

การใช้สารสีโมแนสคัส (อังคัก) ทดแทนไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก  
รมควันและกุนเชียง

USE OF *MONASCUS* PIGMENT (ANGKAK) AS AN ALTERNATIVE TO  
NITRITE IN SMOKED SAUSAGE AND CHINESE SAUSAGE



สุภาวดี อินทร์เขียว  
SUPAWADEE INKIOE

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 44070  
วัน, เดือน, ปี..... 25 ต.ค. 2545

.b..... i.....
-------------------

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2545

ISBN 974-648-808-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**USE OF *MONASCUS* PIGMENT (ANGKAK) AS AN ALTERNATIVE TO  
NITRITE IN SMOKED SAUSAGE AND CHINESE SAUSAGE**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN FOOD SCIENCE  
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2002**

**ISBN 974-648-808-2**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2002**

**SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้สารสีโมเนสคัส ( อังกัก ) ทดแทนไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก รมควันและกุนเชียง
นักศึกษา	นางสาวสุภาวดี อินทร์เขียว
รหัสประจำตัว	43066011
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การอาหาร
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร.พอใจ                      ถามากร

### บทคัดย่อ

การใช้สารสีโมเนสคัส หรือ ข้าวแดง หรือ อังกักทดแทนไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก รมควันและกุนเชียงที่ระดับร้อยละ 0.25 0.50 0.75 และ 1.00 ของน้ำหนักเนื้อ โดยทดสอบการ ประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์สุตรควบคุมที่ใช้ไนโตรเจน พบว่าการ ใช้อังกักหรือข้าวแดงร้อยละ 0.50 ของน้ำหนักเนื้อในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน และกุนเชียงได้ รับคะแนนความชอบในทุกด้านมากที่สุด การใช้ข้าวแดงทดแทนไนโตรเจนไม่มีผลทำให้กลิ่น และ รสชาติของผลิตภัณฑ์แตกต่างจากสุตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ( $P \leq 0.05$ ) และเมื่อนำไปวัดค่าสี สุตรควบคุมของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิดจะมีค่าความสว่าง (L) มากที่สุด และ ค่าสีแดง (a) น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวแดง ปริมาณข้าวแดงที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีแดงคล้ำ จึงทำให้มีค่าความสว่าง (L) ลดลง และมีค่าสีแดง (a) เพิ่มขึ้น โดยมีแนวโน้มเหมือนกันทั้งใน 2 ผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ พบว่าไส้กรอกรมควันสุตรที่ใช้ข้าวแดงทด แทนไนโตรเจนจะมีแนวโน้มในการเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าสุตรควบคุม และในวันที่ 24 ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันสุตรควบคุมและทดแทนด้วยข้าวแดงร้อยละ 0.50 จึงเกิดการเสื่อม เสี่ยง ส่วนในผลิตภัณฑ์กุนเชียงพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์สุตรควบคุมและผลิตภัณฑ์ ที่ใช้ข้าวแดงทดแทนไนโตรเจนจะมีแนวโน้มของการเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์เหมือนกัน และเมื่อ ศึกษาความคงตัวของสารสีพบว่า ผลิตภัณฑ์สุตรควบคุมและผลิตภัณฑ์สุตรที่ใช้ข้าวแดงทดแทน ไนโตรเจน ทั้งในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันและกุนเชียง จะมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่าสี เหมือนกันเมื่อเก็บในภาชนะบรรจุชนิดเดียวกันและสภาวะการเก็บเดียวกัน โดยพบว่าการบรรจุใน ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์แบบสุญญากาศ และเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น สารสีจะมีความคงตัวมากที่สุด

<b>Thesis Title</b>	Use of <i>Monascus</i> pigment ( Angkak) as an Alternative to Nitrite in Smoked Sausage and Chinese Sausage
<b>Student</b>	Miss Supawadee Inkioe
<b>Student ID</b>	43066011
<b>Degree</b>	Master of Science
<b>Programme</b>	Food Science
<b>Year</b>	2002
<b>Thesis Advisor</b>	Dr.Porjai Thamakorn

### ABSTRACT

The substitution of monascus pigment or red rice or Angkak to nitrite in smoked sausage and chinese sausage was studied. Amount of Angkak ; 0.25%, 0.50%, 0.75%, 1.00% of meat weight were used in both products. Samples were assessed by sensory panels and compared with nitrite used control products. The results found both of the smoked sausage and chinese sausage with 0.50 % Angkak obtained the highest acceptability score in all characteristics. There are no significant difference in odor and taste from control products ( $P \leq 0.05$ ). For color measuring, it is revealed that control samples of the two products had the highest L value and the lowest a value, whereas the higher content of Angkak resulted in decreasing L value and increasing a value in both products. For study on products shelflife, it was found that smoked sausage with 0.50% Angkak had more increasing number of microorganism than control product and the shelflife of both samples were 24 days. Whereas, the increasing number of microorganism of chinese sausage with 0.50 % Angkak and control sample were similar. For study on color stability during storage, it was found that control sample and sample with 0.50 % Angkak of both products had similar stability trend when stored in same packaging and condition. The samples kept in vacuum aluminiumfoil bags, chilled temperature of both products had the most stable color.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก คร.พอใจ ถามาทรที่ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ ตลอดจนกรุณาให้ความรู้ ข้อคิดเห็นและคำแนะนำอันมีค่า และเป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้าตลอดมาในการทำวิจัย ตลอดจนช่วยตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบของพระคุณ ผศ.ดร.ประภาภรณ์ ขอไพบุลย์ และคร.บุญเทียม พันธุ์เพ็ง ที่ได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมงานวิจัยบางส่วนจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสาทความรู้ให้แก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาของการเรียนจนกระทั่งข้าพเจ้ามีโอกาสประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ นิกร ประจง คุณสุรินทร์ กุระ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือในการผลิตสัตว์กรอกรมควนเป็นอย่างดี ตลอดจนขอบพระคุณเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท และนักวิทยาศาสตร์ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณบริษัท กริฟฟิท์ ที เอ็น เอฟ จำกัด ที่อนุเคราะห์ให้ข้าวแดงในการทำวิจัย สุดท้ายนี้ขอรำลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอบแต่ครูบาอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน หากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

สุภาวดี อินทร์เขียว

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของวิทยานิพนธ์.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ลักษณะรูปร่างของเชื่อกาโมเนตคัส.....	3
2.2 สายพันธุ์ของเชื่อกาโมเนตคัส.....	5
2.3 การผลิตข้าวแดง.....	7
2.4 สารสีจากเชื่อกาโมเนตคัส.....	12
2.5 การสังเคราะห์สารสีจากเชื่อกาโมเนตคัส.....	14
2.6 การแยกสารสีโมเนตคัส.....	17
2.7 ความคงตัวของสารสีโมเนตคัส.....	19
2.8 การใช้ประโยชน์.....	21
2.9 ความปลอดภัยของสารสีโมเนตคัส.....	23
2.10 อันตรายของไนเตรตและไนไตรท์.....	24
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	26
3.1 วัตถุประสงค์ และสารเคมี.....	26
3.2 อุปกรณ์.....	26
3.3 สถานที่ดำเนินการ.....	27

# สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 วิธีการทดลอง.....	28
<b>บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง</b>	
4.1 การใช้ข้าวแดงทดแทนไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน.....	35
4.2 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน.....	40
4.3 การใช้ข้าวแดงทดแทนไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์กุนเชียง.....	60
4.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กุนเชียง.....	64
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย.....</b>	<b>85</b>
ข้อเสนอแนะ.....	86
บรรณานุกรม.....	87
ภาคผนวก.....	90
ประวัติผู้เขียน.....	126

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สายพันธุ์ต่าง ๆ ของเชื้อราโมแนสคัส.....	5
2.2 กิจกรรมเอนไซม์ที่แตกต่างกันในเชื้อราโมแนสคัสสายพันธุ์ต่าง ๆ.....	6
2.3 ความสัมพันธ์ของการแบ่งกลุ่มการสร้างเอนไซม์โปรตีนเอสแบบต่าง ๆ ของเชื้อราสกุลโมแนสคัสสายพันธุ์ต่าง ๆ.....	7
2.4 สมบัติของสารสีโมแนสคัส.....	19
2.5 คุณสมบัติของสารสีโมแนสคัส และความคงตัวของสารสีในสภาวะต่าง ๆ.....	20
2.6 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณแร่ธาตุและวิตามินใน ข้าวสารพันธุ์ขาวมะลิและข้าวแดงที่ผลิตได้.....	21
2.7 เปรอร์เซ็นต์การฟักตัวของไขไก่ เมื่อฉีดด้วยน้ำสีเหลือง และน้ำสีแดง จาก <i>M. barkeri</i> และ <i>M. kaoliang</i> ตามลำดับ.....	24
3.1 สูตรควบคุมของไส้กรอกรมควัน.....	29
3.2 สูตรควบคุมของกุนเชียง.....	32
4.1 ค่า $L a b H$ และ $\Delta E$ ของสีภายในของไส้กรอกรมควันสูตรควบคุม กับไส้กรอกรมควันที่ใช้ข้าวแดงในระดับต่าง ๆ กัน.....	36
4.2 ค่า $L a b H$ และ $\Delta E$ ของสีภายนอกของไส้กรอกรมควันสูตรควบคุม กับไส้กรอกรมควันที่ใช้ข้าวแดงในระดับต่าง ๆ กัน.....	37
4.3 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกรมควัน.....	40
4.4 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน บรรจุในสภาวะ บรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ( $\log$ โคนีต่อกรัม).....	43
4.5 ปริมาณเอนแอโรบิกแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ( $\log$ โคนีต่อกรัม).....	44
4.6 ค่า $L a b H$ และ $\Delta E$ ของสีภายในของกุนเชียงสูตรควบคุม กับกุนเชียงที่ใช้ข้าวแดงในระดับต่าง ๆ กัน.....	60
4.7 ค่า $L a b H$ และ $\Delta E$ ของสีภายนอกของกุนเชียงสูตรควบคุม กับกุนเชียงที่ใช้ข้าวแดงในระดับต่าง ๆ กัน.....	61
4.8 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบในด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกุนเชียง.....	64

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.9 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส (log โคลิฟอร์มต่อกรัม).....	68
4.10 ปริมาณแอนแอโรบิกแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส (log โคลิฟอร์มต่อกรัม).....	69
ก1 ความชื้นและคุณสมบัติทางด้านสีของข้าวแดงที่ใช้ในการทดลอง.....	91
ก2 การกระจายตัวของขนาดอนุภาคของข้าวแดงที่ใช้ในการทดลอง.....	91
ง1 ค่า Water Activity ( $a_w$ ) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	96
ง2 ความชื้นของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	97
ง3 ค่า L ภายในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	98
ง4 ค่า L ภายนอกของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	99
ง5 ค่า a ภายในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	100
ง6 ค่า a ภายนอกของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	101
ง7 ค่า b ภายในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	102
ง8 ค่า b ภายนอกของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	103
ง9 ค่า H ภายในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	104
ง10 ค่า H ภายนอกของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	105
ง11 ค่า $\Delta E$ ภายในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ง12 ค่า $\Delta E$ ภายนอกของผลิตภัณฑ์ไส้กรองกรมควันเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	107
ง13 ค่า Water Activity ( $a_w$ ) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเก็บรักษา ที่สภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	108
ง14 ความชื้นของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเก็บรักษาที่สภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	109
ง15 ค่า L ภายในของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเก็บรักษา ที่สภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	110
ง16 ค่า L ภายนอกของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเก็บรักษา ที่สภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	111
ง17 ค่า a ภายในของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเก็บรักษา ที่สภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	112
ง18 ค่า a ภายนอกของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเก็บรักษา ที่สภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	113
ง19 ค่า b ภายในของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเก็บรักษา ที่สภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	114
ง20 ค่า b ภายนอกของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเก็บรักษา ที่สภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	115
ง21 ค่า H ภายในของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเก็บรักษา ที่สภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	116
ง22 ค่า H ภายนอกของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเก็บรักษา ที่สภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	117
ง23 ค่า $\Delta E$ ภายในของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเก็บรักษา ที่สภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	118
ง24 ค่า $\Delta E$ ภายนอกของผลิตภัณฑ์กุนเชียงเก็บรักษา ที่สภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	119
จ1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์ไส้กรองกรมควันสุตรควบคุมเก็บ รักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	120

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
จ2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันสูตรที่ใช้ข้าวแดง ร้อยละ 0.50 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	120
จ3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์กุนเชียงสูตรควบคุมเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	121
จ4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์กุนเชียงสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	121
ฉ1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (โคโลนีต่อกรัม).....	122
ฉ2 ปริมาณแอนแอโรบิกแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (โคโลนีต่อกรัม).....	123
ฉ3 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์กุนเชียง บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส (โคโลนีต่อกรัม).....	124
ฉ4 ปริมาณแอนโอบิกแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์กุนเชียง บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส (โคโลนีต่อกรัม).....	125

# สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 วัฏจักรชีวิตของเชื้อรา <i>Monascus</i> spp.....	4
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจุดสำคัญในการแบ่งสายพันธุ์ของสกุลโมแนสคัส.....	6
2.3 การผลิตข้าวแดงในระดับอุตสาหกรรม.....	8
2.4 โครงสร้างเคมีของรงควัตถุที่แยกจาก <i>Monascus</i> spp.....	13
2.5 การสังเคราะห์ Monascorubrin (I) : route 1 และ monascoflavin (IV) : route 2.....	15
2.6 การสังเคราะห์สารสีแดง N – glutarylmonascorubramine ของ <i>M. ruber</i> .....	16
2.7 การแยกสารสีจากผงข้าวแดง.....	18
3.1 ขั้นตอนการผลิตไส้กรอกแบบอิมัลชัน.....	30
3.2 ขั้นตอนการผลิตกุนเชียง.....	33
4.1 ผลึกภัณฑ์ไส้กรอกกรรมควันสูตรควบคุมและสูตรที่ใช้ข้าวแดงในระดับต่าง ๆ.....	37
4.2 ค่า $L$ $a$ $b$ $H$ และ $\Delta E$ ของไส้กรอกกรรมควันสูตรควบคุมกับ ไส้กรอกกรรมควันที่ใช้ข้าวแดงในระดับต่างๆ กัน.....	38
4.3 การเปลี่ยนแปลงของค่า water activity ( $a_w$ ) ของผลึกภัณฑ์ไส้กรอกกรรมควัน ที่บรรจุ ในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	41
4.4 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของผลึกภัณฑ์ไส้กรอกกรรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	42
4.5 การเปลี่ยนแปลงค่า $L$ ภายในของไส้กรอกกรรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน .....	46
4.6 การเปลี่ยนแปลงค่า $L$ ภายนอกของไส้กรอกกรรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน .....	47
4.7 การเปลี่ยนแปลงค่า $a$ ภายในของไส้กรอกกรรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน .....	49

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.8 การเปลี่ยนแปลงค่า $a$ ภายนอกของไส้กรองกรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	50
4.9 การเปลี่ยนแปลงค่า $b$ ภายในของไส้กรองกรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	52
4.10 การเปลี่ยนแปลงค่า $b$ ภายนอกของไส้กรองกรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	53
4.11 การเปลี่ยนแปลงค่า $H$ ภายในของไส้กรองกรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	55
4.12 การเปลี่ยนแปลงค่า $H$ ภายนอกของไส้กรองกรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	56
4.13 การเปลี่ยนแปลงค่า $\Delta E$ ภายในของไส้กรองกรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	58
4.14 การเปลี่ยนแปลงค่า $\Delta E$ ภายนอกของไส้กรองกรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน.....	59
4.15 ค่า $L$ $a$ $b$ $H$ และ $\Delta E$ ของกุนเชียงสุตรควบคุมกับ กุนเชียงที่ใช้ข้าวแดงในระดับต่างๆ กัน.....	62
4.16 ผลลัพท์กุนเชียงสุตรควบคุมและสุตรที่ใช้ข้าวแดงในระดับต่าง ๆ.....	62

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.17 การเปลี่ยนแปลงของค่า water activity ( $a_w$ ) ของผลิตภัณฑ์กุนเชียง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน .....	65
4.18 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของผลิตภัณฑ์กุนเชียง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	66
4.19 การเปลี่ยนแปลงค่า L ภายในของกุนเชียง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	71
4.20 การเปลี่ยนแปลงค่า L ภายนอกของกุนเชียง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	72
4.21 การเปลี่ยนแปลงค่า a ภายในของกุนเชียง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	74
4.22 การเปลี่ยนแปลงค่า a ภายนอกของกุนเชียง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	75
4.23 การเปลี่ยนแปลงค่า b ภายในของกุนเชียง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	77
4.24 การเปลี่ยนแปลงค่า b ภายนอกของกุนเชียง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	78
4.25 การเปลี่ยนแปลงค่า H ภายในของกุนเชียง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.26 การเปลี่ยนแปลงค่า $H$ ภายนอกของกุนเชียง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	81
4.27 การเปลี่ยนแปลงค่า $\Delta E$ ภายในของกุนเชียง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	83
4.28 การเปลี่ยนแปลงค่า $\Delta E$ ภายนอกของกุนเชียง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน.....	84
ก1 ข้าวแดงที่ใช้ในการทดลอง.....	91

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ข้าวแดงเป็นผลิตภัณฑ์จากการหมักแห้ง (solid substrate fermentation) ด้วยเชื้อรา *Monascus* spp. โดยใช้ข้าวเป็นวัตถุดิบ ซึ่งเชื้อจะสร้างเส้นใยขออนไชปกคลุมเมล็ดข้าว และสร้างสารสีขึ้น (Blanc *et al.*, 1994)

สารสีธรรมชาติจากเชื้อราโมเนสคัสถูกนำมาใช้เป็นสีผสมอาหารแทนสีสังเคราะห์ที่ผลิตโดยวิธีทางเคมี เพราะมีราคาถูก ความปลอดภัยสูงกว่า อีกทั้งยังไม่พบว่าเป็นสารก่อมะเร็งเหมือนสีผสมอาหารประเภทสังเคราะห์ที่มีองค์ประกอบพวก coal tar dyes จากการทดสอบความเป็นพิษของสารสีที่ได้จากเชื้อราโมเนสคัส พบว่าสารสีไม่มีพิษต่อการฟักตัวของไข่ไก่ และไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซมของเม็ดเลือดขาว ไม่พบความผิดปกติใด ๆ ในหนูทดลอง (บุษมา ชงสมิทธิ์ และคณะ, 2531; Kaio *et al.*, 1978)

ข้าวแดงที่ได้จะนำมาใช้ในการปรุงแต่งสีของอาหาร และก่อให้เกิดกลิ่นเฉพาะในอาหารหมักคองซึ่งใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายมานานในประเทศแถบเอเชีย ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้มีการใช้สารไนโตรที่เป็นสารเจือปนเพื่อทำให้ไส้กรอกมีสีแดงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ แต่ปริมาณสารไนโตรที่ติดค้างจะเป็นสารตั้งต้นในการเกิดสารไนโตรซามีนซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ประกอบกับในปัจจุบันผู้บริโภคได้ให้ความสำคัญกับความปลอดภัยมากขึ้น ดังนั้นการใช้สารสีธรรมชาติจากข้าวแดงในการแต่งสีในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน และกุนเชียงเพื่อทดแทนไนโตรที่ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งดังกล่าว และศึกษาถึงความคงตัวของสี และผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ จะช่วยให้เป็นแนวทางในการใช้สารสีจากโมเนสคัสได้กว้างขวางมากขึ้น

### 1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการใช้ปริมาณข้าวแดงทดแทนไนโตรที่ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันและกุนเชียง
2. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันและกุนเชียงที่ใช้ข้าวแดงทดแทนไนโตรที่
3. ศึกษาความคงตัวของสารสีจากข้าวแดงในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันและกุนเชียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3 ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการใช้สารสีโมแนสตัส (ข้าวแดง) ทดแทนไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันและกุนเชียง ตลอดจนศึกษาความคงตัวของสารสี และผลต่ออายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

