้วไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จนเกิดสีชมพู คำนวณความเข้มข้นที่แน่นอนของโซเดียมไฮดรอกไซด์จากสูตร

$$N = \frac{\text{น้ำหนักกรัมของ } KHC_8H_4O_4 \times 1000}{\text{มิลลิลิตรของ NaOH} \times 204.22}$$

1.3 การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่าง

ปิเปตตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ที่มีน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตรหยดฟีนอฟทาลีน 2-3 หยด ไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จนเกิดสีชมพู คำนวณเปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมดจากสูตร

$$\text{Acidity} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{Equivalent wt. of acid} \times 100}{\text{Ml (or gram) sample} \times 1000}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2. การวิเคราะห์ปริมาณเกลือทั้งหมด ดัดแปลงจาก AOAC. (2000)**

2.1 สารเคมี

- สารละลายซิลเวอร์ไนเตรท ความเข้มข้น 0.1 โมล
- สารละลายโพแทสเซียมโครเมท 5 %

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณเกลือทั้งหมดในตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างปริมาณ 5 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ เติมน้ำจนได้ 100 กรัม หยดสารละลายโพแทสเซียมโครเมท 2-3 หยด ไทเทรตกับสารละลายซิลเวอร์ไนเทรทจนได้ตะกอนสีแดง บันทึกปริมาตรซิลเวอร์ไนเตรทที่ใช้ คำนวณปริมาณกรดทั้งหมดจากสูตร

$$NaCl\ (\%) = ml\ AgNO_3 \times M\ AgNO_3 \times 0.05844 \times 100/g\ test\ sample$$

**3. การวัดค่า pH**

3.1 ล้าง Electrode เครื่องวัดให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น
3.2 ทำการสอบเทียบเครื่องมือโดยใช้บัฟเฟอร์ pH 7 และ 4 ตามลำดับ
3.3 เทตัวอย่าง 50 กรัมใส่บีเกอร์ จุ่ม Electrode เพื่อวัดค่า pH
3.4 รอจนค่าที่วัดได้คงที่ บันทึกค่า pH ของผลิตภัณฑ์

**4. การหาปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (°Brix)**

4.1 หยดน้ำกลั่นลงบนปริซึมของ Hand refractometer ปรับให้ได้ค่าศูนย์ เช็ดให้สะอาด
4.2 ใช้แท่งแก้วจุ่มสารละลายตัวอย่างหยดลงบนปริซึมของ Hand refractometer
4.3 ค่อยๆปิดแผ่นใสลงบนปริซึม ให้สารละลายตัวอย่างกระจายให้ทั่วผิวปริซึม
4.4 ส่องดูสเกลในเครื่องปรับให้ชัดเจน อ่านค่าตรงรอยต่อระหว่างสีขาวและสีฟ้า
4.5 ล้างน้ำให้สะอาดเช็ดด้วยกระดาษทิชชูให้แห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ค

## วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ค
# วิธีวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

## 1. การวัดค่าสีด้วยเครื่อง Chroma meter, Minalta รุ่น CR-300

เตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ต้องการวัดโดยการกรองพริกบดและกระเทียมบดด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำตัวอย่างที่จะทดสอบปริมาตร 25 มิลลิลิตรโดยใช้กระบอกตวง เทตัวอย่างลงในจานเพาะเชื้อที่สะอาดพยายามไม่ให้เกิดฟองอากาศในตัวอย่าง ทำการวัดค่าสีด้วยเครื่อง Chroma meter, Minalta รุ่น CR-300 โดยนำหัววัดวัดที่ก้นจานเพาะเชื้อ 3 จุด นำค่าที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย

## 2. การวัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscometer (DV-III)

2.1 ปรับเครื่องให้ได้สมดุลโดยสังเกตจากลูกน้ำ

2.2 หัวเข็มเบอร์ 3 ปรับอัตราเร็ว 10 rpm

2.3 จุ่มหัวเข็มลงในผลิตภัณฑ์จนถึงระดับที่กำหนดไว้ เดินเครื่องเพื่อให้หัวเข็มหมุน

2.4 อ่านค่าที่ได้เมื่อเวลาผ่านไป 30 วินาที ค่าที่ได้เป็นความหนืดหน่วยเซ็นติพอยส์

2.5 ทำการวัดซ้ำอีกครั้ง

## 3. การวัด Water activity ด้วยเครื่อง Thermoconstanter รุ่น RS 232

3.1 อุ่นเครื่องวัดก่อนทำการวัดเป็นเวลาประมาณ 20 นาที

3.2 ปรับค่าของเครื่องให้ตรงกับอุณหภูมิที่ใช้วัด การทดลองนี้วัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ปรับค่าของเครื่องไปที่หมายเลข 190

3.3 คาลิเบรทเครื่องโดยเลือกใช้ตลับคาลิเบลทที่มีค่า $a_w$ ใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ต้องการวัด