### 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ทดแทนการใช้ไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค และใช้สารสีจากธรรมชาติในการปรุงแต่งสีในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ข้าวแดงมีต้นกำเนิดในประเทศจีน ใช้ประโยชน์กันมานาน และแพร่หลายมากในประเทศแถบเอเชีย ได้แก่ จีน ฟิลิปปินส์ ไต้หวัน ไทย อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น เพื่อปรุงแต่งสีของอาหารและก่อให้เกิดกลิ่นเฉพาะในอาหารหมักคอง อาหารที่ใช้สารสีจากข้าวแดง ได้แก่ เต้าหู้ยี้ เหล้า กะปิ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ฯลฯ นอกเหนือจากการปรุงแต่งอาหารแล้ว ข้าวแดงยังเป็นส่วนประกอบหนึ่งที่สำคัญในสูตรยาจีนเพื่อใช้ในการรักษาโรค (Wang, 2000)

ข้าวแดงมีชื่อเรียกจากภาษาจีนว่า อังกัก (angkak) ซึ่ง อัง แปลว่าแดง ส่วนกัก แปลว่าเมล็ดที่มีเปลือก นอกจากนี้ยังมีชื่อเรียกอย่างอื่นคือ : ข้าวแดง (red rice) ไชนีสเรดไรส์ (Chinese red rice) แอนกัก (ankak) แอนคา (anka) อังควอก (ang-quac) เบนนิโคจิ (beni-koji) เอกาโคจิ (aka-koji) และ เรดโมลด์ไรส์ (red mold rice) (Hesseltine, 1965) ข้าวแดงที่บดแล้ว บางคนเรียกว่า แป้งแดงหรือทรายแดง

ข้าวแดงจัดว่าเป็นโคจิ (เมล็ดธัญพืชที่มีเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นปกคลุม เพื่อใช้เป็นแหล่งของเอนไซม์) เป็นแหล่งของเอนไซม์หลายชนิดที่เชื้อราโมแนสคัสสามารถสร้างได้ เช่น เอนไซม์กลูโคสไมเลส และเอนไซม์โปรติเอส เป็นต้น นอกเหนือจากการเป็นแหล่งเอนไซม์ ข้าวแดงยังเป็นแหล่งของกลิ่น การสร้างกลิ่นของเชื้อรา *Monascus purpureus* เกิดจาก volatile metabolite ประเภท เมทิลลิโคโน

### 2.1 ลักษณะรูปร่างของเชื้อราโมแนสคัส

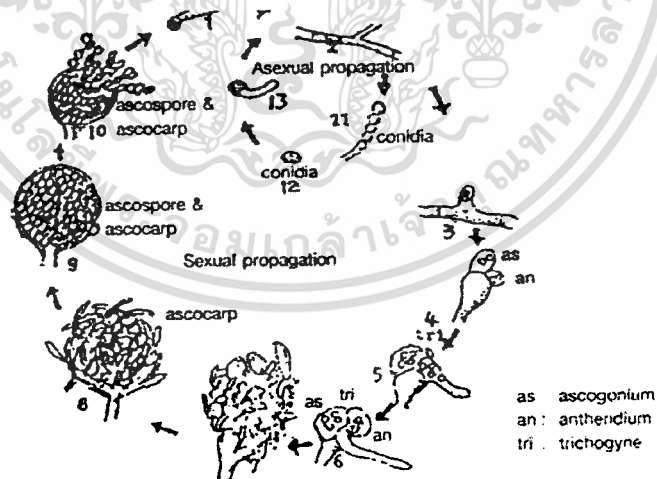
เชื้อราโมแนสคัส (*Monascus* spp.) จัดอยู่ในวงศ์ (Family) Monascaceae กลุ่ม (Class) Ascomycetes กลุ่มย่อย (Subclass) Plectomycetidae อันดับ (Order) Eurotiales เส้นใยมีผนังกั้น (septate) มีการสืบพันธุ์แบบมีเพศและไม่มีเพศ เส้นใยมีการแตกกิ่งก้านสาขามากมายและมักเจริญแบบซิดเกาะแน่นบนผิวของอาหารแข็ง เส้นใยเมื่ออายุน้อยมีสีขาว แต่เมื่ออายุมากขึ้นจะมีสีแดงหรือแดงม่วง

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของเชื้อรา *Monascus* spp. มีการสร้างเพอริทีเซียม (perithecium) ซึ่งเป็นแอสโคคาร์ป (ascocarp) มีรูปร่างกลม โดยจะเกิดบนก้าน (stalk) ที่มีหรือไม่มีผนังกั้นก็ได้ แอสโคคาร์ปเกิดขึ้นบนเส้นใยซึ่งเป็นแบบโฮโมแทลลิก (homothallic) โดยมีการสร้างโครงสร้างออกมา 2 ชนิดคือ แอนเทอริเดียม (antheridium) และ แอสโคโกเนียม (ascogonium) เกิดการฟิวชัน (fusion) ที่ปลายแอสโคโกเนียมกับส่วนฐานหรือส่วนกลางของแอนเทอริเดียม แล้วจึงจะมี

การวิวัฒนาการต่อไปอีกคือ แบ่งเซลล์แบบไมโอซิส ตามมาด้วยไมโทซิสมี daughter nuclei จาก การแบ่งตัว มีการขยายผนังเซลล์รวมออกเรียกว่า การสร้างแอสโคคาร์ปขึ้นในที่สุด ภายในเพอริที เซียมมีแอสโคสปอร์ (ascospores) มากมาย โดยแอสโคสปอร์จำนวน 2-8 รวมอยู่ภายในแอสคัส (ascus) แอสโคสปอร์มีลักษณะเป็นรูปไข่ อาจมีสีน้ำตาล สีแดง สีส้ม หรือไม่มีสี เมื่อผนังแอสโคคาร์ปแตกออกก็จะปล่อยแอสโคสปอร์งอกเป็นเส้นใหม่ขึ้น

Wong และคณะ (1981) ได้ศึกษาถึงการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการสังเกตจากโครงสร้างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนของเชื้อรา *M. purpureus* ทำให้ทราบขั้นตอนอย่างละเอียด และพบว่าแอสโคสปอร์ของเชื้อรา *M. purpureus* มีลักษณะเรียบ รูปร่างกลม หรือรี Carels และ Shepherd (1975) ได้ทดลองถึงการพัฒนารูปแบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) ของเชื้อรา *Monascus* spp. ในอาหารเหลว โดยศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์

การสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ มีการสร้างโคนิเดียเจริญมาจากโคนิดิโอฟอร์ (conidiophore) โคนิเดียมีลักษณะกลมหรือรูปไข่ อาจมีอันเดียวหรือเกิดติดต่อกันเป็นลูกโซ่ โคนิเดียจะไม่มีสี แต่เมื่ออายุมากขึ้นจะเกิดสีแดงได้บ้าง โคนิดิโอฟอร์มีขนาดสั้นอาจมีผนังกัน 0-1 ด้าน ถ้ามีขนาดยาว จะมีผนังกัน 2-6 ด้าน เป็นสายตรงหรือคดเป็นเกลียว และเปลี่ยนเป็นสีแดง เมื่ออายุแก่ขึ้น การงอกของโคนิเดียจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสูตรอาหาร นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นอีกหลาย ๆ ประการ เช่น อายุสปอร์ ความหนาแน่นของสปอร์ ความเป็นกรดค้าง แสง และอุณหภูมิ



ภาพที่ 2.1 แสดงวัฏจักรชีวิตของเชื้อรา *Monascus* spp.

ที่มา : Iizuka and Lin (1981).

## 2.2 สายพันธุ์ของเชื้อราโมแนสคัส

*Monascus* spp. เป็นเชื้อราที่พบครั้งแรกแยกได้จากมันฝรั่งคั้มในประเทศฝรั่งเศสและแบ่งได้เป็น 2 สายพันธุ์ *M. ruber* และ *M. mucoroides* ต่อมาได้แยกสายพันธุ์สำคัญคือ *M. purpureus* จากข้าวแดงหรืออังกักทำให้รู้จักประโยชน์ของเชื้อนี้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น ในปี 1930 ได้มีการแยกเชื้อและจัดจำแนกสปีชีส์อย่างชัดเจนรวมเป็น 5 สปีชีส์ดังนี้ *M. purpureus* *M. barkeri* Dangeard *M. olei* Piedallu *M. mucoroides* และ *M. ruber* van Tieghem

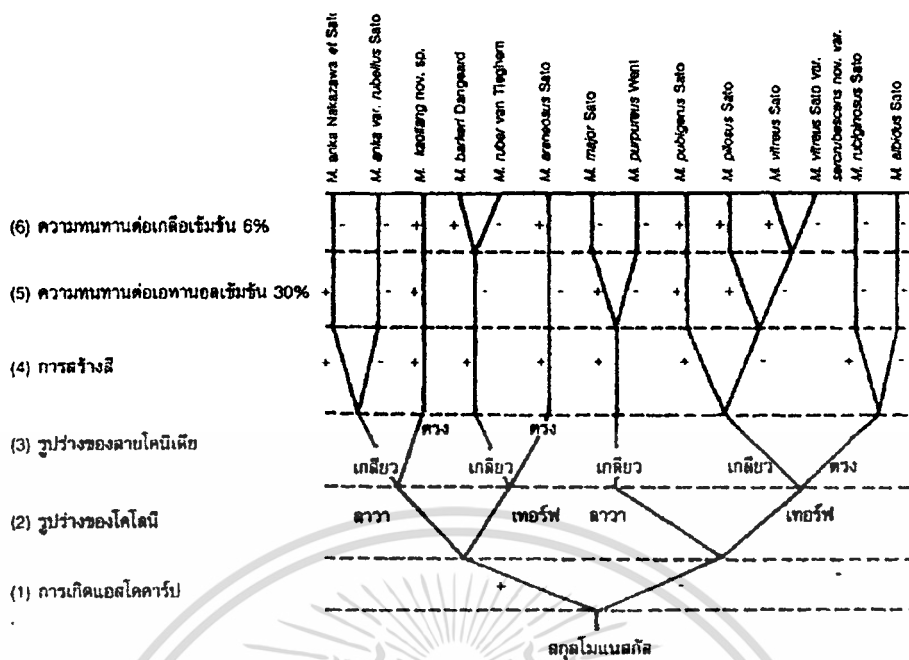
ปัจจุบันมีการรวบรวมเชื้อราโมแนสคัส 25 สายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 2.1 โดยมีวิธีการจัดแบ่งสายพันธุ์ของเชื้อราโมแนสคัสแตกต่างกัน เช่น อาศัยสมบัติสัณฐานวิทยา และสรีระวิทยา ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2.2 ใช้สมบัติสัณฐานวิทยาในการจัดแบ่งสายพันธุ์ (Hawksworth and Pitt, 1983) การใช้สมบัติเอนไซม์วิทยา เช่น การใช้สมบัติเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ (Bridge and Hawksworth, 1985) หรือใช้เอนไซม์โปรตีเอสรูปแบบต่าง ๆ (ตารางที่ 2.3)

เชื้อราโมแนสคัสทั้ง 4 สายพันธุ์ คือ *M. pilosus* *M. purpureus* *M. ruber* และ *M. floridanus* นอกจากจะแตกต่างกันในด้านลักษณะทางสรีระวิทยาแล้ว ทางด้านเอนไซม์วิทยายังต่างกันอีกด้วย (ตารางที่ 2.2) โดยเชื้อราในกลุ่ม *M. pilosus* พบกิจกรรมเอนไซม์  $\beta$ -galactosidase และ  $\alpha$ -glucosidase ส่วน *M. purpureus* พบเอนไซม์ polypectase และ cystine arylamidase พบเอนไซม์ย่อยเซลลูโลสใน *M. ruber* (Bridge and Hawksworth, 1985) ส่วน *M. floridanus* เป็นสายพันธุ์เดียวที่พบกิจกรรมเอนไซม์ทริปซินเนส

ตารางที่ 2.1 สายพันธุ์ต่าง ๆ ของเชื้อราโมแนสคัส

<i>M. albidus</i>	<i>M. albus</i>	<i>M. anka</i>	<i>M. araneosus</i>
<i>M. barkeri</i>	<i>M. bisporus</i>	<i>M. floridanus</i>	<i>M. fuliginosus</i>
<i>M. kaoliang</i>	<i>M. major</i>	<i>M. mucoroides</i>	<i>M. olei</i>
<i>M. paxii</i>	<i>M. pallens</i>	<i>M. pilosus</i>	<i>M. pubigerus</i>
<i>M. purpureus</i>	<i>M. purpurescens</i>	<i>M. ruber</i>	<i>M. rubiginosus</i>
<i>M. rubropunctatus</i>	<i>M. sanguineus</i>	<i>M. serorubercens</i>	<i>M. vini</i>
<i>M. vitreus</i>			

ที่มา : รวบรวมจาก Iizuka and Lin (1981); Hawksworth and Pitt (1983); Nishikawa *et al.* (1988); Cannon *et al.* (1995).



ภาพที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดสำคัญในการแบ่งสายพันธุ์ของสกุลโมแนสคัส

+ เกิด, สร้าง; - ไม่เกิด, ไม่สร้าง

ลาวา (lava) โคโลนีลักษณะผิวหน้าภูเขาไฟ

เทอร์ฟ (turf) โคโลนีลักษณะเรียบแบนสนามหญ้า

ที่มา : Iizuka and Lin (1981).

ตารางที่ 2.2 แสดงกิจกรรมเอนไซม์ที่แตกต่างกันในเชื้อราโมแนสคัสสายพันธุ์ต่าง ๆ

Enzyme Activity	<i>M. pilosus</i>	<i>M. purpureus</i>	<i>M. ruber</i>	<i>M. floridanus</i>
Valine arylamidase*	+	+	+	-
Cystine arylamidase*	-	+	-	-
Trypsinase*	-	-	-	+
$\alpha$ - galactosidase*	+	-	+	-
$\beta$ - galactosidase*	+	-	-	-
$\alpha$ - glucosidase*	+	-	-	-
Polypectase pH 6.0	-	+	-	-
Cellulose hydrolysis	-	-	+	-

\* ใช้ API ZYM strip tests ทดสอบกับเชื้อราที่มีอายุ 14 วัน

ที่มา : Bridge and Hawksworth (1985).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

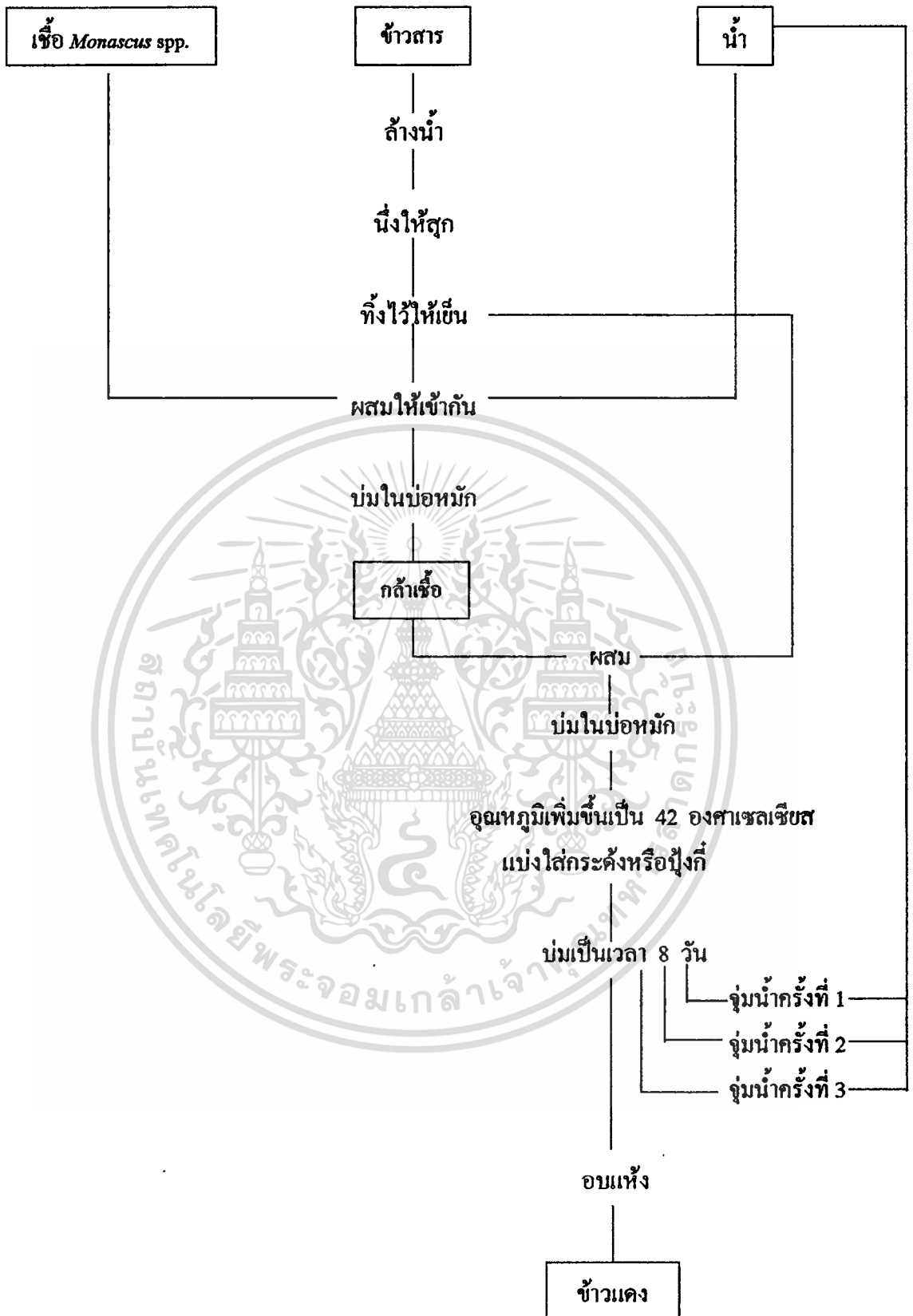
ตารางที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ของการแบ่งกลุ่มการสร้างเอนไซม์โปรติเอสแบบต่าง ๆ ของเชื้อราสกุลโมแนสคัสสายพันธุ์ต่าง ๆ

สายพันธุ์	ชนิดเอนไซม์ <sup>v</sup>			รวมสายพันธุ์
	A	B	C	
<i>M. albidus</i>		1		1
<i>M. albidus var. glaber</i>		1		1
<i>M. anka</i>		2		2
<i>M. anka var. rubellus</i>		1		1
<i>M. araneosus</i>	1	4		5
<i>M. fuliginosus</i>	1			1
<i>M. kaoliang</i>	3	9	3	15
<i>M. major</i>		1		1
<i>M. pilosus</i>	1			1
<i>M. pubigerus</i>	1			1
<i>M. purpureus</i>		1		1
<i>M. vitreus</i>	1			1
<i>M. ruber</i>		2		2
<i>M. rubiginosus</i>		1		1
<i>M. serorubescens</i>		1		1

<sup>v</sup> A แอซิดโปรติเอส (พีเอช 3) B แอคาไลน์โปรติเอส (พีเอช 8-9) C ทั้งแบบ A และ B ที่มา : Nishikawa et al. (1988).

## 2.3 การผลิตข้าวแดง

ข้าวแดง เป็นผลิตภัณฑ์สารสีที่เกิดจากการเลี้ยงเชื้อรา *Monascus* spp. บนข้าวหนึ่ง (ภาพที่ 2.3) รู้จักกันมานานในแถบตะวันออก เช่น จีน ประเทศแถบเอเชียใต้ เช่น ไทย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ กัมพูชา อินโดนีเซีย เป็นต้น เชื้อราเจริญบนข้าวสามารถสร้างสารสีออกมาจากเซลล์ได้มาก สายพันธุ์ที่นิยมใช้หมักข้าวแดง คือ *M. purpureus* และ *M. anka*



ภาพที่ 2.3 การผลิตข้าวแดงในระดับอุตสาหกรรม

ที่มา : Su and Huang (1980).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตข้าวแดงในระดับอุตสาหกรรมได้ทำกันมานานในประเทศจีนและไต้หวันโดยปฏิบัติตามขั้นตอนดังภาพที่ 2.3 ดังนี้

### 1. การเตรียมกล้าเชื้อ

1.1 แช่วัวในน้ำเป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง นึ่งให้สุก ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำไปใส่ในบ่อหมัก

1.2 เพาะเชื้อโดยใช้กล้าเชื้อซึ่งเจริญบนเมล็ดข้าว ใช้ปริมาณประมาณครึ่งหนึ่งของข้าวที่นึ่งไว้ เติมน้ำลงในบ่อหมัก

1.3 เติมน้ำลงในบ่อหมักประมาณหนึ่งเท่าโดยน้ำหนักของวัสดุหมักและทำการกวนเป็นครั้งคราว เพื่อลดอุณหภูมิ เมื่อครบ 4 วันข้าวจะเปลี่ยนเป็นสีแดง ข้าวที่หมักได้ส่วนนี้ จะใช้เป็นกล้าเชื้อสำหรับการผลิตขั้นต่อไป โดยมีประสิทธิภาพใช้ในการหมักข้าวแดงได้ถึง 30 เท่าของกล้าเชื้อที่ผลิตตามขั้นตอนนี้

### 2. การผลิตข้าวแดง

2.1 นึ่งข้าวโดยใช้ความดันไอน้ำ 0.2 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำถึงระดับ 40 องศาเซลเซียส พ่นน้ำประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์บนเมล็ดข้าวหนึ่งแล้วนำไปนึ่งต่ออีก 30 นาที

2.2 เมื่ออุณหภูมิลดลงถึง 36 องศาเซลเซียส ทำการเพาะกล้าเชื้อ

2.3 ในระยะแรกของการหมัก อุณหภูมิจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นถึง 42 องศาเซลเซียส จึงทำการแบ่งข้าว ออกมาใส่ในกระด้ง หรือปั้งก็ แล้วจึงบ่มต่ออีก 8 วัน

2.4 ในระหว่างการบ่ม มีการเพิ่มความชื้นโดยนำกระด้งเชื้อมาจุ่มน้ำแล้วยกขึ้นจนน้ำสะเด็ด ทำเช่นนี้ประมาณ 3 ครั้งตลอดระยะเวลาการบ่ม เพื่อให้เมล็ดข้าวชุ่มชื้นเหมาะสมต่อการเจริญและขนานไรของเส้นใย และป้องกันการเกาะติดระหว่างเมล็ดข้าว หลังจากการบ่ม ข้าวจะเปลี่ยนเป็นสีแดงทั่วทั้งเมล็ดทั้งภายในและภายนอก

กรมวิทยาศาสตร์ (2518) ได้ทดลองทำข้าวแดงในขวดแก้วขนาด 500 มิลลิลิตร ที่บรรจุข้าว 50 กรัม ปิดด้วยขุกกล้าสีเติมน้ำครั้งแรกไม่เกิน 10 มิลลิลิตร หรือใช้ขวดแก้วขนาด 2,800 มิลลิลิตร ที่บรรจุข้าว 200 กรัม เติมน้ำครั้งแรกไม่เกิน 20 มิลลิลิตร แล้วนำไปฆ่าเชื้อในหม้ออัดความดันใช้อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทำให้เย็นใส่น้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร เขย่าให้น้ำท่วมเมล็ดข้าว เติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตรลงในหลอดเชื้อรา แล้วเขย่าให้สปอร์ของเชื้อราลอยอยู่ในน้ำกลั่น เทลงในข้าวที่เตรียมไว้ เกล้าให้ทั่ว นำไปเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 25 ถึง 27 องศาเซลเซียส จนกว่าข้าวจะมีสีแดงทั่วกันทุกเมล็ดจึงนำออกมาผึ่งแดดให้แห้ง หรืออบที่อุณหภูมิประมาณ 55 ถึง 60 องศาเซลเซียส ระหว่างการเพาะเชื้อถ้าข้าวแดงแห้งมาก จะทำการพรมน้ำกลั่นนำเชื้อลงไปหลังจากเพาะเชื้อไปได้ 3 ถึง 5 วัน ข้าวจะเปลี่ยนเป็นข้าวแดงเมื่อบ่มอย่างน้อย 15 วันขึ้นกับสายพันธุ์ข้าว

Johns และ Stuart (1991) ได้ทำข้าวแดงโดยใช้ข้าวพันธุ์ออสมิเลีย ซึ่งมีลักษณะเมล็ดสั้น สีขาว น้ามา 40 กรัม แชน้ำ 5 ชั่วโมง จากนั้นปรับพีเอชตามต้องการด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก หรือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.0 M แล้วบรรจุข้าวในพลาสติก ๑ ละ 2 กรัม นำไปฆ่าเชื้อแล้วเติมซัสเพนชัน 2.5 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 วัน

Han และ Mudgett (1992) ผลิตข้าวแดงโดยเตรียมข้าวสาร 120 กรัมแช่ในพลาสติกขนาด 500 มิลลิลิตรในสารละลายที่ประกอบด้วยน้ำกลั่น 68 มิลลิลิตรและซิงค์ซัลเฟต (zinc sulphate) 0.128 โมล ปริมาตร 12 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปนึ่งฆ่าเชื้อแล้วใส่กล้าเชื้อลงในข้าวหนึ่งปริมาตร 8 มิลลิลิตรนำไปบ่มในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสโดยควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ระหว่าง 90–97 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จึงย้ายไปเลี้ยงในคอลัมน์แก้วที่หล่อด้วยน้ำอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และมีอุปกรณ์ควบคุมปริมาณก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตลอดระยะเวลาการบ่ม 7.5 วัน

การผลิตสีแดงจากเชื้อราโมแนสคัส โดยวิธีการหมักแห้งนอกจากจะผลิตจากข้าวแล้ว ยังสามารถผลิตได้จากข้าวโพด ข้าวฟ่าง ขนบึง ถั่วเหลือง ชานอ้อย ถั่วเขียว มันสำปะหลัง มันเทศ และมันฝรั่ง เป็นต้น และยังสามารถพัฒนาเลี้ยงเชื้อราในอาหารเหลวได้ออกมาในรูปสีผสมอาหารที่สามารถละลายน้ำได้มากขึ้น

ปัจจัยที่มีผลต่อการหมักเชื้อรา โมแนสคัสบนอาหารแข็ง

### 1. สายพันธุ์ของเชื้อรา

โดยทั่วไปแล้วเชื้อราโมแนสคัส เมื่อเจริญบนเมล็ดข้าว โดยการงอกของเส้นใยทั้งผิวหน้าและแทรกทะลุเข้าไปในเมล็ดข้าวนั้นจะมีการสร้างสารสีได้ภายหลังจากการบ่มไปได้นาน 3 วัน สารสีเหล่านี้เมื่อนำมาสกัดด้วยสารละลายเอทานอล พบว่าสารสีแดงทั่วไปจะมีค่าดูดกลืนแสงสูงสุด 2 จุดคือที่ 420 และ 500 นาโนเมตร บางสายพันธุ์ที่ให้สีข้าวแดงเป็นสีแดงสวย หรือแดงชมพูแก่ จะมีความโค้งที่จุด 500 นาโนเมตร ซึ่งสูงกว่าที่ 420 นาโนเมตร เช่นที่พบในสายพันธุ์ของ *M. purpureus* หรือ *M. anka* แต่บางสายพันธุ์อาจให้สีแดงคล้ำ โดยมีค่าความโค้งที่ 420 สูงกว่าที่ 500 นาโนเมตร หรือค่าความโค้งที่ 370 สูงกว่า 500 นาโนเมตร เป็นต้น

### 2. พันธุ์ข้าว

Palo และคณะ (1960) ได้ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการสร้างสารสีของ *M. purpureus* และพบว่าสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตข้าวแดง คือ ความชื้นไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ พีเอชระหว่าง 3.0–7.5 อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส และกล่าวว่า ข้าวที่ใช้ในการผลิตข้าวแดงไม่ควรเป็นสายพันธุ์ที่มียางเหนียว โดยเฉพาะข้าวเหนียว หรือข้าวเมล็ดพันธุ์สั้นจาปอนิก้าไม่เหมาะสมในการทำข้าวแดง

กรมวิทยาศาสตร์ (2518) ได้ทดลองผลิตข้าวแดงจากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ที่ปลูกกันในประเทศไทยจำนวน 22 พันธุ์ เป็นข้าวเจ้า 16 พันธุ์ และข้าวเหนียว 6 พันธุ์ คือ กข 1 กข 2 กข 3 กข 4 กข 5 กข 9 เผือกน้ำ ขาวมะลิ เหลืองใหญ่ นางพญา เหลืองประทิว นางมล-เอส ปิ่นแก้ว พวงไร่ คับเบิลยูพี 153 ตะเภาแก้ว ขาวปากหม้อ เล็บมือนาง เหมยหนอง หางยี่ นางฉลอง และข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตอง เป็นต้น ปรากฏว่าข้าวเจ้าที่ทำข้าวแดงได้มีเพียง 5 พันธุ์เท่านั้นคือ พวงไร่ ขาวมะลิ คับเบิลยูพี 153 ตะเภาแก้ว และเล็บมือนาง ส่วนพันธุ์อื่น ๆ ไม่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิตข้าวแดง เพราะเมล็ดข้าวบางพันธุ์หักง่าย และข้าวแข็งเกินไปเชื้อราไม่สามารถย่อยได้ถึงแกน บางพันธุ์เมื่ออ่อนแต่เมื่อทำเป็นข้าวแดงได้ข้าวแดงที่เหนียว เมื่อบีด้วยนิ้วแล้วไม่ขุ่ยออกมาเป็นผง ในจำนวนข้าว 5 พันธุ์ที่ใช้ทำข้าวแดงได้นั้น มีอยู่เพียงพันธุ์เดียวที่เหมาะสมแก่การนำมาใช้ในการทำเป็นอุตสาหกรรมได้ คือ ข้าวพันธุ์ขาวมะลิ เนื่องจากมีราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย

### 3. การให้อากาศ

เชื้อราเป็นจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศในการเจริญเติบโต Hesseltine (1965) พบว่าการเขย่าหรือให้อากาศช่วยให้การสร้างสารสีได้ดีและเร็วขึ้น Ham และ Mudgett (1992) ได้ศึกษาเพิ่มทำให้ทราบว่า ถ้าชอออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ความเข้มข้นสูงทำให้การสร้างสารสีและการเจริญลดลง และไม่สามารถสร้างสารสีและเจริญได้เมื่อมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตั้งแต่ 1.0 atm ก๊าซออกซิเจนตั้งแต่ 0.2 atm ทำให้การสร้างสารสีและการเจริญเพิ่มขึ้น และเพิ่มสูงสุดเมื่อมีก๊าซออกซิเจนมากกว่า 2.1 atm ความดันออกซิเจนต่อความดันคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับ 0.50 ต่อ 0.02 atm จะมีผลดีต่อการสร้างสารสีแดงมากที่สุด สภาพที่มีก๊าซออกซิเจนคงที่ที่ 0.50 atm และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำ ๆ เป็นสภาพที่ให้การผลิตสารสีสูงสุด

### 4. อุณหภูมิ

อุณหภูมิมีผลโดยตรงต่อการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการเมแทบอลิซึมเพื่อการเจริญเติบโต อุณหภูมิสูงเกินไปทำให้เชื้อเจริญได้ช้าสร้างสารสีในข้าวแดงได้ไม่ดี จึงมีการลดอุณหภูมิโดยการจุ่มน้ำ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสร้างสารสีจะอยู่ระหว่าง 27–30 องศาเซลเซียส

กรมวิทยาศาสตร์บริการ (2539) ศึกษาการทำข้าวที่อุณหภูมิ 25 30 35 และ 40 องศาเซลเซียสพบว่า อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสม สารสีเริ่มเกิดเร็วและได้ปริมาณสูง ส่วนที่อุณหภูมิอื่น ๆ ได้แก่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสตัวอย่างเริ่มมีสารสีแดงเกิดขึ้นในวันที่ 7 ซึ่งช้ากว่าตัวอย่างที่บ่มที่อุณหภูมิ 30 35 และ 40 องศาเซลเซียส ที่เริ่มเกิดสารสีขึ้นในวันที่ 5 ของการบ่ม จากการวัดค่าความเข้มข้นเห็นว่า ตัวอย่างที่บ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารสีเกิดเพิ่มขึ้นในแต่ละวันของการบ่มเขื่อน้อยมาก และเป็นเช่นนี้ตลอดการทดลอง สำหรับตัวอย่างที่บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ปริมาณของสารสีที่เริ่มเกิดจะมากกว่าของตัวอย่างที่บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แต่ต่อมาปริมาณของสารสีที่ผลิตได้จะน้อยกว่าและความชื้นเริ่มลดลงในวันที่ 13 ของการบ่ม

## 5. ความชื้น

การผลิตข้าวแดงสามารถผลิตได้ที่ความชื้นเริ่มต้นต่ำ Hesseltine (1965) จึงให้คำแนะนำในการทำข้าวแดงว่า ต้องมีการพ่นน้ำเป็นครั้งคราวไปบนเมล็ดข้าวเพื่อควบคุมความชื้นที่ต่ำแก่เมล็ดข้าวซึ่งจะช่วยให้เชื้อสร้างสารสีบนข้าวได้ดี และการผลิตในระดับอุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีการเติมน้ำระหว่างการบ่ม (Su and Huang, 1980) แต่ความชื้นที่เหมาะสมในการสร้างสารสีขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของข้าวด้วยเช่นกัน

## 6. พีเอช

Carels และ Shepherd (1975) พบว่าพีเอชต่ำมีการสะสมสีส้ม เนื่องจากสีส้ม โมนาสโคโรบริน และ รูโบฟังกาทิน ที่เชื้อสังเคราะห์ขึ้นไม่สามารถทำปฏิกิริยากับหมู่อะมิโนได้ แต่พีเอชสูง ๆ ปฏิกิริยาดังกล่าวสามารถเกิดขึ้นได้จึงให้สีแดงออกมา จากรายงานของ John และ Stuart (1991) ได้ศึกษาปรับพีเอชของน้ำให้ได้ 3 4 6 และ 7 ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 1 โมล ก่อนนำไปแช่ข้าวเป็นเวลา 5 ชั่วโมง พบว่าพีเอช 6 เป็นพีเอชที่เหมาะสมในการสร้างสารสีของเชื้อรา *M. purpureus* FRR 2190

วรรณภา ทาบโลกา (2529) ได้ทำการศึกษาพบว่าเชื้อรา *Monascus* spp. KB 11304 KB-21035 และ KB 20322 ที่พีเอชเริ่มต้น 7.0 มีการสร้างสารสีสูงสุด และถ้าพีเอชสุดท้ายก่อนไปทางค่างจะให้สีแดง แต่เมื่อเลี้ยงเชื้อ KB 21035 ในสภาพที่เป็นกรดพบการสร้างสีเหลืองคิที่สูงสุด ดังนั้นจึงพบว่าพีเอชที่เหมาะสมในการผลิตข้าวแดงจึงขึ้นอยู่กับสายพันธุ์

## 2.4 สารสีจากเชื้อราโมแนสคัส

เชื้อรา *Monascus* spp. ผลิตสารสีชนิดต่าง ๆ ดังนี้

1. โมนาสโคฟลาวิน (monascoflavin) แยกได้เป็นครั้งแรกพร้อมกับสารสีโมนาสโคโรบริน จากเชื้อรา *M. purpureus* Wentii เป็นสารสีในกลุ่มสีเหลือง สูตรโมเลกุลคือ  $C_{21}H_{26}O_5$  และ น้ำหนักโมเลกุล 358 ซึ่งมีคุณสมบัติทางสเปกโตรสโคปีดังนี้  $\lambda_{max}^{MeOH}$  225 228 385 m $\mu$  มีจุดหลอมเหลว 143 – 155 องศาเซลเซียส สารสีโมนาสโคฟลาวินเป็นตัวเดียวกันกับสารสีโมนาสซิน (monascin) ซึ่งแยกได้จากเชื้อรา *M. rubiginosus* Sato อยู่ในกลุ่มสีเหลือง

2. อังกักฟลาวิน (ankafavin) เป็นสารสีในกลุ่มสีเหลือง สูตรโมเลกุลคือ  $C_{23}H_{30}O_5$  และ น้ำหนักโมเลกุล 386 มีจุดหลอมเหลว 120 – 121 องศาเซลเซียส มีคุณสมบัติทางสเปกโตรสโคปีดังนี้  $\lambda_{max}^{dioxan}$  212 228 382 m $\mu$  สารสีอังกักฟลาวินมีสูตรโครงสร้างสัมพันธ์กับสารสีโมนาสซิน เช่นเดียวกับสารสีรูโบฟังกาทินที่มีสูตรสัมพันธ์กับสารสีโมนาสโคโรบริน

3. รูโบรพังกาทิน (robropunctatin) เป็นสารสีในกลุ่มสีส้ม สูตรโมเลกุลคือ  $C_{21}H_{22}O_5$  และ น้ำหนักโมเลกุล 354 สารสีรูโบรพังกาทินสามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลแอมโมเนียม ในอาหารเลี้ยงเชื้อได้สารรูโบรพังกามีนซึ่งสามารถทำปฏิกิริยาก่อได้อีกกับสังกะสีและกรดแอซิดิก ได้สารอะโปรรูโบรพังกามีน (aporubropunctamine) สารนี้มีผลึกรูปเข็มสีแดง มีจุดหลอมเหลว 156 – 157 องศาเซลเซียส

4. โมนาสโครูบริน (monascorubrin) เป็นสารสีในกลุ่มสีส้ม สูตรโมเลกุลคือ  $C_{23}H_{26}O_5$  และ น้ำหนักโมเลกุล 382 ซึ่งมีคุณสมบัติทางสเปกโตรสโคปีดังนี้  $\lambda_{\text{max}}^{\text{EtOH}}$  253 302 352 nm มีจุดหลอมเหลว 134 – 136 องศาเซลเซียส

5. รูโบรพังกามีน (robropunctamine) เป็นสารสีในกลุ่มสีแดง สูตรโมเลกุลคือ  $C_{21}H_{23}O_4N$  และ น้ำหนักโมเลกุล 353 สารรูโบรพังกามีนเกิดจากสารรูโบรพังกาทินทำปฏิกิริยากับอนุมูลแอมโมเนียม

6. โมนาสโครูบรามีน (monascorubramine) เป็นสารสีในกลุ่มสีแดง สูตรโมเลกุลคือ  $C_{23}H_{27}O_4N$  และ น้ำหนักโมเลกุล 381 มีจุดหลอมเหลว 207 – 208 องศาเซลเซียส สารโมนาสโครูบรามีนเกิดจากสารโมนาสโครูบรินทำปฏิกิริยากับอนุมูลแอมโมเนียม

	R	สูตรเคมี	M.W.
Yellow	1. Monascin	$n-C_5H_{11}$	$C_{21}H_{26}O_5$ 358
	2. Ankaflavin	$n-C_7H_{15}$	$C_{23}H_{30}O_5$ 386
Orange	3. Rubropunctatin	$n-C_5H_{11}$	$C_{21}H_{22}O_5$ 354
	4. Monascorubrin	$n-C_7H_{15}$	$C_{23}H_{26}O_5$ 382
Red	5. Rubropunctamine	$n-C_5H_{11}$	$C_{21}H_{23}O_4N$ 353
	6. Monascorubramine	$n-C_7H_{15}$	$C_{23}H_{27}O_4N$ 381

ภาพที่ 2.4 แสดงโครงสร้างเคมีของรงควัตถุที่แยกจาก *Monascus* spp.