3.4 ใส่ตัวอย่างลงในตลับพลาสติก โดยให้มีปริมาตรประมาณ 80-90% ของตลับตัวอย่าง

3.5 ใส่ตัวอย่างลงในเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 1 นาที

3.6 กดปุ่มสีฟ้าจนตัวเลขบนหน้าจอกระพริบและหยุดจึงปล่อยมือออก เครื่องจะทำการวัด

3.7 รอประมาณ 20 นาที(ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวอย่าง)หรือจนตัวเลขนิ่ง บนหน้าจอจะปรากฏลูกศรตรงค่าที่วัดได้ รอจนตัวเลขนิ่งประมาณ 2 นาที บันทึกค่าที่ได้นำไปใช้

3.8 ทำการวัดซ้ำอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ง

# แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัส

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ผลิตภัณฑ์ปรุงแต่งอาหารไทยที่มีความเป็นกรด

**คำแนะนำ** ทดสอบตัวอย่างและให้คะแนนการยอมรับของท่านต่อลักษณะผลิตภัณฑ์ โดยทำการทดสอบตัวอย่าง C ก่อน แล้วจึงทดสอบกับตัวอย่างที่เหลือ แล้วให้คะแนนเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่ทดสอบกับตัวอย่าง C โดยขีดเส้นตั้งฉากลงบนเส้นที่แสดงความแตกต่าง ตามความรู้สึกของผู้ทดสอบ

* สำหรับหัวข้อการยอมรับโดยรวมไม่ต้องทำการเปรียบเทียบกับตัวอย่าง C

**ก่อนกลูก**

สีของผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

กลิ่นของผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

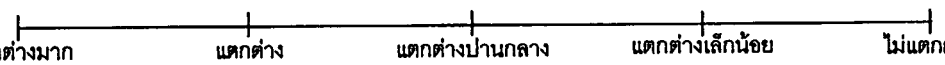
การยอมรับโดยรวม*

**หลังกลูก**

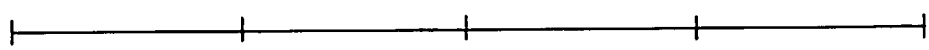
สีของผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

กลิ่นของผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

รสชาติโดยรวม




การยอมรับโดยรวม*




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

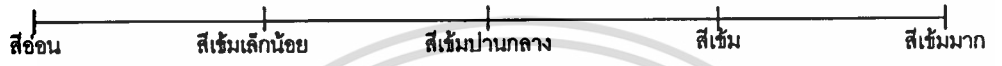
# แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัส

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

**ผลิตภัณฑ์ปรุงแต่งอาหารไทยที่มีความเป็นกรด**

**<u>คำแนะนำ</u> ทดสอบตัวอย่างและให้คะแนนต่อลักษณะผลิตภัณฑ์ โดยทำการทดสอบตัวอย่างที่ได้รับ แล้วให้คะแนนตัวอย่างที่ทดสอบตามหัวข้อ โดยขีดเส้นตั้งฉากลงบนเส้น ตามความรู้สึกของผู้ทดสอบพร้อมเขียนกำกับที่เส้นด้วยตัวอักษร P หลังจากนั้นให้ขีดเส้นตั้งฉากอีกเส้นหนึ่งตามลักษณะที่ผู้ทดสอบต้องการได้รับจากผลิตภัณฑ์พร้อมเขียนกำกับที่เส้นด้วยตัวอักษร I**

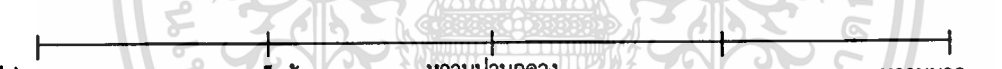
**สี**




**กลิ่นมะนาว**

**กลิ่นกระเทียม**

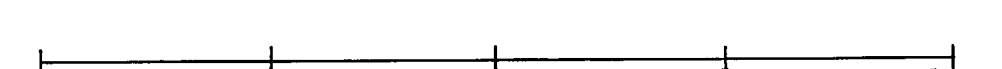
**รสหวาน**




**รสเค็ม**

**รสเปรี้ยว**

**รสเผ็ด**




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก จ

## ตารางการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก จ

## ตารางการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

**ตารางที่ จ1** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเตรียมพริกบดต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 4.56E+00 | 2.00 | 2.28E+00 | 2.59 | 0.15 |
| Intercept | 4.94E+02 | 1.00 | 4.94E+02 | 560.46 | 0.00 |
| treatment | 4.56E+00 | 2.00 | 2.28E+00 | 2.59 | 0.15 |
| Error | 5.29E+00 | 6.00 | 8.82E-01 | | |
| Total | 5.04E+02 | 9.00 | | | |
| Corrected Total | 9.85E+00 | 8.00 | | | |

**ตารางที่ จ2** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเตรียมพริกบดต่อปริมาณยีสต์และรา

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 5.20E+00 | 2.00 | 2.60E+00 | 0.64 | 0.56 |
| Intercept | 3.97E+02 | 1.00 | 3.97E+02 | 97.40 | 0.00 |
| TREAT | 5.20E+00 | 2.00 | 2.60E+00 | 0.64 | 0.56 |
| Error | 2.45E+01 | 6.00 | 4.08E+00 | | |
| Total | 4.27E+02 | 9.00 | | | |
| Corrected Total | 2.97E+01 | 8.00 | | | |