ที่มา : บุษบา ขงสมิทธิ (2542)

## 2.5 การสังเคราะห์สารสีจากเชื้อราโมแนสคัส

สารสีที่สร้างโดยเชื้อรา *Monascus* spp. เป็นสารเมแทบอลิต์ทุติยภูมิประเภทโพลีคีไต์ (polyketide) ในพวกเฮกซาคีไต์ (hexaketide) เนื่องจากโครงสร้างของสายหลักของสารสีประกอบด้วยกลุ่มคาร์บอน 2 อะตอม ( $C_2$ -units) จำนวน 6 ยูนิต

Turner (1971) ศึกษากระบวนการสังเคราะห์สารเมแทบอลิต์ทุติยภูมิประเภท โพลีคีไต์ โดยใช้เทคนิคการติดฉลากสารด้วยสารไอโซโทป (isotopically labeled compounds) อธิบายว่า โพลีคีไต์เกิดจากสารแอซิติคผนวกเข้ากับสารมาโลเนต (เกิดจากสารแอซิติคหนึ่งยูนิตผนวกเข้ากับสารคาร์บอนไดออกไซด์ 1 หน่วย) แล้วเกิดกระบวนการดึงสารคาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มสายโพลีคีไต์โดยผนวกมาโลเนตทีละยูนิตแล้วดึงคาร์บอนไดออกไซด์ออกเช่นนี้ซ้ำแล้วซ้ำเล่าซึ่งคล้ายกับการสังเคราะห์กรดไขมัน แต่การเกิดสารโพลีคีไต์ไม่มีกระบวนการรีดักชันของเบตา - ไดคาร์บอนิล ( $\beta$  - dicarbonyl) ในขณะที่การสังเคราะห์กรดไขมันจะมีรีดักชันหลังกระบวนการดีคาร์บอกซิเลชัน (decarboxylation) เสมอ และระบบของเอนไซม์ในวิถีการสังเคราะห์นั้นแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง

สารโพลีคีไต์แต่ละชนิดแตกต่างกันเนื่องจากต้องปรับเปลี่ยนโครงสร้างเพื่อให้สารตัวกลางเสถียรมากขึ้น กลไกที่เกิดกระบวนการสังเคราะห์ ได้แก่ การประกอบเข้ากับสายที่สร้างอีกส่วนหนึ่งกับสายหลัก การเติมกลุ่มเมทิล การดึงออกซิเจนออกจากโมเลกุล การนำไปสู่การมีพันธะคู่ และการเพิ่มออกซิเจนเข้าไปในโมเลกุล

สารสีโมนาสโครูบริน และสารสีโมนาสโคฟลาวิน เกิดจาก การผนวกเข้าด้วยกันแบบเส้นตรง (linear condensation) ของสารแอซิติค (สารแอซิติลโคเอ) จากนั้นจึงเกิดกระบวนการเมทิลเลชัน เกิดการปิดวง (cyclization) และการต่อสายซึ่งเกิดโครงสร้างขึ้นอีกส่วนหนึ่ง (ภาพที่ 2.5)

สายหลักของโพลีเบตาคีไต์ ( $\beta$  - ketide chain) เกิดจากการต่อกันของยูนิตโครงสร้างกับปลายด้านหนึ่งของสารแอซิติลโคเอซึ่งถือว่าเป็นยูนิตดั้งเดิม และพบว่าไม่ได้เกิดจากการผนวก สารแอซิติลโคเอเข้ากับแอซิติลโคเอเอง แต่จะเกิดจากสารแอซิติลโคเอร่วมกับสารมาโลเนตโคเอแล้วเกิดการดึงคาร์บอนออกไซด์ออกมา ก่อนที่จะผนวกเป็นสายหลักของโพลีเบตาคีไต์ ซึ่งใช้วิธีการพิสูจน์โดยการติดฉลากที่คาร์บอนอะตอมด้วยสารไอโซโทป

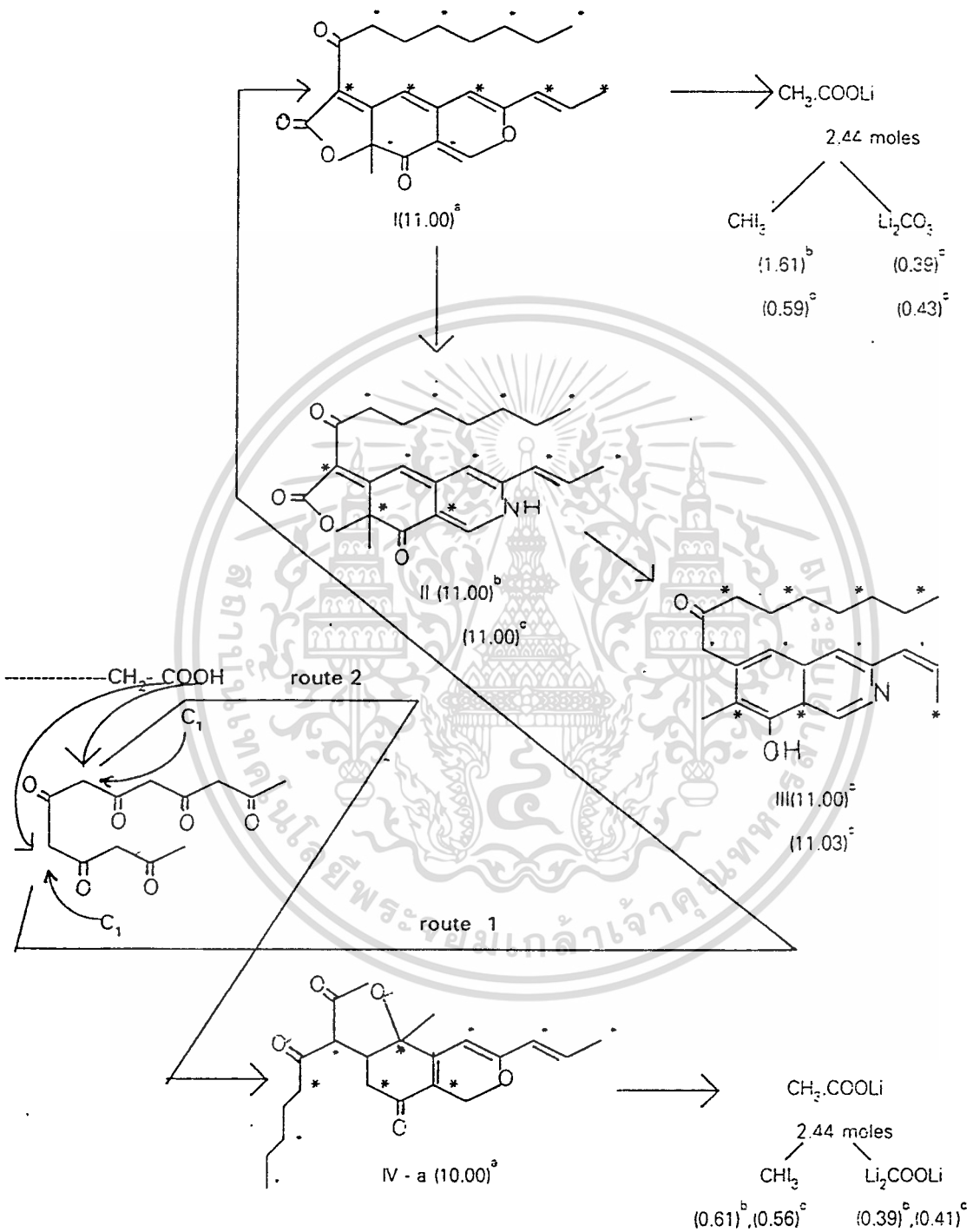


chart 1 Biogenetic Route of Monascorubrin and Monascoflavin, and Relative  $^{14}\text{C}$  - Values

\* : carbon originating from methyl group ; a : standard ; b : calculated ; c : found

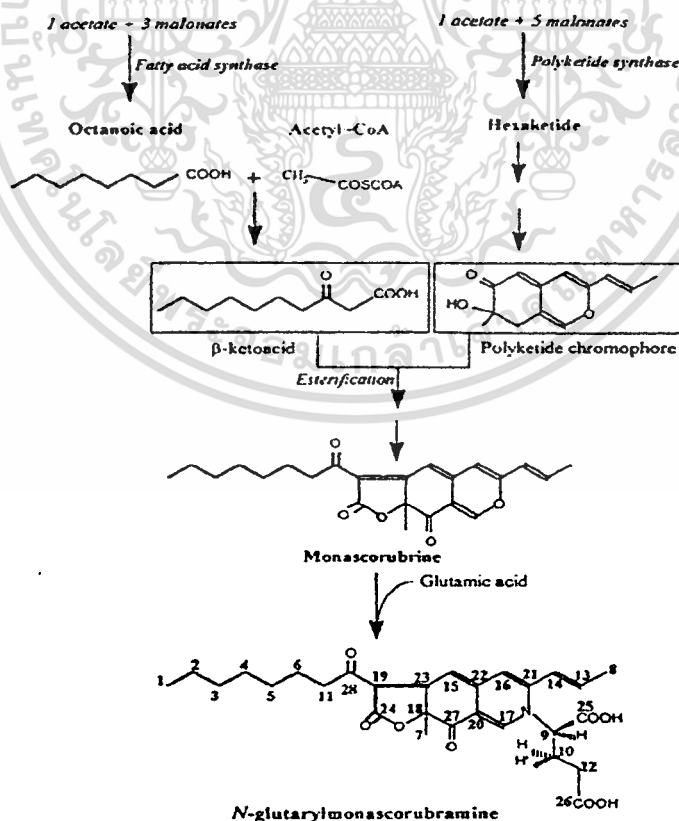
ภาพที่ 2.5 แสดงการสังเคราะห์ Monascorubrin (I) : route 1 และ monascoflavin (IV) : route 2

ที่มา : Turner (1971).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายหลักโพลีคีโตด์เกิดจากวิถี แอซิเตต - มาโลเนต (acetate - malonate pathway) และส่วนของเบตาออกโซแลคโตน ( $\beta$ -oxo-lactone) ของสารสีรูโบรฟังกาทินและสารสีโมนาสโครูบริน เกิดจากการผนวกเข้าด้วยกันระหว่างเฮกซาโนเอต ( $C_6$ -units) กับแอซิเตต ( $C_2$ -units) และออกตาโนเอต ( $C_8$ -units) กับแอซิเตต ( $C_2$ -units) ตามลำดับ จึงหมดข้อสงสัยว่าส่วนของคาร์บอน 2 อะตอมที่มาต่อกับเฮกซาโนเอตและออกตาโนเอตเป็นแอซิเตต ไม่ได้เกิดจากการผนวกเข้ากับมาโลเนตแล้วเกิดกระบวนการคาร์บอกซิเลชัน

Hajjai และคณะ (2000) อธิบายถึงการสังเคราะห์สารสีในเส้นใยเชื้อรา (ภาพที่ 2.6) เกิดจากการรวมตัวของอะซิเตต 1 โมลกับมาโลเนต 3 โมลทำให้เกิดกรดไขมันที่มีสายยาวปานกลาง เช่น octanoic acid จากการสังเคราะห์วิถีกรดไขมัน (fatty acid pathway) ซึ่งจะรวมตัวกับอะซิติลโคเอ เป็นสารคีโตแอซิด และเกิดปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชัน กับโครงสร้างโครโมฟอร์ เกิดเป็นสารสีส้มโมนาสโครูบริน หรือเป็นสารรูโบรฟังกาทิน และเมื่อเกิดปฏิกิริยาทรานเอสเทอร์ฟิเคชันกับ hexanoic acid สารสีส้มจะลดลงเปลี่ยนเป็นสารสีเหลือง เกิดเป็นสารอังกักฟลาวินจากโมนาสโครูบริน ส่วนสารสีแดง โมนาสโครูบรามีน และรูโบรฟังกาทามีน จะเกิดจากปฏิกิริยาอะมิเนชัน (amination) ของสารสีส้มกับแอมโมเนีย



ภาพที่ 2.6 แสดงการสังเคราะห์สารสีแดง N - glutarylmonascorubramine ของ *M. ruber*

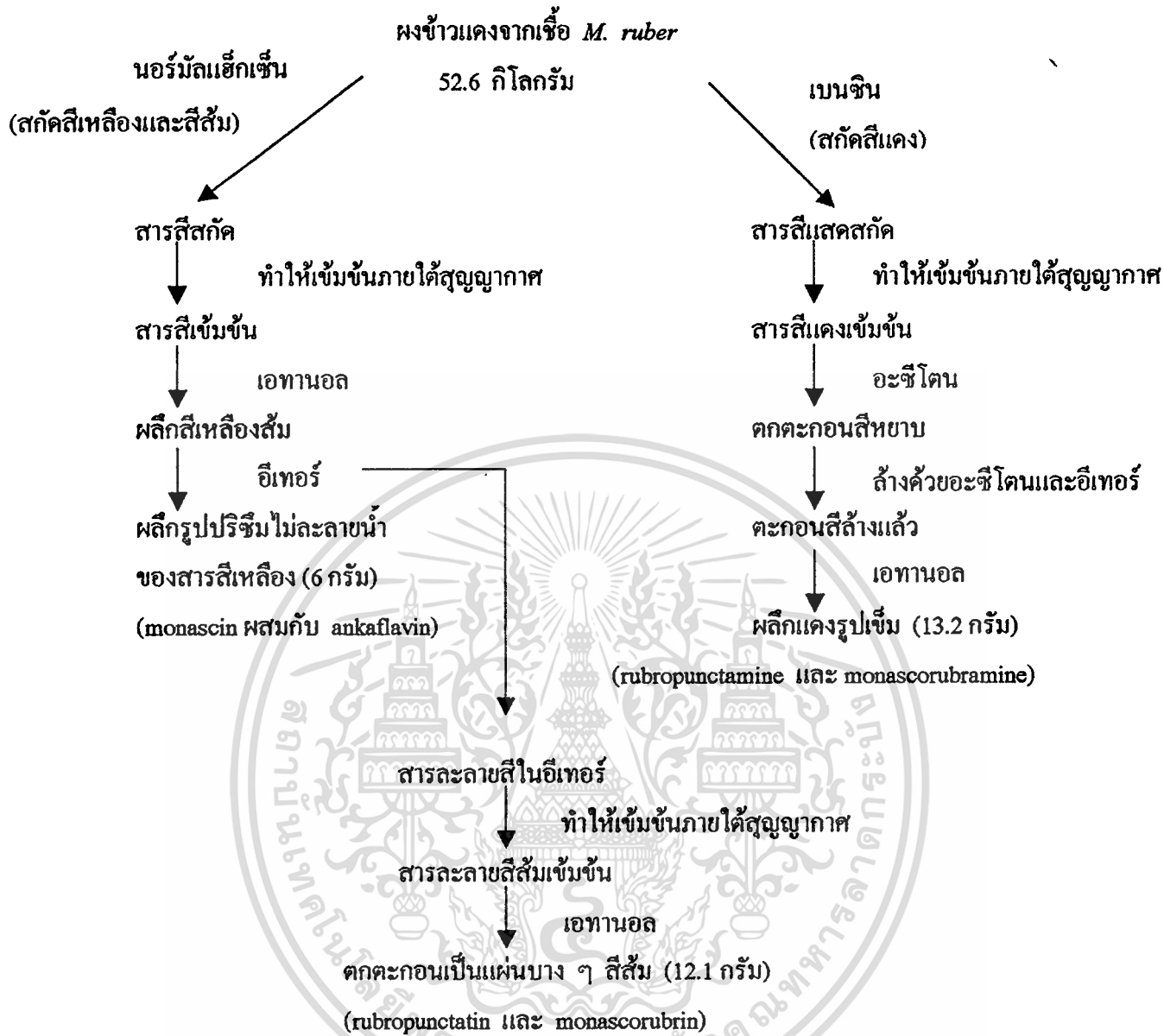
ที่มา : Hajjai *et al.* (2000).

## 2.6 การแยกสารสีโมแนลค์ส

วิธีสกัดสีออกจากเส้นใยจะแตกต่างกันไปทั้งทางด้านการใช้ตัวทำละลายเป็นตัวสกัด และ ปริมาณความเข้มข้นของตัวทำละลายที่ใช้สกัด Broder และ Koehler (1980) ทดลองใช้เมทานอล คลอโรฟอร์ม เอทานอล และอะซีโตน ในการสกัดสีออกจากเส้นใย พบว่าสารที่สกัดได้ดีที่สุด คือ เมทานอล ซึ่งสีที่สกัดได้จะมีค่าดูดกลืนแสงเด่นอยู่ที่ 2 สี ที่ความยาวคลื่น 390 นาโนเมตร (สีเหลือง) และ 500 นาโนเมตร (สีแดง)

Lin (1973) ใช้เอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ ในการสกัดสีออกจากเส้นใย นำเอาส่วนสีที่ กรองได้ไปวัดค่าสีด้วยสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร Lin และ Iizuka (1982) วัดค่าสีที่ละลายน้ำได้และสีที่ละลายได้ในน้ำและละลายในเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ได้ ด้วย นำมาวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400 นาโนเมตร และ 500 นาโนเมตร

Sweeny และคณะ (1981) ได้ทำการแยกสีบริสุทธิ์ชนิดต่าง ๆ จากข้าวแดง และแบ่ง ชนิดของสารสีออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย สีแดงคือ รูโบรฟังกามิน และโมนาสโครูบรามิน สีส้มคือรูโบรฟังกาทิน และโมนาสโครูบริน และสีเหลืองคือ โมนาสนิน และอังกักฟลาวิน (ภาพที่ 2.7)



ภาพที่ 2.7 แสดงการแยกสารสีจากผงข้าวแดง

ที่มา : Sweeny *et al.* (1981).

## 2.7 ความคงตัวของสารสีโมแนสคัส

สารสีโมแนสคัสจะไวต่อแสง อุณหภูมิสูง และความเป็นกรด ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการใช้ในอุตสาหกรรมอาหารจึงได้มีการพัฒนาความคงตัวของสารสีเพื่อให้ใช้ได้ดีในกระบวนการแปรรูปอาหาร

Sweeny และคณะ (1981) ศึกษาความคงตัวของสารสีแดงจาก *M. anka* จากแสงแดดในสารละลายที่พีเอช 2.8 และ 6.0 พบว่าสาร 1,4,6-trihydroxynaphthalene สามารถป้องกันการแตกสลายของสารสีจากแสงแดดได้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับจำนวนและตำแหน่งของไฮดรอกซีในวงแหวนแนปทาลีน (naphthalene)

Wong และ Koehler (1983) พบว่าเมื่อนำสารสีจากเชื้อรามาสกัดด้วย aminoacetic acid และ aminobenzoic acid ทำให้สารสีมีความคงตัวต่ออุณหภูมิ พีเอชและแสงอุลตราไวโอเลต ได้ดีขึ้น โดยสามารถคงตัวที่พีเอชเป็นกลางและพีเอชเป็นด่าง และคงตัวต่อแสงอุลตราไวโอเลตได้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ หลังจากได้รับแสงนาน 36 ชั่วโมง

วรรณภา ทาบโลกา (2529) พบสีแดงจาก *Monascus* spp. KB 11304 คงตัวตั้งแต่พีเอชเป็นกลางจนถึงด่าง มีความคงตัวที่อุณหภูมิน้ำเดือดนาน 15 นาที และคงตัวต่อการละลายในตัวทำละลายกลีเซอรอลเข้มข้น 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสีเหลืองของเชื้อรา *Monascus* spp. KB 21035 คงตัวที่พีเอช 4-11 คงตัวที่อุณหภูมิน้ำเดือดนานถึง 120 นาที และ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที คงตัวได้ดีในที่มืดและอุณหภูมิห้องโดยไม่ลดปริมาณสีเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 3 วัน คงตัวต่อการละลายในตัวทำละลายโซเดียมเบนโซเอท 1.0 เปอร์เซ็นต์ กลีเซอรอล น้ำ และกรดอะซิติกเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์

### ตารางที่ 2.4 แสดงสมบัติของสารสีโมแนสคัส

สมบัติ	สีแดง	สีเหลือง
ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด	420, 500	370, 370
ความคงทนต่อพีเอช	4 – 11	2 – 11
การละลาย	เอทานอล น้ำ เมทานอล	น้ำ เมทานอล อะซิโตน
ความคงตัวต่อความร้อน	ดีพอใช้	ดีกว่าสีแดง
ความคงตัวต่อแสง	พอใช้	ดี
ความปลอดภัย	ดี	ดี

ที่มา : บุญบา ขงสมิทธิ (2531)

Lee และ Chen (2000) พบว่าสารสีโมแนสคัสจะมีความคงตัวที่แสงฟลูออเรสเซนซ์และแสง ยูวี และจะมีการเปลี่ยนแปลงช้า ๆ ที่ในสภาวะแสงแดดตอนกลางวัน ดังตารางที่ 2.5 สารสีโมแนสคัสจะไวต่ออนุมูลสูง และอัตราการเปลี่ยนแปลงจะขึ้นกับอนุมูล สารโซเดียมไบซัลไฟต์และกรดแอสคอร์บิกจะทำให้เกิดการสลายของสารสีที่อนุมูล 80 องศาเซลเซียส แต่กรดซิตริกจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารสี

ตารางที่ 2.5 แสดงคุณสมบัติของสารสีโมแนสคัส และความคงตัวของสารสีในสภาวะต่าง ๆ

คุณสมบัติ	<i>Monascus</i> B683M	China	Japan
Color content (OD units/g)	8,000	8,000	8,000
Water solubility	Soluble in water at pH 5.0	Soluble in water at pH >5.0	Soluble in water at pH >5.0
Hue (at 0.1 %)	Bright red	Orange red	Bright orange red
Hygroscopy (by observation)	Little	Little	Non
Residual content after exposing to :			
(a) sunlight for 4 h from 11 am to 3 pm	88.2 %	88.8 %	79.3 %
(b) fluorescent light (58 W, 0.64 m) for 4 h	98.2 %	97.8 %	97.2 %
(c) UV light (30W, 0.54 m) for 4 h	99.5 %	92.0 %	95.9 %
(d) 121 ° C for 20 min	70.5 %	60 %	60.3 %
(e) 105 ° C for 20 min	84.0 %	74.2 %	66.9 %
(f) Sodiumbisulfite (0.1% w/v), pH 7.0, 80 ° C for 1 h	90.0 %	85.3 %	88.1 %
(g) Ascorbic acid (0.1% w/v), pH 7.0, 80 ° C for 1 h	81.0 %	80.5 %	80.9 %
(f) Citric acid (0.1% w/v), pH 7.0, 80 ° C for 1 h	100 %	100 %	100 %

ที่มา : Lee and Chen (2000).

## 2.8 การใช้ประโยชน์

ในแถบเอเชียได้มีการใช้เชื้อรา *Monascus* spp. ผลิตอาหารหมัก เช่น ข้าวแดง ไวน์ข้าว (rice wine) สุราเกาหลียง (kaoliang brandy) และ เต้าหู้ยี้ (tofu) ซึ่งก่อให้เกิดสีส้ม และกลิ่นเฉพาะ นอกจากนี้ยังใช้ข้าวแดงผสมในตำรับยาจีนเพื่อรักษาโรค (Hesseltine, 1965 ; Lin, 1973 ; Lee, 1995)

ข้าวแดงจะมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีธาตุแคลเซียม ฟอสฟอรัส และวิตามินบีอยู่สูง จากผลการวิเคราะห์ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ (2518) พบว่า ในข้าวแดงมีปริมาณแร่ธาตุ และวิตามินอยู่สูงกว่าข้าวสารมาก ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว เห็นได้ว่าข้าวแดงมีปริมาณวิตามินบีสองสูงกว่าข้าวสารถึง 185 เท่า (ตารางที่ 2.6)

ตารางที่ 2.6 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปริมาณแร่ธาตุและวิตามินในข้าวสารพันธุ์ขาวมะลิ และข้าวแดงที่ผลิตได้

รายการ	ข้าวพันธุ์ขาวมะลิ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)	ข้าวแดงที่ผลิตได้ (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)
แคลเซียม	4.30	18.70
ฟอสฟอรัส	86.70	326.00
วิตามินบี 1	0.12	0.54
วิตามินบี 2	0.04	9.28

ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์บริการ (2518)

เชื้อรา *Monascus* spp. บางสายพันธุ์สามารถสร้างสารที่มีคุณสมบัติเป็นสารปฏิชีวนะที่มีความจำเพาะเจาะจงต่อเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus* spp. *Bacillus* spp. และ *Pseudomonas* spp. ซึ่งทั้ง 3 สกุลพบว่า เป็นเชื้อสาเหตุที่ทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ และก่อให้เกิดอาหารเน่าเสีย Wong และ Koehler (1981) ได้แยกสารปฏิชีวนะจากเชื้อรา *M. purpureus* N<sub>11</sub>S แล้วนำมาทดสอบกับเชื้อแบคทีเรีย *B. subtilis* ด้วยวิธี paper assay disc พบว่าต้องใช้ปริมาณอย่างน้อยที่สุด 1.5 ไมโครกรัมต่อ 6 มิลลิเมตร

ข้าวแดงได้ถูกใช้เป็นสารเจือสีในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งเป็นสารสีจากธรรมชาติที่มีความปลอดภัย ราคาถูก โดยใช้ในเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ น้ำหวาน นํ้านม นมเปรี้ยว น้ำผลไม้ แยม ขนมหม ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์ซูริมิ เป็นต้น

นอกจากนั้นข้าวแดงยังใช้เป็นส่วนประกอบในเครื่องยาจีน เนื่องจากมีสารโมนาโคลิน เค (monacolin K) โดยสารนี้สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ 3 - hydroxy - 3 - methylglutaryl coenzyme A (HMG - CoA) reductase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ใช้ในการสังเคราะห์โคเลสเตอรอล ทำให้มีคุณสมบัติในการลดปริมาณโคเลสเตอรอลในเลือดได้ ใช้ในผู้ป่วยที่มีปริมาณไขมันในเลือดสูง และยังพบว่า สารสีโมนาสโครูบริน (monascorubrin) จากเชื้อรา *M. anka* สามารถยับยั้งการส่งเสริมเนื้องอกในหนู เนื่องจากสารสีสามารถยับยั้งกระบวนการอักเสบ อันเกิดจากสารทีพีเอ (TPA : 12 - O - tetradecanoylphorbol - 13 - acetate) ซึ่งเป็นสารที่ส่งเสริมการเกิดเนื้องอก

สารโมนาโคลิน เค (monacolin K) มีผลต่อปริมาณโคเลสเตอรอล (total cholesterol) ไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ (low density lipoprotein cholesterol ; LDL - C) และไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นสูง (high density lipoprotein cholesterol ; HDL - C) LDL - C เป็นโคเลสเตอรอลที่ไม่ดี (bad cholesterol) ทำให้เลือดตกตะกอนเป็นลิ่มแล้วเกาะติดที่ผนังเส้นเลือดเป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้ผนังของเส้นเลือดภายในหนาขึ้น การไหลเวียนของเลือดไม่สะดวกก่อให้เกิดการอุดตันของเส้นเลือด ส่วน HDL - C เป็นโคเลสเตอรอลที่ดี (good cholesterol) เนื่องจากนำโคเลสเตอรอลที่ไม่จำเป็นต่อร่างกายกลับไปสู่ตับ แล้วขับถ่ายออกเรียกกระบวนการนี้ว่า "Reverse Transportation of cholesterol" ถ้าในร่างกายมีระดับ HDL - C ต่ำกว่า 35 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตรจะมีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคเส้นเลือดในสมอง และหัวใจอุดตัน

Wang และคณะ (2000) ได้ทดลองให้หนูได้รับข้าวแดงเป็นระยะ 6 เดือน หลังจากนั้นจะวัดปริมาณไขมันในเลือด และค้นพบว่าความเข้มข้นของซีรัมไตรกลีเซอไรด์ โคเลสเตอรอล VLDL - C (very low density lipoprotein cholesterol) และ LDL - C จะลดลง ส่วน HDL - C จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากข้าวแดงจะมีสารในกลุ่มโมนาโคลินซึ่งเป็นสารเมแทบอลิต์ทุติยภูมิที่ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ HMG - CoA reductase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ใช้ในการสังเคราะห์โคเลสเตอรอล

Moll และ Farr (1976) ทดลองใช้สารสีจาก *M. rubiginosus* เจือสีในผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยว โดยเติมสารสีในปริมาณต่าง ๆ กัน 3 ระดับ 0.2 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์ และได้นำมาเปรียบเทียบกับนมเปรี้ยวธรรมชาติ นมเปรี้ยวที่เติมสารสี 0.2 เปอร์เซ็นต์จะมีสีแดงอ่อน และนมเปรี้ยวที่เติมสารสี 1 เปอร์เซ็นต์จะมีสีแดงเข้ม

Fink - Gremmels และคณะ (1991) ได้สกัดสารสีโมเนสคัสจาก *M. purpureus* DSM 1379 ด้วยเมทานอลแล้วเติมลงในไส้กรอกแพรงเฟอเตอร์ เพื่อลดปริมาณไนโตรที่ในผลิตภัณฑ์ซึ่ง

พบว่าสารสีสกัดจะทำให้เกิดสีน้ำตาลแดงซึ่งเป็นสีที่ผู้บริโภคต้องการในผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีไนโตรที่ และเมื่อนำไปให้แสงเป็นเวลา 30 นาที และ 2.5 ชั่วโมง สีของไส้กรอกที่เติมสารสีโมเนสค์จะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

Farbe และคณะ (1993) ศึกษาคุณสมบัติของสารสีจาก *M. ruber* ในอาหารเลี้ยงเชื้อ โดยใช้เอทานอลและกลูตามิคเป็นแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจน หลังจากการสกัดและการทำให้บริสุทธิ์ก็ได้ตรวจสอบคุณสมบัติของสารสีที่อยู่ในสารละลาย โดยทดสอบความคงตัวของสารสีทั้งในสารละลายและเมื่อเติมลงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ พบว่าสารสีที่เติมลงในผลิตภัณฑ์จะยังคงอยู่ได้เมื่อเก็บที่ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลานานถึง 3 เดือน จะคงตัวอยู่ระหว่าง 92-98 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสปรากฏว่าผลิตภัณฑ์ที่เติมสารสีจาก *M. ruber* จะช่วยเพิ่มกลิ่นรส เนื่องจากสารสีรวมตัวกับกลูตามิค

Lee และคณะ (1995) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากสารสีเพื่อผลิตเหล้าสาเกโดยทำโปรโตพลาสทิวชันระหว่างเชื้อรา *M. anka* กับเชื้อรา *Aspergillus oryzae* การเลี้ยงโดยใช้เทคนิคกึ่งการหมักแห้งและหมักเปียก (solid-liquid state culture method)

ทศพร นามโฮง (2544) ศึกษาการใช้ข้าวแดงเพื่อปรับปรุงสีในไส้กรอกอิมัลชัน โดยเปรียบเทียบด้วยการประเมินผลทางประสาทสัมผัสกับไส้กรอกที่ใช้ผงเพอร์ 0.3 เปอร์เซ็นต์ พบว่าข้าวแดงบดละเอียดในระดับ 0.6 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเนื้อ ผู้รับให้การยอมรับมากที่สุด ส่วนการใช้สีที่สกัดจากข้าวแดงบดละเอียด พบว่าไส้กรอกจากสีที่สกัดจากข้าวแดงบดละเอียดในระดับ 0.3 0.6 และ 0.9 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันในเรื่องสี และการยอมรับโดยรวม และเมื่อเก็บไส้กรอกที่ปรับปรุงสีโดยใช้ข้าวแดงบดละเอียด พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าสี

## 2.9 ความปลอดภัยของสารสีโมเนสค์

เชื้อราโมเนสค์มีประวัติใช้เป็นแหล่งเอนไซม์เพื่อผลิตอาหารหมักพื้นบ้านในประเทศจีน และแถบเอเชียมาเป็นเวลานานหลายร้อยปีแล้ว สัทธิธรรมชาติจากเชื้อราโมเนสค์ถูกนำมาใช้เป็นสีผสมอาหารแทนสีสังเคราะห์ที่ผลิตโดยวิธีทางเคมี เพราะมีราคาถูก ความปลอดภัยสูงกว่า อีกทั้งยังไม่พบว่าเป็นสารก่อมะเร็งเหมือนในสีผสมอาหารประเภทสังเคราะห์ที่มีองค์ประกอบพวก coal tar dyes

บุญบา ขงสมิทธิ์ และคณะ (2531) ทดสอบความเป็นพิษของสารสีที่ได้จากเชื้อราโมเนสค์ต่อการฟักตัวของไข่ไก่ (ตารางที่ 2.7) ต่อการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมของเม็ดเลือดขาวและต่อหนู พบว่าสารสีไม่มีพิษต่อการฟักตัวของไข่ไก่ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของ

โครโมโซมของเม็ดเลือดขาว และไม่พบความผิดปกติใด ๆ ในหนูทดลอง ซึ่งตรงกับการทดสอบความเป็นพิษของสารสีจากเชื้อราโมแนสค์สในหนูของ Kaio และคณะ (1978)

ตารางที่ 2.7 แสดงเปอร์เซ็นต์การฟักตัวของไข่ไก่ เมื่อฉีดด้วยน้ำสีเหลือง และน้ำสีแดงจาก

*M. barkeri* และ *M. kaoliang* ตามลำดับ

ตัวอย่างน้ำสีที่ฉีดไข่	จำนวนไข่ ( ฟอง )	จำนวนไข่ที่ฟักเป็นตัวทั้งหมด ( ฟอง )	เปอร์เซ็นต์การฟักเป็นตัว
Control			
ไม่ฉีดน้ำกลั่น	10	6	77.5
ฉีดน้ำกลั่น	30	25	83.3
<i>M. barkeri</i> KB10 ( 35.55 หน่วยต่อมิลลิลิตร )			
สีเหลืองเจือจาง 2 เท่า	10	9	90.00
เจือจาง 5 เท่า	25	21	84.00
<i>M. kaoliang</i> KB9 ( 67.90 หน่วยต่อมิลลิลิตร )			
สีแดงเจือจาง 2 เท่า	30	23	76.67
เจือจาง 5 เท่า	30	25	83.33

ที่มา : บุษบา ขงสมิทธิ และคณะ (2531)

## 2.10 อันตรายของไนเตรดและไนไตรท์

ทั้งไนเตรดและไนไตรท์เป็นพิษแก่ร่างกายเมื่อบริโภคในปริมาณมากเกินไป โดยเฉพาะไนไตรท์มีพิษแรงกว่าไนเตรดเพราะเมื่อซึมผ่านลำไส้เข้าสู่กระแสโลหิตแล้วจะไปออกซิไดส์ฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงกลายเป็น เมทไมโอโกลบิน (metmyoglobin) ซึ่งจะทำให้เม็ดเลือดนั้นหมดสภาพไม่สามารถลำเลียงออกซิเจนได้อีก ความเป็นพิษไนเตรดได้มีรายงานไว้ว่า เด็กคัมมน้ำที่มีไนเตรดเพียง 30 พีพีเอ็ม แล้วเสียชีวิตแสดงว่าไนเตรดมีพิษต่อเด็กมาก โดยเฉพาะทารกที่อายุต่ำกว่า 6 สัปดาห์เพราะในกระเพาะของเด็กมีแบคทีเรียที่รีดิวซ์ไนเตรดให้เป็นไนไตรท์ได้ ประกอบกับเด็กยังไม่สร้างกรดเกลือในกระเพาะที่จะช่วยกำจัดแบคทีเรียดังกล่าวได้แม้ในผู้ใหญ่ที่ได้รับไนเตรดในปริมาณมากเกินไป และมีเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวอยู่ในกระเพาะจะได้รับพิษดังกล่าวได้เช่นกัน จึงเป็นข้อพึงระวังการบริโภคผลิตภัณฑ์พวก cured meat ในเด็กอ่อน ปัจจุบันในประเทศไทย อนุญาตให้ไนเตรดและไนไตรท์เป็นสารเคมีถนอมอาหารชนิดสังเคราะห์ (synthetic chemical preservative) มีกฎหมายควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากพิษอันเนื่องจากไนเตรตและไนไตรท์โดยตรงดังกล่าวแล้ว ยังพบว่าสารประกอบดังกล่าวจะช่วยให้เกิดสารประกอบที่เรียกว่าไนโตรซามีน (nitrosamine) ซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่าสารนี้คือสารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็ง (carcinogen) เช่น ไดเอทิลไนโตรซามีน (diethylnitrosamine) เป็นสาเหตุโรคมะเร็งในตับของสัตว์ทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

# อุปกรณ์และวิธีการ

### 3.1 วัตถุดิบ และสารเคมี

#### 3.1.1 วัตถุดิบในการผลิตไส้กรอกและกุนเชียง

- เนื้อหมูส่วนสันนอก
- มันแข็ง
- เครื่องเทศ
- เกลือ
- น้ำตาล
- ไข่เทียม (regenerated collagen)
- ข้าวแดง ได้รับความอนุเคราะห์จาก บ. กริฟฟิท์ ที เอ็น เอฟ จำกัด

#### 3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์

- Cooked meat medium
- Plate count agar
- Peptone
- Sulphite polymyxin sulphadiazin agar

### 3.2 อุปกรณ์

#### 3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้เตรียมไส้กรอกและกุนเชียง

- |                          |                      |                |
|--------------------------|----------------------|----------------|
| - เครื่องสับผสม          | DITO SAMA            | เยอรมันนี      |
| - เครื่องชั่งชนิดหยาบ    | Mettler, AE 204      | สวิตเซอร์แลนด์ |
| - เครื่องชั่งชนิดละเอียด | Mettler, AE 3000     | สวิตเซอร์แลนด์ |
| - เครื่องบดเนื้อ         | US BERKEL            | เยอรมันนี      |
| - เครื่องบรรจุไส้        | Handtman             | เยอรมันนี      |
| - เครื่องทำแห้งแบบถาด    | Tray dryer B.W.S - 3 |                |
| - เครื่องบรรจุสุญญากาศ   | Vacuum VAMA          | เยอรมันนี      |
| - ตู้อบรมควัน            | Autotherm            | เยอรมันนี      |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์สี

- เครื่องวัดสี Minolta, CR – 300

### 3.2.3 อุปกรณ์ที่ใช้วัดค่า water activity

- เครื่องวัดค่า water activity Thermoconstanter สวิตเซอร์แลนด์

### 3.2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- จานพลาสติก
- แก้วน้ำพลาสติก

### 3.2.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

- อุปกรณ์เครื่องแก้ว
- Autoclave
- ตู้บ่มเชื้อ
- ตู้อบลมร้อน
- Stomacher

### 3.2.6 อุปกรณ์ที่ใช้ศึกษาอายุการเก็บรักษา

- ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ Sanyo ไทย

## 3.3 สถานที่ดำเนินการ

ห้องตัดแต่งเนื้อสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### 3.4 วิธีการทดลอง

#### 3.4.1 การใช้ข้าวแดงในการแต่งสีและทดแทนปริมาณไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน

ศึกษาผลของปริมาณข้าวแดง 4 ระดับ คือ 0.25 % 0.50 % 0.75 % และ 1.00 % ของน้ำหนักเนื้อ โดยใช้ข้าวแดงแทนไนโตรเจนในสูตรควบคุม (ตารางที่ 3.1) และมีขบวนการผลิตดังภาพที่ 3.1 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำไส้กรอกมาทำการตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