**ตารางที่ จ3** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเตรียมกระเทียมบดต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 1.47E+01 | 2.00 | 7.35E+00 | 30.19 | 0.00 |
| Intercept | 1.24E+02 | 1.00 | 1.24E+02 | 511.15 | 0.00 |
| treatment | 1.47E+01 | 2.00 | 7.35E+00 | 30.19 | 0.00 |
| Error | 1.46E+00 | 6.00 | 2.44E-01 | | |
| Total | 1.41E+02 | 9.00 | | | |
| Corrected Total | 1.62E+01 | 8.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ4** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเตรียมกระเทียมบดต่อปริมาณยีสต์และรา

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 9.67E+00 | 2.00 | 4.83E+00 | 29.98 | 0.00 |
| Intercept | 7.48E+01 | 1.00 | 7.48E+01 | 463.77 | 0.00 |
| treatment | 9.67E+00 | 2.00 | 4.83E+00 | 29.98 | 0.00 |
| Error | 9.67E-01 | 6.00 | 1.61E-01 | | |
| Total | 8.54E+01 | 9.00 | | | |
| Corrected Total | 1.06E+01 | 8.00 | | | |

**ตารางที่ จ5** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเตรียมน้ำมะขามเปียกต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 1.58E+00 | 1.00 | 1.58E+00 | 5929.00 | 0.00 |
| Intercept | 3.79E+01 | 1.00 | 3.79E+01 | 142129.00 | 0.00 |
| treatment | 1.58E+00 | 1.00 | 1.58E+00 | 5929.00 | 0.00 |
| Error | 1.07E-03 | 4.00 | 2.67E-04 | | |
| Total | 3.95E+01 | 6.00 | | | |
| Corrected Total | 1.58E+00 | 5.00 | | | |

**ตารางที่ จ6** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเตรียมน้ำมะขามเปียกต่อปริมาณยีสต์และรา

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 1.58E+00 | 1.00 | 1.58E+00 | 5929.00 | 0.00 |
| Intercept | 3.79E+01 | 1.00 | 3.79E+01 | 142129.00 | 0.00 |
| treatment | 1.58E+00 | 1.00 | 1.58E+00 | 5929.00 | 0.00 |
| Error | 1.07E-03 | 4.00 | 2.67E-04 | | |
| Total | 3.95E+01 | 6.00 | | | |
| Corrected Total | 1.58E+00 | 5.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ7** การวิเคราะห์ทางสถิติของผลของกระบวนการผลิตต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 3.34E+01 | 5.00 | 6.68E+00 | 57.71 | 0.00 |
| Intercept | 1.95E+02 | 1.00 | 1.95E+02 | 1680.07 | 0.00 |
| treatment | 3.34E+01 | 5.00 | 6.68E+00 | 57.71 | 0.00 |
| Error | 1.39E+00 | 12.00 | 1.16E-01 | | |
| Total | 2.29E+02 | 18.00 | | | |
| Corrected Total | 3.48E+01 | 17.00 | | | |

**ตารางที่ จ8** การวิเคราะห์ทางสถิติของผลของกระบวนการผลิตต่อปริมาณยีสต์และรา

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 1.72E+01 | 5.00 | 3.45E+00 | 190.65 | 0.00 |
| Intercept | 1.32E+02 | 1.00 | 1.32E+02 | 7313.25 | 0.00 |
| treatment | 1.72E+01 | 5.00 | 3.45E+00 | 190.65 | 0.00 |
| Error | 2.17E-01 | 12.00 | 1.81E-02 | | |
| Total | 1.50E+02 | 18.00 | | | |
| Corrected Total | 1.75E+01 | 17.00 | | | |

**ตารางที่ จ9** การวิเคราะห์ทางสถิติของผลของการให้ความร้อนต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 5.13E+00 | 4.00 | 1.28E+00 | 6.26 | 0.01 |
| Intercept | 5.79E+01 | 1.00 | 5.79E+01 | 282.41 | 0.00 |
| treatment | 5.13E+00 | 4.00 | 1.28E+00 | 6.26 | 0.01 |
| Error | 2.05E+00 | 10.00 | 2.05E-01 | | |
| Total | 6.51E+01 | 15.00 | | | |
| Corrected Total | 7.18E+00 | 14.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ10** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 5.01E-01 | 6.00 | 8.35E-02 | 2.06 | 0.12 |
| Intercept | 2.11E+02 | 1.00 | 2.11E+02 | 5207.82 | 0.00 |
| time | 5.01E-01 | 6.00 | 8.35E-02 | 2.06 | 0.12 |
| Error | 5.67E-01 | 14.00 | 4.05E-02 | | |
| Total | 2.12E+02 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 1.07E+00 | 20.00 | | | |