ก. สี โดยใช้เครื่อง Chroma meter (Minolta, CR-300)

นำไส้กรอกมาหั่นตามขวางเป็นแผ่นบางขนาด 2 มิลลิเมตร วัดสีของพื้นที่ภาคตัดขวางของไส้กรอก และปอกเปลือกบริเวณผิวหนังด้านนอกของไส้กรอก นำมาแผ่ออกเพื่อวัดสีบริเวณผิวหนังด้านนอกของไส้กรอก

โดยวัดค่า

L = lightness (0 = black, 100 = white)

a = redness / greenness (+ = red, - = green)

b = yellowness / blueness (+ = yellow, - = blue)

นำมาคำนวณค่า Hue (angle of rotation) และค่าความแตกต่างของสี (total color difference)  $\Delta E$

H = 0 degree → red                      H = 90 degree → yellow

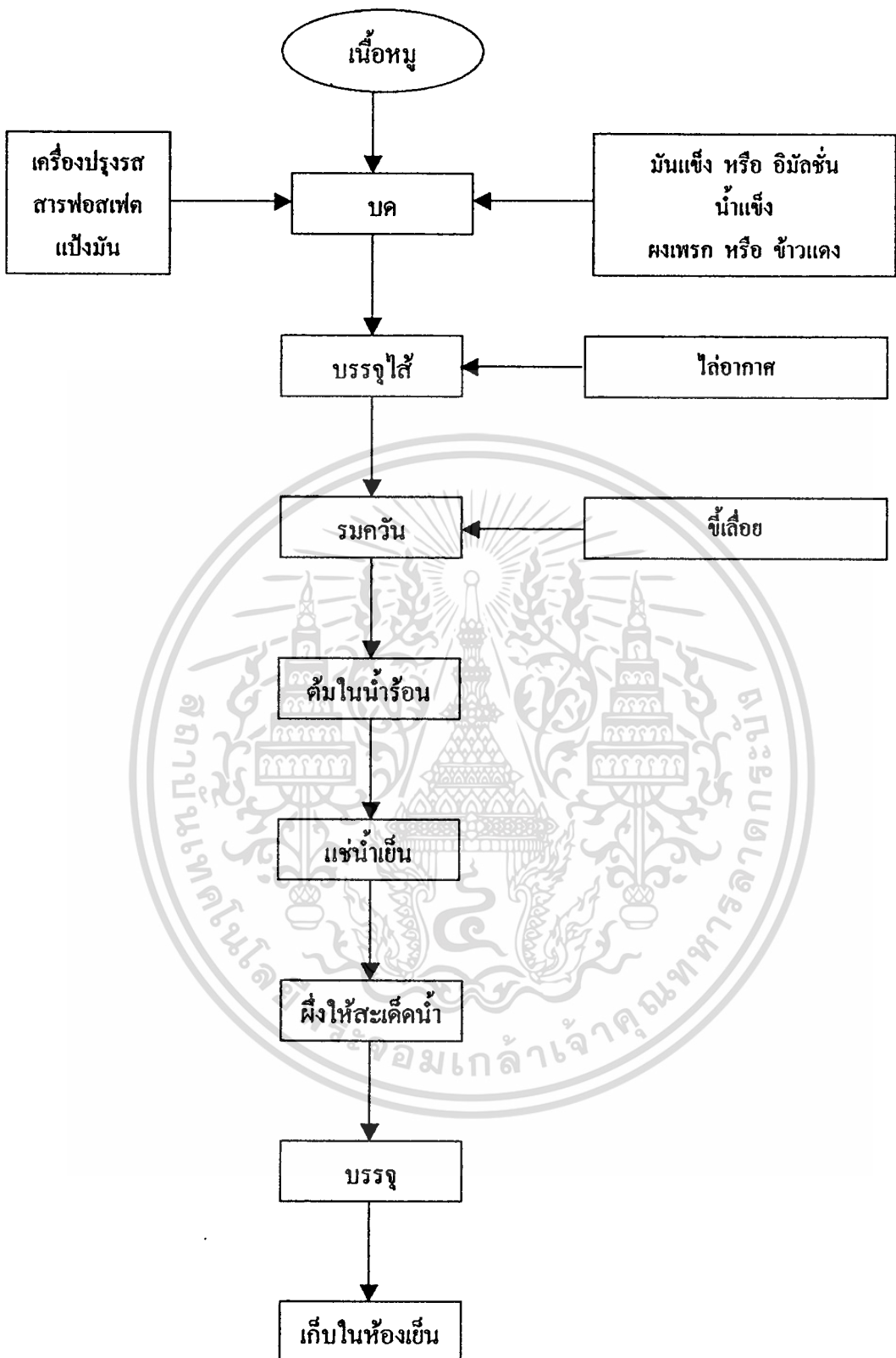
H = 180 degree → green                      H = 270 degree → blue

$$(\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}; \text{Hue} = \tan^{-1} b/a)$$

ตารางที่ 3.1 แสดงสูตรควบคุมไส้กรอกรมควัน

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัม)
เนื้อหมู	5000
มันแข็ง	3000
น้ำแข็ง	2000
เกลือ	107
ผงเพรก	26
ฟอสเฟต (K <sub>2</sub> )	53
น้ำตาลทราย	42
ผงชูรส	17
วินเนอร์พริกชี้ *	200
กระเทียมบด	100
หอมหัวใหญ่	183
ปาปริก้า	10
อิทธิรอบเท	7

หมายเหตุ : \* เป็นเครื่องเทศประกอบด้วย ปาปริก้า พริกไทย ดอกจันทร์ เมล็ดผักชี ขิงผง ผงชูรส น้ำตาลทราย และเป้งมัน



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการผลิตไส้กรอกแบบอิมัลชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข. คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำไส้กรอกรมควันไปทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมโดยให้ผู้ทดสอบชิม 20 คน โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9 – point Hedonic Scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS) เวอร์ชัน 10.0 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเพื่อนำไปศึกษาอายุการเก็บ

### 3.4.2. ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก

3.4.2.1 นำไส้กรอกรมควันที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.4.1 บรรจุลงใน ถุงพลาสติกโพลีโพรไพลีน หนาประมาณ 25 – 30 ไมครอน และถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ลามิเนตชนิด OPP 20/MPET 12/ LLDPE 30 ไมครอน ปิดผนึกแบบสุญญากาศ ศึกษาที่สภาวะการเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน ติดตามผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุก ๆ 3 วัน ทำการตรวจสอบคุณภาพ

#### ก. คุณภาพทางกายภาพและเคมี

- สี โดยใช้เครื่อง Chroma meter (Minolta, CR-300)

โดยวัดค่า L a b นำมาคำนวณค่าความแตกต่างของสี ( $\Delta E$ ) และ Hue

- Water Activity ( $a_w$ )

- ความชื้น

#### ข. คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ โดยตรวจเชื้อ

- แอนแอโรบิกแบคทีเรีย (AOAC., 1995)

- *Clostridium perfringens* (AOAC., 1995)

3.4.2.2 นำไส้กรอกรมควันที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.4.1 บรรจุลงใน ถุงพลาสติกโพลีโพรไพลีนหนาประมาณ 25 – 30 ไมครอน และถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ลามิเนตชนิด OPP 20/MPET 12/ LLDPE 30 ไมครอน ปิดผนึกแบบธรรมดา ศึกษาที่สภาวะการเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน ติดตามผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุก ๆ 3 วัน ทำการตรวจสอบคุณภาพ

- ก. คุณภาพทางกายภาพและเคมี
- สี โดยใช้เครื่อง Chroma meter (Minolta, CR-300)  
โดยวัดค่า L a b นำมาคำนวณค่าความแตกต่างของสี ( $\Delta E$ ) และ Hue
  - Water Activity ( $a_w$ )
  - ความชื้น
- ข. คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ โดยตรวจเชื้อ
- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) (AOAC., 1995)

### 3.4.3 การใช้ข้าวแดงในการแต่งสีและทดแทนปริมาณไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์กุนเชียง

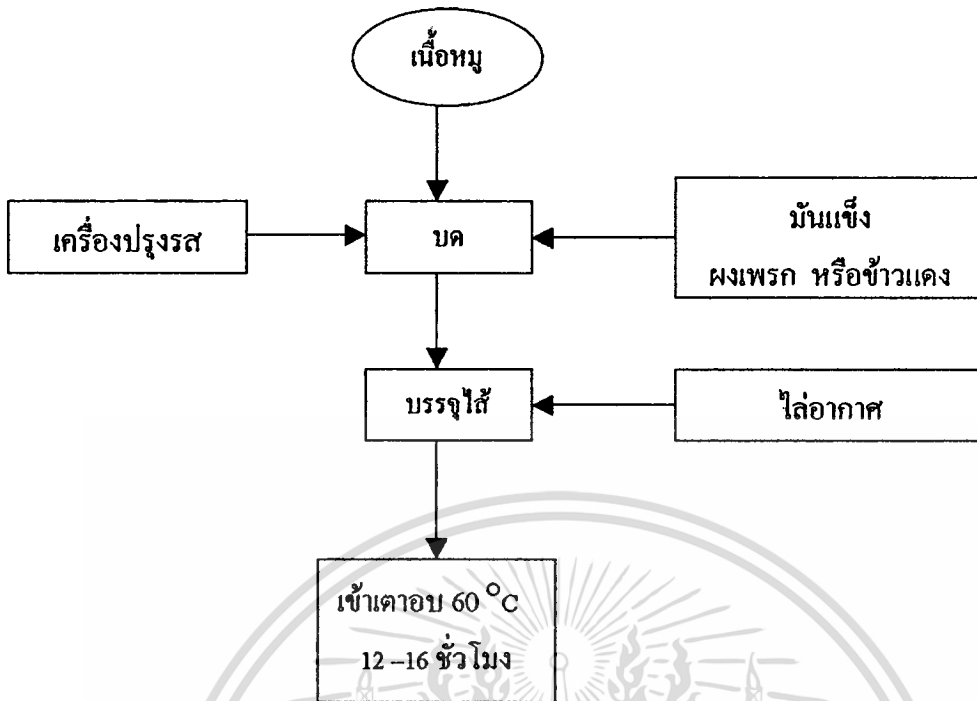
ศึกษาผลของปริมาณข้าวแดง 4 ระดับ คือ 0.25 % 0.50 % 0.75 % และ 1.00 % ของน้ำหนักเนื้อ โดยใช้ข้าวแดงแทนไนโตรเจนในสูตรควบคุมดังตารางที่ 3.2 และมีขบวนการผลิตดังภาพที่ 3.2 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำกุนเชียงมาทำการตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

ก. สี โดยใช้เครื่อง Chroma meter (Minolta, CR-300)

นำกุนเชียงมาหั่นตามขวางเป็นแผ่นบางขนาด 2 มิลลิเมตร วัดสีของพื้นที่ภาคตัดขวางของกุนเชียง และปอกเปลือกบริเวณผิวด้านนอกของกุนเชียง นำมาแผ่ออกเพื่อวัดสีบริเวณผิวด้านนอกของไส้กรอก โดยวัดค่า L a b และนำมาคำนวณค่าความแตกต่างของสี ( $\Delta E$ ) และ Hue

ตารางที่ 3.2 แสดงสูตรควบคุมของกุนเชียง

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัม)
เนื้อหมู	3,000
มันแข็ง	750
ผงเพรก	5
ฟอสเฟต	7
โซเดียมแอสคอร์เบท และอิทรอบท	20
ผงพะโล้	3
เกลือ	80
น้ำตาลทราย	750
ผงชูรส	10



ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการผลิตกุนเชียง

#### ข. คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำกุนเชียงไปทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับตัวอย่าง

ควบคุมโดยใช้ผู้ทดสอบชิม 20 คน โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9 – point Hedonic Scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 = ชอบมากที่สุด) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวม วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS) เวอร์ชัน 10.0 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเพื่อนำไปศึกษาอายุการเก็บ

#### 3.4.4 ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์กุนเชียง

3.4.4.1 นำกุนเชียงที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.4.3 บรรจุลงใน ถุงพลาสติกโพลีโพรไพลีนหนาประมาณ 25 – 30 ไมครอน และถุงอะลูมิเนียมพอยด์ลามีเนตชนิด OPP 20/ MPET 12/ LLDPE 30 ไมครอน ปิดผนึกแบบสุญญากาศ ศึกษาที่สภาวะการเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ  $8 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 เดือนติดตามผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุก ๆ 5 วัน ทำการตรวจสอบคุณภาพ

ก. คุณภาพทางกายภาพและเคมี

- สี โดยใช้เครื่อง Chroma meter (Minolta, CR – 300)  
โดยวัดค่า L a b นำมาคำนวณค่าความแตกต่างของสี ( $\Delta E$ ) และ Hue
- Water Activity ( $a_w$ )
- ความชื้น

ข. คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ โดยตรวจเชื้อ

- แอนแอโรบิกแบคทีเรีย (AOAC., 1995)
- *Clostridium perfringens* (AOAC., 1995)

3.4.4.2 นำขุนเชียงที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.4.3 บรรจุลงในถุงพลาสติกโพลีโพรไพลีนหนาประมาณ 25 – 30 ไมครอน และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนตชนิด OPP 20/ MPET 12/ LLDPE 30 ไมครอน ที่เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร จำนวน 12 รู ปิดผนึกแบบ

ธรรมดา เก็บที่อุณหภูมิห้อง ที่ความชื้นสัมพัทธ์บรรยากาศ 55 – 60 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 เดือน ติดตามผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุก ๆ 5 วัน ทำการตรวจสอบคุณภาพ

ก. คุณภาพทางกายภาพและเคมี

- สี โดยใช้เครื่อง Chroma meter (Minolta, CR – 300)  
โดยวัดค่า L a b นำมาคำนวณค่าความแตกต่างของสี ( $\Delta E$ ) และ Hue
- Water Activity ( $a_w$ )
- ความชื้น

ข. คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ โดยตรวจเชื้อ

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) (AOAC., 1995)

## บทที่ 4

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 4.1 การใช้ข้าวแดงทดแทนไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน

จากการใช้ข้าวแดง 4 ระดับ คือร้อยละ 0.25 0.50 0.75 และ 1.00 ของน้ำหนักเนื้อทดแทนไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน และเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้ไนโตรเจน (สูตรควบคุม) ทำการวัดสีทั้งภายในและภายนอก จากการวัดสีภายในโดยนำไส้กรอกรมควันมาหั่นตามขวางเป็นแผ่นบางขนาดประมาณ 2 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.1) พบว่าไส้กรอกรมควันสูตรควบคุมที่ใช้ไนโตรเจนมีค่า L ซึ่งแสดงถึงความสว่างมีค่าสูงที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับไส้กรอกรมควันที่ใช้ข้าวแดงทั้ง 4 ระดับ และเมื่อเพิ่มปริมาณข้าวแดงมากขึ้นค่าความสว่าง (L) มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง สำหรับค่า a ซึ่งแสดงถึงความเข้มของสีแดง (+ หมายถึงสีแดง - หมายถึง สีเขียว) พบว่าไส้กรอกรมควันสูตรควบคุมมีค่า a 11.91 ค่าที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับไส้กรอกรมควันที่ใช้ข้าวแดงทดแทนไนโตรเจน โดยที่เมื่อใช้ปริมาณข้าวแดงเพิ่มขึ้นจะมีค่า a เพิ่มขึ้น สูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 1.00 มีสีแดงเข้มที่สุด และมีค่า a 19.34 ส่วนค่า b ซึ่งแสดงถึงความเข้มของสีเหลือง (+ หมายถึงสีเหลือง - หมายถึง สีน้ำเงิน) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ในทุกตัวอย่างทดลอง ค่า H (Hue) แสดงถึงค่าสีหลัก พบว่าสูตรควบคุมมีค่าสีหลักมากที่สุด 50.95 และเมื่อใช้ปริมาณข้าวแดงเพิ่มขึ้นค่า H จะลดลงแสดงว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวแดงมีความเป็นสีแดงเพิ่มมากขึ้น และจากค่า  $\Delta E$  (total color difference) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมพบว่าเมื่อใช้ข้าวแดงเพิ่มขึ้น  $\Delta E$  จะเพิ่มขึ้น และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ในทุกตัวอย่างทดลอง

ตารางที่ 4.1 แสดงค่า L a b H และ  $\Delta E$  ของสีภายในของไส้กรองกรรมควันสูตรควบคุมกับไส้กรองกรรมควันที่ใช้ข้าวแดงในระดับต่าง ๆ กัน

ชนิดของไส้กรอง	L	a	b	H	$\Delta E$
สูตรควบคุม	69.32 <sup>a</sup> ±0.07	11.91 <sup>a</sup> ±0.18	14.68 <sup>a</sup> ±0.20	50.95 <sup>a</sup> ±0.32	0 <sup>a</sup> ±0.00
ข้าวแดง 0.25 %	67.68 <sup>b</sup> ±0.14	12.76 <sup>b</sup> ±0.04	14.68 <sup>a</sup> ±0.18	48.99 <sup>b</sup> ±0.41	1.87 <sup>b</sup> ±0.12
ข้าวแดง 0.50 %	63.93 <sup>c</sup> ±0.56	16.08 <sup>c</sup> ±0.09	14.63 <sup>a</sup> ±0.34	42.31 <sup>c</sup> ±0.79	6.82 <sup>c</sup> ±0.57
ข้าวแดง 0.75 %	63.11 <sup>c</sup> ±0.41	17.62 <sup>d</sup> ±0.03	14.75 <sup>a</sup> ±0.17	39.94 <sup>d</sup> ±0.32	8.44 <sup>d</sup> ±0.38
ข้าวแดง 1.00 %	58.52 <sup>d</sup> ±1.38	19.34 <sup>c</sup> ±0.44	14.79 <sup>a</sup> ±0.32	37.41 <sup>c</sup> ±0.73	13.12 <sup>c</sup> ±1.40

#### หมายเหตุ

ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

จากการวัดสีผิวค่านอกของไส้กรองกรรมควัน โดยปกเปิดบริเวณผิวด้านนอกของไส้กรองกรรมควัน และแผ่ออก เพื่อให้สะดวกต่อการวัด (ตารางที่ 4.2) พบว่าไส้กรองกรรมควันสูตรควบคุมจะมีค่า L 64.67 สูงที่สุด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับไส้กรองกรรมควันที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.25 และพบว่าไส้กรองกรรมควันที่ใช้ปริมาณข้าวแดงเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.25 เป็นร้อยละ 0.50 0.75 และ 1.00 นั้นจะมีค่า L ลดลงอย่างต่อเนื่อง แสดงว่าเมื่อใช้ข้าวแดงเพิ่มขึ้นจะทำให้ไส้กรองกรรมควันมีสีคล้ำลงเช่นเดียวกับสีภายในของไส้กรองกรรมควัน ส่วนค่า a พบว่าไส้กรองกรรมควันสูตรควบคุมมีค่า a 11.40 และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับไส้กรองกรรมควันที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.25 เมื่อใช้ข้าวแดงเพิ่มขึ้นค่า a ก็จะเพิ่มขึ้น ส่วนค่า b พบว่าไส้กรองกรรมควันสูตรควบคุมจะมีค่า b 18.45 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับไส้กรองกรรมควันที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.25 และเมื่อใช้ปริมาณข้าวแดงเพิ่มขึ้นจะมีค่า b ลดลง ค่า H พบว่าสูตรควบคุมมีค่าสีหลักมากที่สุด 58.30 และเมื่อใช้ปริมาณข้าวแดงเพิ่มขึ้นค่า H จะลดลงเป็น 41.36 แสดงว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวแดงมีความเป็นสีแดงเพิ่มมากขึ้น และค่า  $\Delta E$  เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม พบว่าเมื่อใช้ข้าวแดงเพิ่มขึ้น  $\Delta E$  จะเพิ่มขึ้น และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ในทุกตัวอย่างทดสอบ

ตารางที่ 4.2 แสดงค่า L a b H และ  $\Delta E$  ของสีภายนอกของไส้กรอกรมควันสูตรควบคุมกับ  
ไส้กรอกรมควันที่ใช้ข้าวแดงในระดับต่าง ๆ กัน

ชนิดของไส้กรอก	L	a	b	H	$\Delta E$
สูตรควบคุม	64.67 <sup>a</sup> ±0.17	11.40 <sup>a</sup> ±0.40	18.45 <sup>a</sup> ±0.14	58.30 <sup>a</sup> ±0.79	0 <sup>a</sup> ±0.00
ข้าวแดง 0.25 %	64.14 <sup>a</sup> ±0.54	11.48 <sup>a</sup> ±0.10	18.47 <sup>a</sup> ±0.42	58.13 <sup>a</sup> ±0.61	0.90 <sup>b</sup> ±0.21
ข้าวแดง 0.50 %	60.29 <sup>b</sup> ±0.22	14.70 <sup>b</sup> ±0.11	17.23 <sup>b</sup> ±0.14	49.54 <sup>b</sup> ±0.18	5.62 <sup>c</sup> ±0.23
ข้าวแดง 0.75 %	58.17 <sup>c</sup> ±0.26	16.55 <sup>c</sup> ±0.13	16.15 <sup>c</sup> ±0.30	44.30 <sup>c</sup> ±0.61	8.61 <sup>d</sup> ±0.29
ข้าวแดง 1.00 %	55.66 <sup>d</sup> ±0.43	17.21 <sup>d</sup> ±0.17	15.15 <sup>d</sup> ±0.22	41.36 <sup>d</sup> ±0.26	11.22 <sup>e</sup> ±0.59

#### หมายเหตุ

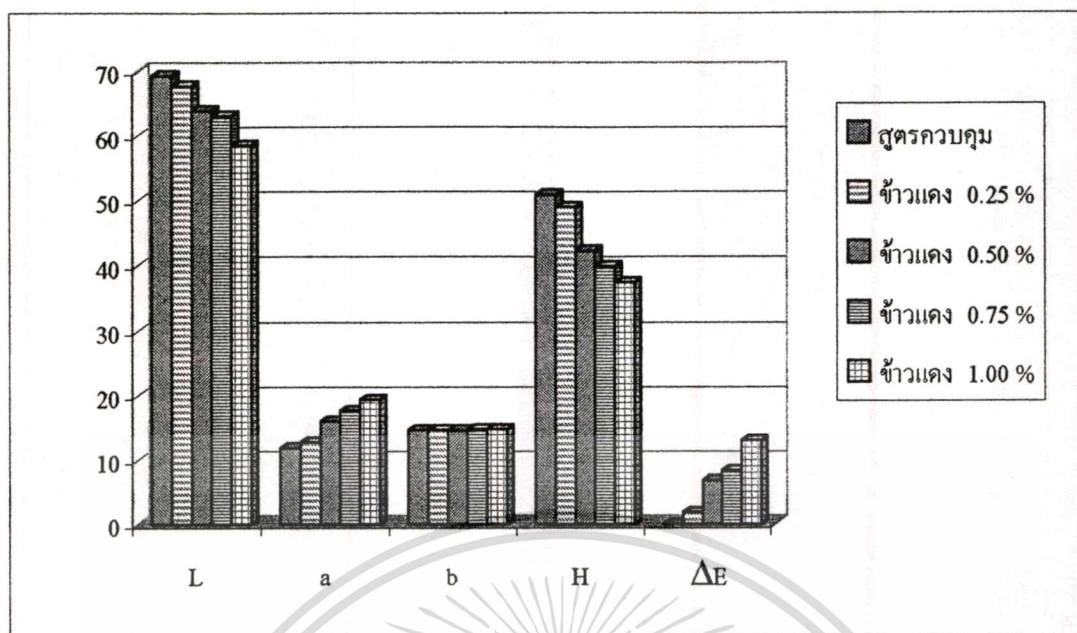
ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวดิ่งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

จากการทดลองพบว่า การใช้ข้าวแดงในการทดแทนในไตรท์จะทำให้ไส้กรอกรมควันมีสีแดงคล้ำ (ภาพที่ 4.1) ซึ่งสีของไส้กรอกรมควันบริเวณภายในและภายนอกจะแตกต่างกัน โดยที่สีภายนอกจะมีความคล้ำมากกว่าสีภายในซึ่งพบได้จากค่า L ที่ต่ำกว่า และมีสีน้ำตาลมากกว่าบริเวณภายในซึ่งพบได้จากค่า b และค่า H (ภาพที่ 4.2) เนื่องจากในขั้นตอนการรมควันทำให้ความชื้นของผิวนอกลดลงต่ำกว่าภายใน ทำให้สีภายนอกมีสีคล้ำและมีสีน้ำตาล

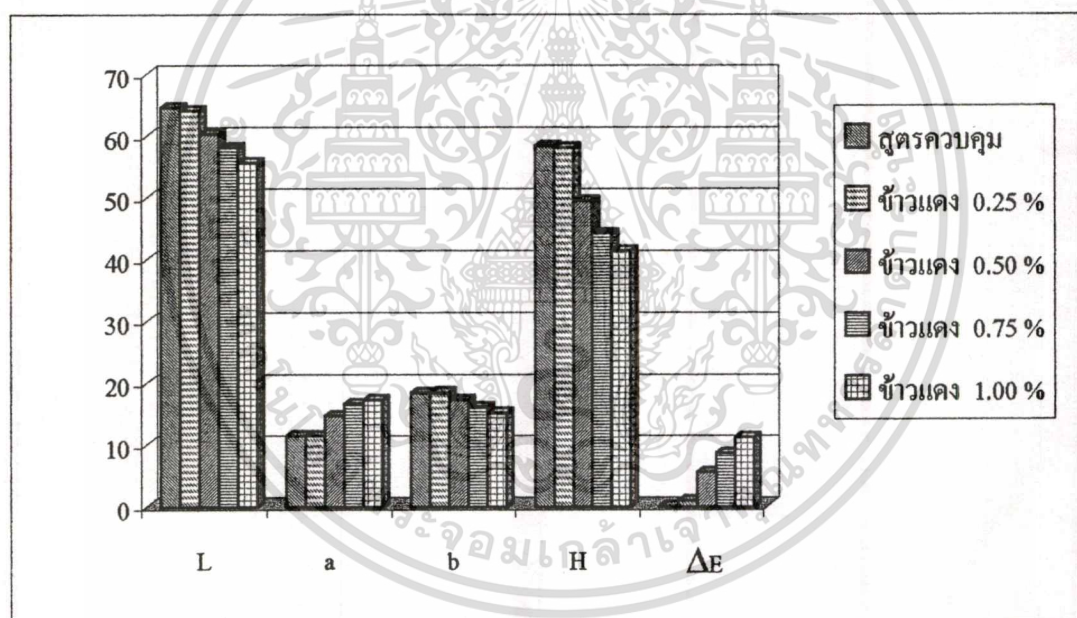


ภาพที่ 4.1 แสดงผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันสูตรควบคุมและสูตรที่ใช้ข้าวแดงในระดับต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.2 แสดงค่า L a b H และ  $\Delta E$  ของไส้กรองกรรมควันสูตรควบคุมกับไส้กรองกรรมควันที่ใช้ข้าวแดงในระดับต่างๆ กัน (ก) : สีภายใน (ข) : สีภายนอก

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะพิจารณาจาก ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ กลิ่น และการยอมรับโดยรวม โดยมีการให้คะแนนความชอบแบบ 9- point hedonic scale มีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 คะแนน คะแนน 9 ชอบมากที่สุด และคะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด

จากผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกรมควัน (ตารางที่ 4.3) เมื่อพิจารณาจากคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ พบว่าสูตรควบคุมมีคะแนนการยอมรับเท่ากับสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.25 คือ 5.45 ซึ่งต่ำที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 และ 0.75 ทั้งนี้อาจเนื่องจากอิทธิพลทางด้านสี ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการยอมรับของผู้บริโภค และจากคุณลักษณะทางด้านสีพบว่าสูตรควบคุมมีคะแนนการยอมรับ 5.65 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับไส้กรอกรมควันสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.25 และร้อยละ 1.00 โดยที่สูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 จะมีคะแนน 6.50 ซึ่งเป็นคะแนนสูงที่สุด และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับไส้กรอกรมควันสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.75

เมื่อพิจารณาคูณลักษณะทางด้านรสชาติและกลิ่น พบว่าทุกสูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) แสดงว่าเมื่อใช้ข้าวแดงแทนในไตรที่ไม่มีผลทำให้รสชาติและกลิ่นเปลี่ยนแปลงไป และไม่พบการบอกลักษณะบ่งชี้ถึงรสชาติและกลิ่นที่แตกต่างไปจากสูตรควบคุม

ด้านการยอมรับโดยรวม พบว่าสูตรควบคุมจะมีคะแนน 6.25 ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.25 สูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 มีคะแนนสูงที่สุดคือ 6.55 และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.75 และ 1.00 จากการศึกษาทางด้านประสาทสัมผัสนี้ พบว่าไส้กรอกรมควันที่ใช้ข้าวแดงทดแทนในไตรที่ได้รับการยอมรับมากกว่าสูตรควบคุมในด้านลักษณะปรากฏและสี และปริมาณข้าวแดงที่เหมาะสมอยู่ในช่วงร้อยละ 0.50 - 0.75 จึงเลือกข้าวแดงในระดับร้อยละ 0.50 มาใช้ในการศึกษาอายุการเก็บรักษาเนื่องจากเป็นปริมาณน้อยที่สุด ที่ผู้ชิมให้การยอมรับมากที่สุด

ตารางที่ 4.3 แสดงคะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกรมควัน

คุณลักษณะ	สูตรควบคุม	ปริมาณข้าวแดง			
		0.25 %	0.50%	0.75 %	1.00 %
ลักษณะปรากฏ	5.45 <sup>a</sup> ±1.43	5.45 <sup>a</sup> ±1.19	6.25 <sup>b</sup> ±1.25	6.25 <sup>b</sup> ±1.52	6.00 <sup>ab</sup> ±1.39
สี	5.65 <sup>ab</sup> ±1.53	5.25 <sup>a</sup> ±1.45	6.50 <sup>b</sup> ±1.64	6.40 <sup>b</sup> ±1.39	5.40 <sup>a</sup> ±1.98
รสชาติ	6.05 <sup>a</sup> ±1.23	6.00 <sup>a</sup> ±0.97	6.55 <sup>a</sup> ±0.94	6.20 <sup>a</sup> ±1.51	6.65 <sup>a</sup> ±1.42
กลิ่น	6.30 <sup>a</sup> ±1.26	5.95 <sup>a</sup> ±1.32	6.40 <sup>a</sup> ±1.05	6.55 <sup>a</sup> ±0.94	6.65 <sup>a</sup> ±1.79
การยอมรับโดยรวม	6.25 <sup>a</sup> ±1.41	5.75 <sup>ab</sup> ±1.29	6.55 <sup>b</sup> ±0.94	6.50 <sup>b</sup> ±1.05	6.45 <sup>b</sup> ±1.23

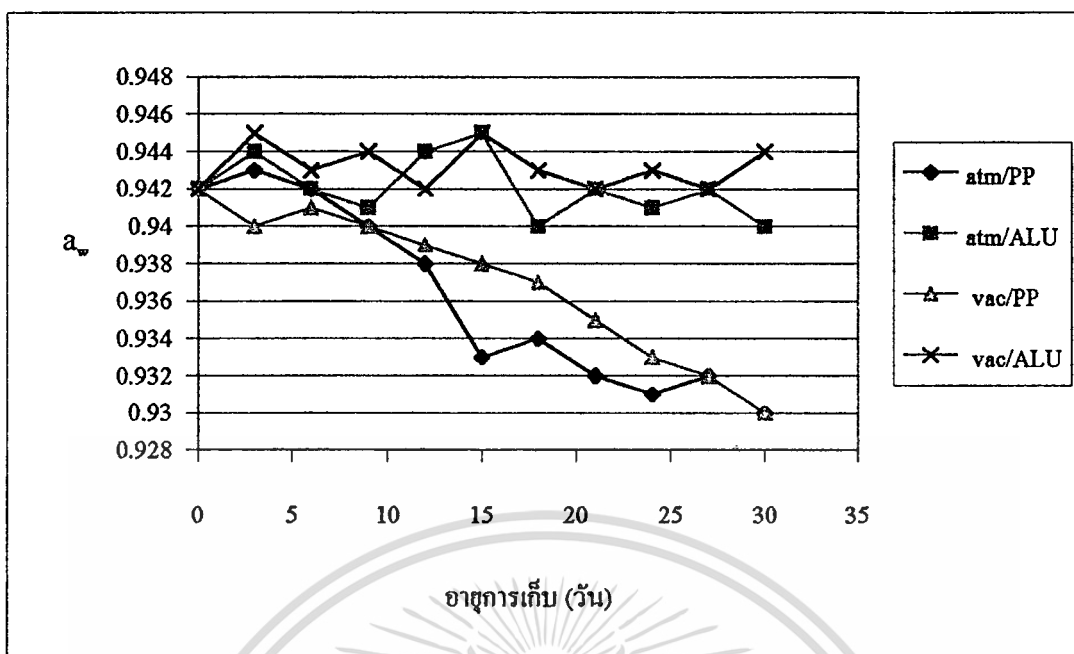
#### หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )
2. ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิม 20 คน

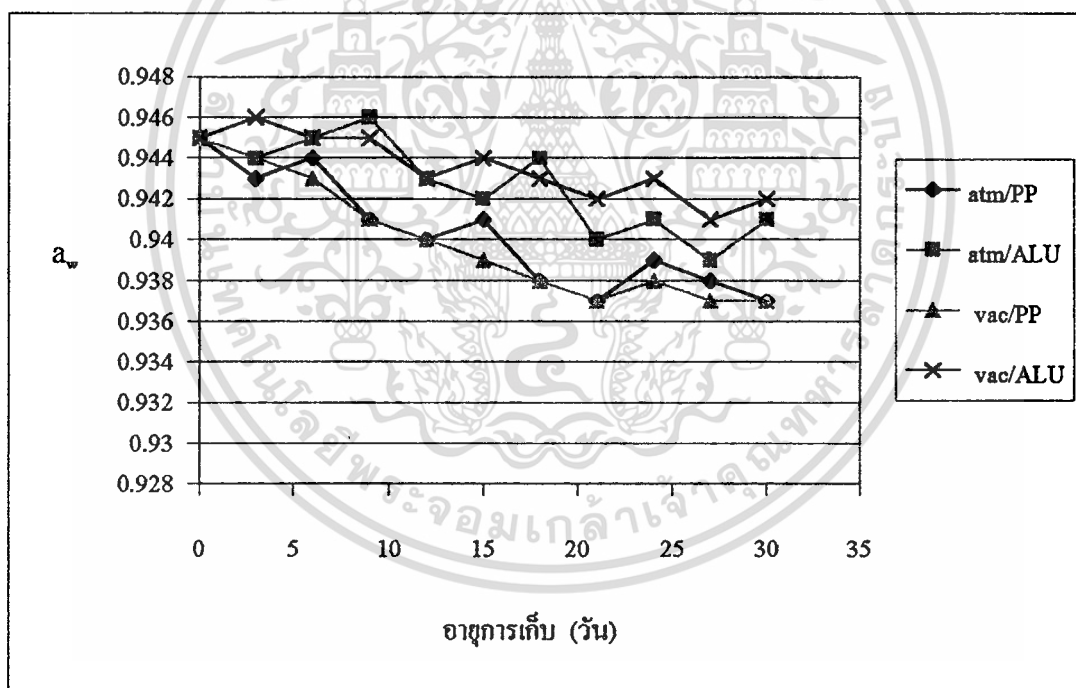
## 4.2 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน

### 4.2.1 ความชื้น และ Water activity ( $a_w$ )

เนื่องจากค่า  $a_w$  และความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ จากภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงของค่า  $a_w$  ของไส้กรอกรมควันสูตรควบคุมและไส้กรอกรมควันสูตรที่ใช้ข้าวแดง เมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส บรรจุสภาวะบรรยากาศปกติ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) จะมีแนวโน้มของค่า  $a_w$  ลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) โดยผลิตภัณฑ์จะมีการเปลี่ยนแปลงค่า  $a_w$  เพียงเล็กน้อย และมีแนวโน้มเช่นเดียวกับการบรรจุในสภาวะสุญญากาศ ทั้งนี้เนื่องจากถุงอะลูมิเนียมฟอยล์มีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ และอากาศน้อยกว่าถุงโพลีโพรไพลีน จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีนมีการสูญเสียความชื้นมากกว่าในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่า  $a_w$  จะมีความสัมพันธ์กับความชื้น (ภาพที่ 4.4) เมื่อค่า  $a_w$  ลดลงความชื้นของไส้กรอกรมควันก็จะลดลงไปด้วย

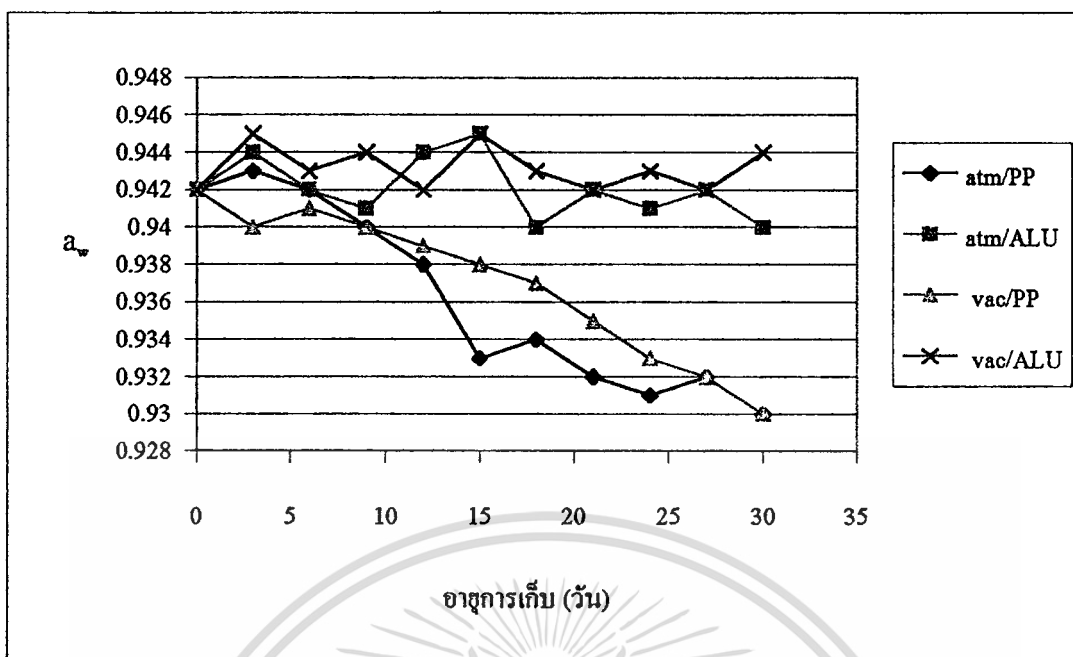


(ก)