**ตารางที่ จ11** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณกรดทั้งหมดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 8.58E-01 | 6.00 | 1.43E-01 | 2.43 | 0.08 |
| Intercept | 2.08E+02 | 1.00 | 2.08E+02 | 3531.27 | 0.00 |
| time | 8.58E-01 | 6.00 | 1.43E-01 | 2.43 | 0.08 |
| Error | 8.23E-01 | 14.00 | 5.88E-02 | | |
| Total | 2.09E+02 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 1.68E+00 | 20.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ12** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 2.52E-02 | 6.00 | 4.20E-03 | 1.99 | 0.14 |
| Intercept | 2.40E+02 | 1.00 | 2.40E+02 | 113856.44 | 0.00 |
| time | 2.52E-02 | 6.00 | 4.20E-03 | 1.99 | 0.14 |
| Error | 2.95E-02 | 14.00 | 2.11E-03 | | |
| Total | 2.40E+02 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 5.47E-02 | 20.00 | | | |

**ตารางที่ จ13** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 7.56E-02 | 6.00 | 1.26E-02 | 2.79 | 0.05 |
| Intercept | 2.45E+02 | 1.00 | 2.45E+02 | 54380.17 | 0.00 |
| time | 7.56E-02 | 6.00 | 1.26E-02 | 2.79 | 0.05 |
| Error | 6.32E-02 | 14.00 | 4.51E-03 | | |
| Total | 2.46E+02 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 1.39E-01 | 20.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ14** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเกลือทั้งหมดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 3.19E+00 | 6.00 | 5.32E-01 | 1.39 | 0.29 |
| Intercept | 8.97E+02 | 1.00 | 8.97E+02 | 2342.72 | 0.00 |
| time | 3.19E+00 | 6.00 | 5.32E-01 | 1.39 | 0.29 |
| Error | 5.36E+00 | 14.00 | 3.83E-01 | | |
| Total | 9.06E+02 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 8.56E+00 | 20.00 | | | |

**ตารางที่ จ15** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเกลือทั้งหมดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 8.95E-01 | 6.00 | 1.49E-01 | 1.93 | 0.15 |
| Intercept | 9.74E+02 | 1.00 | 9.74E+02 | 12604.17 | 0.00 |
| time | 8.95E-01 | 6.00 | 1.49E-01 | 1.93 | 0.15 |
| Error | 1.08E+00 | 14.00 | 7.73E-02 | | |
| Total | 9.76E+02 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 1.98E+00 | 20.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ16** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 2.31E+00 | 6.00 | 3.85E-01 | 0.38 | 0.88 |
| Intercept | 6.73E+04 | 1.00 | 6.73E+04 | 67263.44 | 0.00 |
| time | 2.31E+00 | 6.00 | 3.85E-01 | 0.38 | 0.88 |
| Error | 1.40E+01 | 14.00 | 1.00E+00 | | |
| Total | 6.73E+04 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 1.63E+01 | 20.00 | | | |

**ตารางที่ จ17** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 3.26E+00 | 6.00 | 5.43E-01 | 0.69 | 0.66 |
| Intercept | 6.71E+04 | 1.00 | 6.71E+04 | 85156.85 | 0.00 |
| time | 3.26E+00 | 6.00 | 5.43E-01 | 0.69 | 0.66 |
| Error | 1.10E+01 | 14.00 | 7.88E-01 | | |
| Total | 6.71E+04 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 1.43E+01 | 20.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ18** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 2.99E-03 | 6.00 | 4.98E-04 | 8.10 | 0.00 |
| Intercept | 1.48E+01 | 1.00 | 1.48E+01 | 239834.06 | 0.00 |
| WEEK | 2.99E-03 | 6.00 | 4.98E-04 | 8.10 | 0.00 |
| Error | 8.61E-04 | 14.00 | 6.15E-05 | | |
| Total | 1.48E+01 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 3.85E-03 | 20.00 | | | |

**ตารางที่ จ19** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 6.05E-04 | 6.00 | 1.01E-04 | 1.38 | 0.29 |
| Intercept | 1.52E+01 | 1.00 | 1.52E+01 | 206939.39 | 0.00 |
| WEEK | 6.05E-04 | 6.00 | 1.01E-04 | 1.38 | 0.29 |
| Error | 1.03E-03 | 14.00 | 7.33E-05 | | |
| Total | 1.52E+01 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 1.63E-03 | 20.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ20** ค่า $a_w$ ของผลิตภัณฑ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 สัปดาห์

| | $a_w$ | |
|---|---|---|
| | อุณหภูมิ (°C) | |
| สัปดาห์ | Ambient* | 5°C |
| 0 | 0.86[a]±0.00 | 0.85±0.01 |
| 2 | 0.85[a]±0.01 | 0.86±0.02 |
| 4 | 0.85[a]±0.01 | 0.86±0.00 |
| 6 | 0.84[ab]±0.00 | 0.85±0.00 |
| 8 | 0.83[bc]±0.01 | 0.84±0.00 |
| 10 | 0.82[c]±0.01 | 0.85±0.01 |
| 12 | 0.82[c]±0.01 | 0.84±0.01 |

* อุณหภูมิประมาณ 25-30 องศาเซลเซียส

**ตารางที่ จ21** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของความหนืดในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง(25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 1.32E+07 | 6.00 | 2.20E+06 | 1.92 | 0.15 |
| Intercept | 1.41E+08 | 1.00 | 1.41E+08 | 122.56 | 0.00 |
| time | 1.32E+07 | 6.00 | 2.20E+06 | 1.92 | 0.15 |
| Error | 1.61E+07 | 14.00 | 1.15E+06 | | |
| Total | 1.70E+08 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 2.93E+07 | 20.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ24** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของค่าความมืด-สว่างในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 9.71E+00 | 6.00 | 1.62E+00 | 1.66 | 0.20 |
| Intercept | 1.94E+04 | 1.00 | 1.94E+04 | 19864.14 | 0.00 |
| WEEK | 9.71E+00 | 6.00 | 1.62E+00 | 1.66 | 0.20 |
| Error | 1.37E+01 | 14.00 | 9.76E-01 | | |
| Total | 1.94E+04 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 2.34E+01 | 20.00 | | | |

**ตารางที่ จ25** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของค่าสีแดง-เขียวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 2.44E+00 | 6.00 | 4.07E-01 | 1.21 | 0.36 |
| Intercept | 6.39E+02 | 1.00 | 6.39E+02 | 1905.07 | 0.00 |
| WEEK | 2.44E+00 | 6.00 | 4.07E-01 | 1.21 | 0.36 |
| Error | 4.70E+00 | 14.00 | 3.35E-01 | | |
| Total | 6.46E+02 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 7.14E+00 | 20.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ26** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของค่าสีแดง-เขียวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 7.87E-01 | 6.00 | 1.31E-01 | 0.25 | 0.95 |
| Intercept | 5.80E+02 | 1.00 | 5.80E+02 | 1103.96 | 0.00 |
| WEEK | 7.87E-01 | 6.00 | 1.31E-01 | 0.25 | 0.95 |
| Error | 7.36E+00 | 14.00 | 5.26E-01 | | |
| Total | 5.89E+02 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 8.15E+00 | 20.00 | | | |

**ตารางที่ จ27** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของค่าสีเหลือง-น้ำเงินในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 1.58E+01 | 6.00 | 2.63E+00 | 2.06 | 0.12 |
| Intercept | 2.77E+03 | 1.00 | 2.77E+03 | 2179.90 | 0.00 |
| WEEK | 1.58E+01 | 6.00 | 2.63E+00 | 2.06 | 0.12 |
| Error | 1.78E+01 | 14.00 | 1.27E+00 | | |
| Total | 2.81E+03 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 3.36E+01 | 20.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ28** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของค่าสีเหลือง-น้ำเงินในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 8.88E+00 | 6.00 | 1.48E+00 | 0.93 | 0.50 |
| Intercept | 2.97E+03 | 1.00 | 2.97E+03 | 1861.48 | 0.00 |
| WEEK | 8.88E+00 | 6.00 | 1.48E+00 | 0.93 | 0.50 |
| Error | 2.23E+01 | 14.00 | 1.60E+00 | | |
| Total | 3.00E+03 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 3.12E+01 | 20.00 | | | |

**ตารางที่ จ29** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของค่าความมืด-สว่างของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการกรองพริกและกระเทียมออกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 5.54E-01 | 6.00 | 9.24E-02 | 1.61 | 0.22 |
| Intercept | 1.57E+04 | 1.00 | 1.57E+04 | 273596.86 | 0.00 |
| WEEK | 5.54E-01 | 6.00 | 9.24E-02 | 1.61 | 0.22 |
| Error | 8.01E-01 | 14.00 | 5.72E-02 | | |
| Total | 1.57E+04 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 1.36E+00 | 20.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ30** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของค่าความมืด-สว่างของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการกรองพริกและกระเทียมออกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 3.19E-02 | 6.00 | 5.32E-03 | 0.08 | 1.00 |
| Intercept | 1.59E+04 | 1.00 | 1.59E+04 | 226486.15 | 0.00 |
| WEEK | 3.19E-02 | 6.00 | 5.32E-03 | 0.08 | 1.00 |
| Error | 9.84E-01 | 14.00 | 7.03E-02 | | |
| Total | 1.59E+04 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 1.02E+00 | 20.00 | | | |

**ตารางที่ จ31** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของค่าสีแดง-เขียว ของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการกรองพริกและกระเทียมออกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 6.57E-01 | 6.00 | 1.09E-01 | 0.43 | 0.85 |
| Intercept | 2.47E+02 | 1.00 | 2.47E+02 | 966.47 | 0.00 |
| WEEK | 6.57E-01 | 6.00 | 1.09E-01 | 0.43 | 0.85 |
| Error | 3.58E+00 | 14.00 | 2.56E-01 | | |
| Total | 2.52E+02 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 4.24E+00 | 20.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ32** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของค่าสีแดง-เขียวของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการกรองพริกและกระเทียมออกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 2.59E-01 | 6.00 | 4.32E-02 | 0.20 | 0.97 |
| Intercept | 2.28E+02 | 1.00 | 2.28E+02 | 1059.04 | 0.00 |
| WEEK | 2.59E-01 | 6.00 | 4.32E-02 | 0.20 | 0.97 |
| Error | 3.02E+00 | 14.00 | 2.16E-01 | | |
| Total | 2.32E+02 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 3.28E+00 | 20.00 | | | |

**ตารางที่ จ33** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของค่าสีเหลือง-น้ำเงินของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการกรองพริกและกระเทียมออกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 5.62E-01 | 6.00 | 9.37E-02 | 0.66 | 0.68 |
| Intercept | 1.37E+03 | 1.00 | 1.37E+03 | 9729.41 | 0.00 |
| WEEK | 5.62E-01 | 6.00 | 9.37E-02 | 0.66 | 0.68 |
| Error | 1.97E+00 | 14.00 | 1.41E-01 | | |
| Total | 1.37E+03 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 2.54E+00 | 20.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ34** การวิเคราะห์ทางสถิติของการเปลี่ยนแปลงของค่าสีเหลือง-น้ำเงินของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการกรองพริกและกระเทียมออกในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 9.24E-01 | 6.00 | 1.54E-01 | 0.77 | 0.61 |
| Intercept | 1.44E+03 | 1.00 | 1.44E+03 | 7182.63 | 0.00 |
| WEEK | 9.24E-01 | 6.00 | 1.54E-01 | 0.77 | 0.61 |
| Error | 2.80E+00 | 14.00 | 2.00E-01 | | |
| Total | 1.44E+03 | 21.00 | | | |
| Corrected Total | 3.73E+00 | 20.00 | | | |

**ตารางที่ จ35** การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสีของผลิตภัณฑ์ก่อนผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 6.70E+01 | 18.00 | 3.72E+00 | 4.41 | 0.00 |
| Intercept | 2.25E+03 | 1.00 | 2.25E+03 | 2674.67 | 0.00 |
| WEEK | 5.62E+01 | 6.00 | 9.36E+00 | 11.11 | 0.00 |
| BLOCK | 8.60E+00 | 12.00 | 7.16E-01 | 0.85 | 0.60 |
| Error | 1.91E+02 | 226.00 | 8.43E-01 | | |
| Total | 2.96E+03 | 245.00 | | | |
| Corrected Total | 2.57E+02 | 244.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ36** การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสีของผลิตภัณฑ์ก่อนผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 2.51E+01 | 18.00 | 1.39E+00 | 1.99 | 0.01 |
| Intercept | 2.85E+03 | 1.00 | 2.85E+03 | 4064.65 | 0.00 |
| WEEK | 1.62E+01 | 6.00 | 2.69E+00 | 3.85 | 0.00 |
| BLOCK | 8.60E+00 | 12.00 | 7.16E-01 | 1.02 | 0.43 |
| Error | 1.58E+02 | 226.00 | 7.00E-01 | | |
| Total | 3.60E+03 | 245.00 | | | |
| Corrected Total | 1.83E+02 | 244.00 | | | |

**ตารางที่ จ37** การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ก่อนผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 2.94E+01 | 18.00 | 1.63E+00 | 1.70 | 0.04 |
| Intercept | 2.09E+03 | 1.00 | 2.09E+03 | 2175.36 | 0.00 |
| WEEK | 1.24E+01 | 6.00 | 2.07E+00 | 2.16 | 0.05 |
| BLOCK | 1.63E+01 | 12.00 | 1.36E+00 | 1.41 | 0.16 |
| Error | 2.17E+02 | 226.00 | 9.60E-01 | | |
| Total | 2.72E+03 | 245.00 | | | |
| Corrected Total | 2.46E+02 | 244.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ38** การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ก่อนผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 2.78E+01 | 18.00 | 1.55E+00 | 1.77 | 0.03 |
| Intercept | 2.66E+03 | 1.00 | 2.66E+03 | 3033.98 | 0.00 |
| WEEK | 1.33E+01 | 6.00 | 2.21E+00 | 2.52 | 0.02 |
| BLOCK | 1.44E+01 | 12.00 | 1.20E+00 | 1.37 | 0.18 |
| Error | 1.98E+02 | 226.00 | 8.76E-01 | | |
| Total | 3.40E+03 | 245.00 | | | |
| Corrected Total | 2.26E+02 | 244.00 | | | |

**ตารางที่ จ39** การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ก่อนผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 1.70E+01 | 18.00 | 9.43E-01 | 1.48 | 0.10 |
| Intercept | 2.39E+03 | 1.00 | 2.39E+03 | 3736.15 | 0.00 |
| WEEK | 1.09E+01 | 6.00 | 1.82E+00 | 2.84 | 0.01 |
| BLOCK | 5.71E+00 | 12.00 | 4.75E-01 | 0.74 | 0.71 |
| Error | 1.44E+02 | 226.00 | 6.39E-01 | | |
| Total | 2.99E+03 | 245.00 | | | |
| Corrected Total | 1.61E+02 | 244.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ40** การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ก่อนผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 7.42E+00 | 18.00 | 4.12E-01 | 0.69 | 0.82 |
| Intercept | 2.85E+03 | 1.00 | 2.85E+03 | 4739.42 | 0.00 |
| WEEK | 3.49E+00 | 6.00 | 5.82E-01 | 0.97 | 0.45 |
| BLOCK | 3.86E+00 | 12.00 | 3.22E-01 | 0.53 | 0.89 |
| Error | 1.36E+02 | 226.00 | 6.02E-01 | | |
| Total | 3.54E+03 | 245.00 | | | |
| Corrected Total | 1.43E+02 | 244.00 | | | |

**ตารางที่ จ41** การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสีของผลิตภัณฑ์หลังผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 3.43E+01 | 18.00 | 1.91E+00 | 2.57 | 0.00 |
| Intercept | 2.97E+03 | 1.00 | 2.97E+03 | 3992.20 | 0.00 |
| WEEK | 2.11E+01 | 6.00 | 3.52E+00 | 4.73 | 0.00 |
| BLOCK | 1.25E+01 | 12.00 | 1.04E+00 | 1.40 | 0.17 |
| Error | 1.68E+02 | 226.00 | 7.44E-01 | | |
| Total | 3.72E+03 | 245.00 | | | |
| Corrected Total | 2.02E+02 | 244.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ42** การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านสีของผลิตภัณฑ์หลังผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 1.81E+01 | 18.00 | 1.00E+00 | 1.66 | 0.05 |
| Intercept | 3.29E+03 | 1.00 | 3.29E+03 | 5450.66 | 0.00 |
| WEEK | 7.34E+00 | 6.00 | 1.22E+00 | 2.03 | 0.06 |
| BLOCK | 1.03E+01 | 12.00 | 8.61E-01 | 1.42 | 0.16 |
| Error | 1.37E+02 | 226.00 | 6.04E-01 | | |
| Total | 4.08E+03 | 245.00 | | | |
| Corrected Total | 1.55E+02 | 244.00 | | | |

**ตารางที่ จ43** การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์หลังผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 4.33E+01 | 18.00 | 2.40E+00 | 3.04 | 0.00 |
| Intercept | 2.38E+03 | 1.00 | 2.38E+03 | 3018.10 | 0.00 |
| WEEK | 2.51E+01 | 6.00 | 4.18E+00 | 5.29 | 0.00 |
| BLOCK | 1.79E+01 | 12.00 | 1.49E+00 | 1.89 | 0.04 |
| Error | 1.79E+02 | 226.00 | 7.90E-01 | | |
| Total | 3.07E+03 | 245.00 | | | |
| Corrected Total | 2.22E+02 | 244.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ44** การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์หลังผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 2.45E+01 | 18.00 | 1.36E+00 | 2.11 | 0.01 |
| Intercept | 2.77E+03 | 1.00 | 2.77E+03 | 4294.44 | 0.00 |
| WEEK | 1.11E+01 | 6.00 | 1.85E+00 | 2.87 | 0.01 |
| BLOCK | 1.31E+01 | 12.00 | 1.09E+00 | 1.70 | 0.07 |
| Error | 1.46E+02 | 226.00 | 6.45E-01 | | |
| Total | 3.50E+03 | 245.00 | | | |
| Corrected Total | 1.70E+02 | 244.00 | | | |

**ตารางที่ จ45** การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์หลังผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 2.01E+01 | 18.00 | 1.12E+00 | 1.46 | 0.11 |
| Intercept | 2.46E+03 | 1.00 | 2.46E+03 | 3211.68 | 0.00 |
| WEEK | 1.11E+01 | 6.00 | 1.86E+00 | 2.42 | 0.03 |
| BLOCK | 8.96E+00 | 12.00 | 7.47E-01 | 0.98 | 0.47 |
| Error | 1.73E+02 | 226.00 | 7.66E-01 | | |
| Total | 3.13E+03 | 245.00 | | | |
| Corrected Total | 1.93E+02 | 244.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ46** การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์หลังผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 1.03E+01 | 18.00 | 5.73E-01 | 1.01 | 0.44 |
| Intercept | 3.03E+03 | 1.00 | 3.03E+03 | 5368.49 | 0.00 |
| WEEK | 2.04E+00 | 6.00 | 3.40E-01 | 0.60 | 0.73 |
| BLOCK | 8.28E+00 | 12.00 | 6.90E-01 | 1.22 | 0.27 |
| Error | 1.28E+02 | 226.00 | 5.65E-01 | | |
| Total | 3.75E+03 | 245.00 | | | |
| Corrected Total | 1.38E+02 | 244.00 | | | |

**ตารางที่ จ47** การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์หลังผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส)

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 3.04E+01 | 18.00 | 1.69E+00 | 3.02 | 0.00 |
| Intercept | 2.57E+03 | 1.00 | 2.57E+03 | 4608.13 | 0.00 |
| WEEK | 1.58E+01 | 6.00 | 2.64E+00 | 4.73 | 0.00 |
| BLOCK | 1.48E+01 | 12.00 | 1.23E+00 | 2.21 | 0.01 |
| Error | 1.26E+02 | 226.00 | 5.59E-01 | | |
| Total | 3.26E+03 | 245.00 | | | |
| Corrected Total | 1.57E+02 | 244.00 | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ จ48** การวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์หลังผสมกับมะละกอดิบขูดเส้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

| Source | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Corrected Model | 1.39E+01 | 18.00 | 7.71E-01 | 1.75 | 0.03 |
| Intercept | 3.06E+03 | 1.00 | 3.06E+03 | 6959.74 | 0.00 |
| WEEK | 4.97E+00 | 6.00 | 8.28E-01 | 1.88 | 0.08 |
| BLOCK | 8.62E+00 | 12.00 | 7.18E-01 | 1.63 | 0.08 |
| Error | 9.94E+01 | 226.00 | 4.40E-01 | | |
| Total | 3.76E+03 | 245.00 | | | |
| Corrected Total | 1.13E+02 | 244.00 | | | |

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

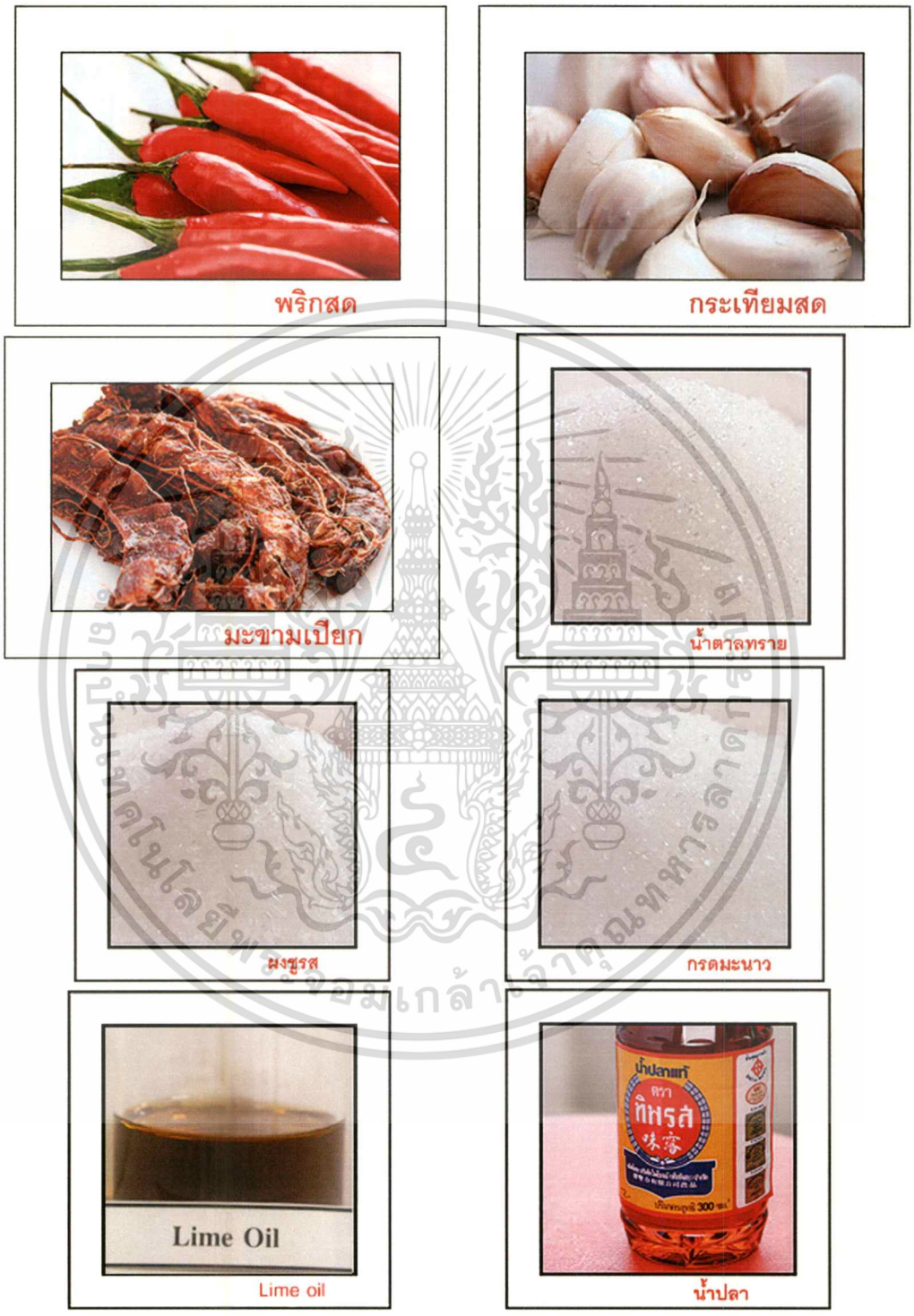
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ฉ
# ภาพวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ฉ

## ภาพวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์




**ภาพที่ฉ1** วัตถุดิบที่ใช้ในการผสมส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพที่ฉ2** ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ส่วนผสมปรุงแต่งอาหารไทยกับมะละกอดิบขูดเส้นเพื่อใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

**ภาพที่ฉ3** ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์

**ภาพที่ฉ4** ผลิตภัณฑ์นำไปคลุกกับส่วนประกอบอื่นๆ พร้อมรับประทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

นายกรกฎ ขยันการนาวี เกิดวันที่ 10 กรกฎาคม พ.ศ. 2521 ที่จังหวัดชัยนาท สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาอุตสาหกรรมเกษตร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในปีการศึกษา 2543 สำเร็จการศึกษาระดับวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสุขาภิบาลอาหารจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในปีการศึกษา 2548




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้