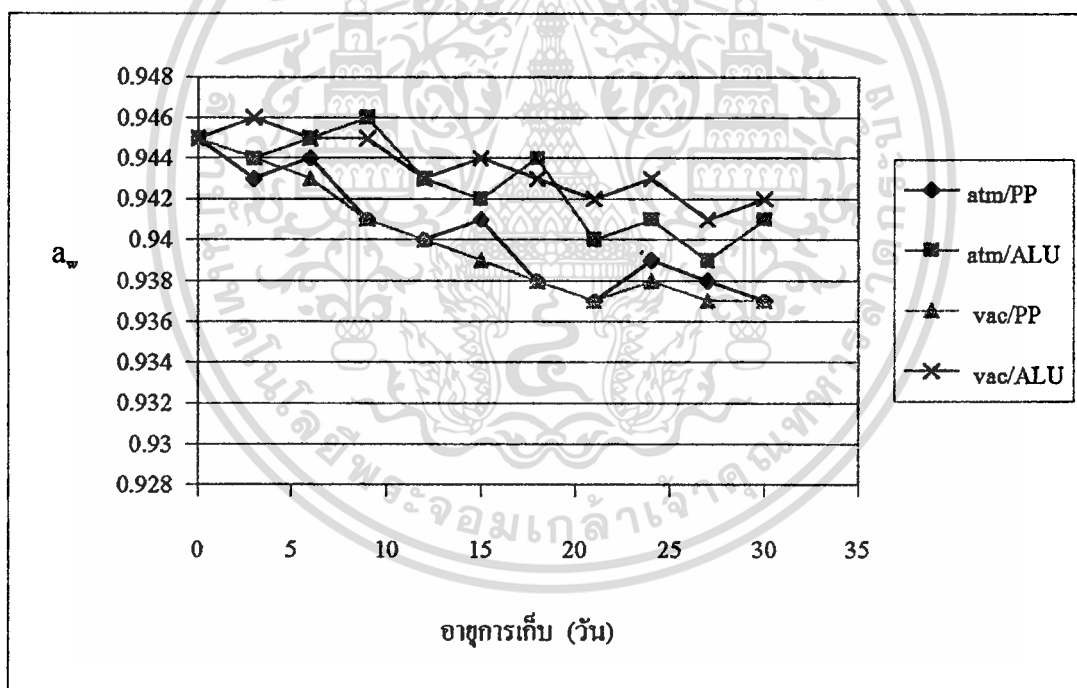


(ข)

ภาพที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า water activity ( $a_w$ ) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน (ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50



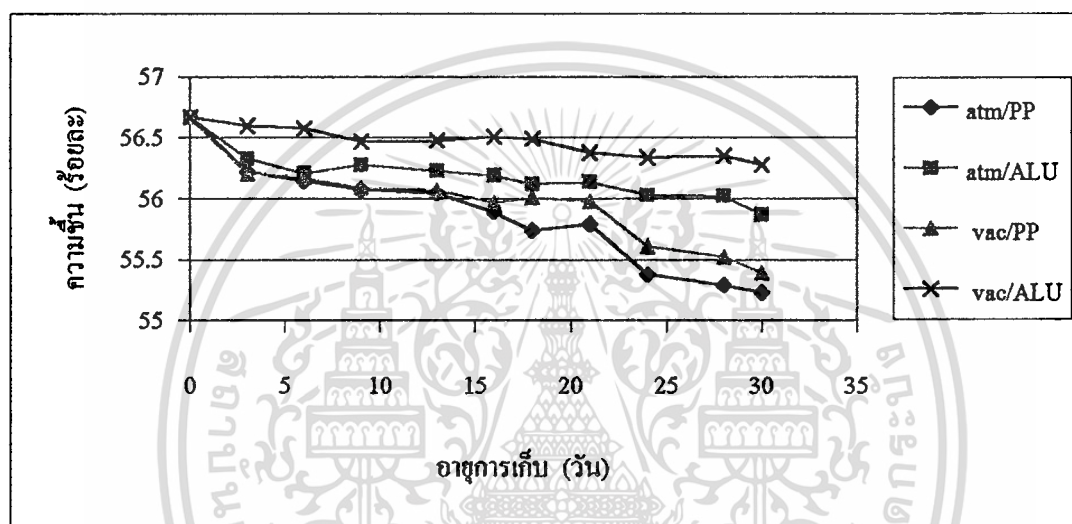
(ก)



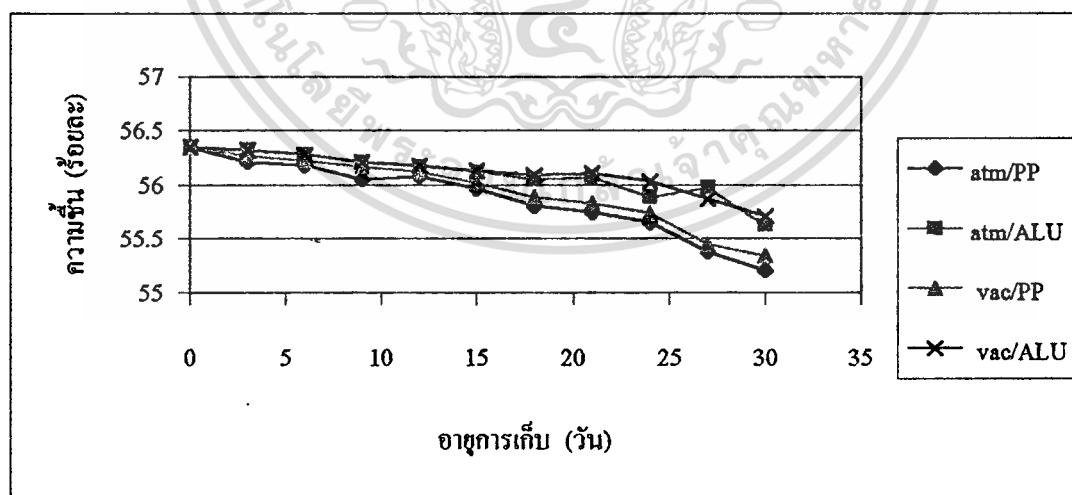
(ข)

ภาพที่ 4.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า water activity ( $a_w$ ) ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน (ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50

ในส่วนความชื้นของไส้กรองกรมควันสูตรควบคุม และไส้กรองกรมควันที่ใช้ข้าวแดงเมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส บรรยากาศภาวะบรรยากาศปกติและบรรยากาศสุญญากาศ พบว่า จะผลิตก๊าซที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีนจะมีแนวโน้มของความชื้นลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์โดยจะมีการสูญเสียความชื้นเพียงเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าถุงโพลีโพรไพลีนมีการสูญเสียความชื้นในระหว่างการเก็บรักษามากกว่าถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์มีความชุ่มฉ่ำของเนื้อสัมผัสของไส้กรองมากกว่าที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของผลิตภัณฑ์ไส้กรองกรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสถานะบรรยากาศปกติ (atm) และ สุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50

## 4.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา

### 4.2.2.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count)

การศึกษายาอายุการเก็บรักษาใส้กรอกรมควันที่บรรจุสภาวะบรรยากาศปกติ ในถุงโพลีโพรไพลินและถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในใส้กรอกรมควันสุตรควบคุม ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลินและถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ จะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็น 6.863 และ 6.845 log โคลิโคนต่อกรัม เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 30 วัน ซึ่งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดจะน้อยกว่าในใส้กรอกรมควันสุตรที่ใช้ข้าวแดงบรรจุในถุงโพลีโพรไพลิน และถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ ที่ผ่านการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 30 วันเป็น 6.892 และ 6.881 log โคลิโคนต่อกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4) โดยพบว่าสุตรควบคุมและสุตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 จะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ทั้งนี้เนื่องจากสารไนไตรท์มีคุณสมบัติในการช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (เขวตักขณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์, 2536) และจากการสังเกตลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ การเกิดเมือก และกลิ่นที่ผิดปกติ พบว่าวันที่ 24 ผลิภัณฑ์เริ่มเกิดเมือกบางๆ และมีกลิ่นผิดปกติ อย่างไรก็ตามข้าวแดงมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย (Wong and Kolehler, 1981) แต่จากการทดลองได้ใช้ข้าวแดงในปริมาณเพียงเล็กน้อย จึงมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้เพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 4.4 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิภัณฑ์ใส้กรอกรมควัน บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (log โคลิโคนต่อกรัม)

อายุการเก็บรักษา (วัน)	ควบคุม		ข้าวแดง 0.50 %	
	PP	ALU	PP	ALU
0	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>
3	<sup>b</sup> 2.322 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 2.278 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 2.342 <sup>c</sup>	<sup>b</sup> 2.362 <sup>d</sup>
6	<sup>c</sup> 3.278 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 3.255 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 3.322 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 3.342 <sup>d</sup>
9	<sup>d</sup> 3.998 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 3.415 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 3.447 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 3.431 <sup>b</sup>
12	<sup>e</sup> 3.851 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 3.838 <sup>a</sup>	<sup>e</sup> 3.875 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 3.863 <sup>c</sup>
15	<sup>e</sup> 3.954 <sup>a</sup>	<sup>e</sup> 3.949 <sup>a</sup>	<sup>e</sup> 3.982 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 3.977 <sup>b</sup>
18	<sup>f</sup> 4.633 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 4.653 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 4.681 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 4.672 <sup>c</sup>
21	<sup>g</sup> 4.763 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 4.771 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 4.778 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 4.785 <sup>b</sup>
24	<sup>h</sup> 5.322 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 5.398 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 5.431 <sup>c</sup>	<sup>h</sup> 5.415 <sup>c</sup>
27	<sup>i</sup> 6.176 <sup>b</sup>	<sup>i</sup> 6.114 <sup>a</sup>	<sup>i</sup> 6.255 <sup>c</sup>	<sup>i</sup> 6.204 <sup>d</sup>
30	<sup>j</sup> 6.863 <sup>b</sup>	<sup>j</sup> 6.845 <sup>a</sup>	<sup>j</sup> 6.892 <sup>c</sup>	<sup>j</sup> 6.881 <sup>c</sup>

① ตัวอักษรที่แตกต่างกัน ในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )  
 ② ตัวอักษรที่แตกต่างกัน ในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

#### 4.2.2.2 ปริมาณแอนแอโรบิกแบคทีเรีย (anaerobic bacteria)

การบรรจุที่สภาวะสุญญากาศ ในถุงโพลีโพรไพลีน และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.5) พบว่าการเพิ่มปริมาณแอนโอบิกแบคทีเรีย มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะมีแอนโอบิกแบคทีเรียเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในไส้กรอกกรมคว้นสูตรควบคุม ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ จะมีแอนโอบิกแบคทีเรีย เพิ่มขึ้นในวันที่ 30 เป็น 6.255 และ 6.230 log โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งจะน้อยกว่าในไส้กรอกกรมคว้นสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ ซึ่งมีแอนโอบิกแบคทีเรีย เพิ่มขึ้นในวันที่ 30 เป็น 6.342 และ 6.322 log โคโลนีต่อกรัม ตามลำดับ โดยที่สูตรควบคุมและสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 จะมีปริมาณแอนโอบิกแบคทีเรียแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ทั้งนี้เนื่องจากสารใดก็ตามที่มีผลยับยั้งต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และป้องกันการงอกของ สปอร์ของแอนโอบิกแบคทีเรีย ซึ่งจุลินทรีย์ที่ทำให้ไส้กรอกบรรจุสุญญากาศเน่าเสียคือแบคทีเรียแกรมบวกในกลุ่มแบคทีเรียแลคติกเช่น *Lactobacillus* spp., *Leuconostoc* spp., *Micrococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Pediococcus* spp. (Korkeala and Bjorkroth, 1997)

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณแอนแอโรบิกแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกกรมคว้น บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (log โคโลนีต่อกรัม)

อายุการเก็บรักษา (วัน)	ควบคุม		ข้าวแดง 0.50 %	
	PP	ALU	PP	ALU
0	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>
3	<sup>b</sup> 2.079 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 2.041 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 2.176 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 2.114 <sup>b</sup>
6	<sup>c</sup> 2.820 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 2.799 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 2.832 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 2.839 <sup>b</sup>
9	<sup>c</sup> 2.973 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 2.977 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 2.987 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 2.982 <sup>b</sup>
12	<sup>d</sup> 3.447 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 3.398 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 3.531 <sup>d</sup>	<sup>e</sup> 3.505 <sup>c</sup>
15	<sup>c</sup> 3.954 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 3.949 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 3.982 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 3.978 <sup>b</sup>
18	<sup>f</sup> 4.114 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 4.041 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 4.230 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 4.204 <sup>c</sup>
21	<sup>g</sup> 4.544 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 4.491 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 4.580	<sup>h</sup> 4.531
24	<sup>h</sup> 4.623	<sup>h</sup> 4.591	<sup>i</sup> 4.708 <sup>c</sup>	<sup>i</sup> 4.716 <sup>c</sup>
27	<sup>i</sup> 5.857 <sup>a</sup>	<sup>i</sup> 5.851 <sup>a</sup>	<sup>j</sup> 5.886 <sup>b</sup>	<sup>j</sup> 5.875 <sup>b</sup>
30	<sup>j</sup> 6.255 <sup>b</sup>	<sup>j</sup> 6.230 <sup>a</sup>	<sup>k</sup> 6.342 <sup>d</sup>	<sup>k</sup> 6.322 <sup>c</sup>

① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นประโยชน์ในการนำ  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.2.3 *Clostridium perfringens*

การบรรจุที่สภาวะสุญญากาศ ในถุงโพลีโพรไพลีน และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ทั้งในไส้กรอกรมควันสุตรควบคุม และไส้กรอกรมควันสุตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 ไม่พบการเจริญของ *Clostridium perfringens* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติจริง การให้ความร้อนอีกครั้งก่อนการบริโภคเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากไส้กรอกรมควันเป็นแหล่งอาหารที่ดี มีความชื้นและ  $a_w$  สูง โอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ในระหว่างการจำหน่าย หรือก่อนถึงมือผู้บริโภค ยังคงมีอยู่ในระดับสูง

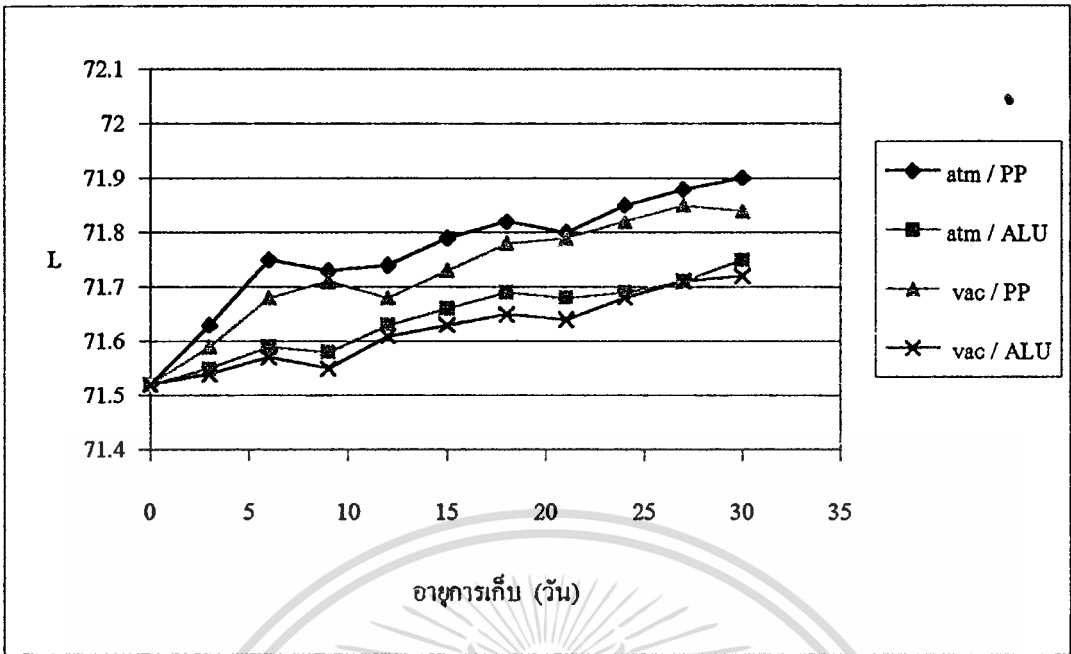
#### 4.2.3 การศึกษาความคงตัวของสีในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน

จากการนำไส้กรอกรมควันสุตรควบคุม และสุตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 บรรจุลงในถุงพลาสติกโพลีโพรไพลีน และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต ปิดผนึกแบบสุญญากาศ และแบบธรรมดา ศึกษาสภาวะการเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ  $5 \pm 1$  องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 เดือนติดตามการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ทุก ๆ 3 วัน

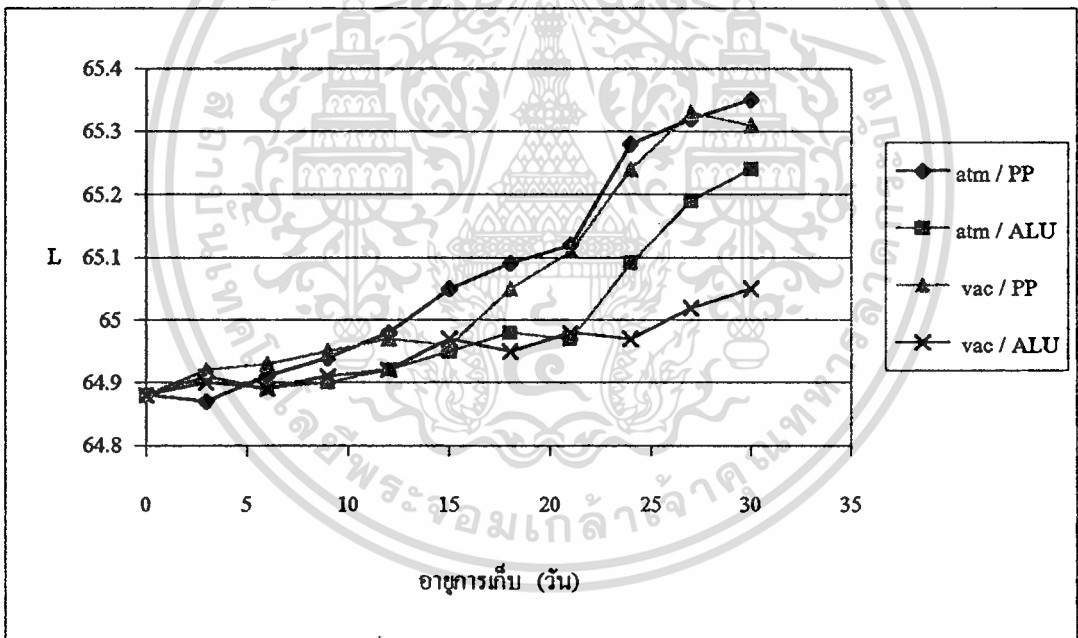
จากภาพที่ 4.5 และ 4.6 แสดงถึงค่า L ซึ่งเป็นค่าแสดงความสว่างของสีภายในและภายนอกของไส้กรอกรมควันตามลำดับ จากการเปลี่ยนแปลงค่า L ภายในของผลิตภัณฑ์ควบคุม และผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวแดง พบว่ามีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนกัน เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะมีแนวโน้มของค่า L ของสีภายในเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติจะมีค่า L ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสุญญากาศ

ส่วนผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีนจะมีการเปลี่ยนแปลงค่า L ภายในมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ซึ่งพบได้ทั้งในตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่ใช้ข้าวแดง

จากการเปลี่ยนแปลงค่า L ภายนอกจะมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าบริเวณภายใน ดังแสดงชัดเจนในภาพที่ 4.6 พบว่าภาชนะบรรจุมีอิทธิพลต่อค่า L ภายในและภายนอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตารางที่ จ1 และจ2) โดยผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีนจะมีค่า L มากกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เนื่องจากช่วงคลื่นแสงสีเขียว และสีน้ำเงินที่มองเห็นด้วยตาเปล่าของแสงที่เปิดส่องในตู้ และแสงอุลตราไวโอเลตจะเร่งการสลายตัวของสารไนโตรโซไมโอโกลบิน (nitrosomyoglobin) ซึ่งถุงโพลีโพรไพลีนมีลักษณะใสจึงทำให้ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับแสงจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีซีดลง และผิวภายนอกของผลิตภัณฑ์มีโอกาสสัมผัสกับแสงได้มากจึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าสีภายใน

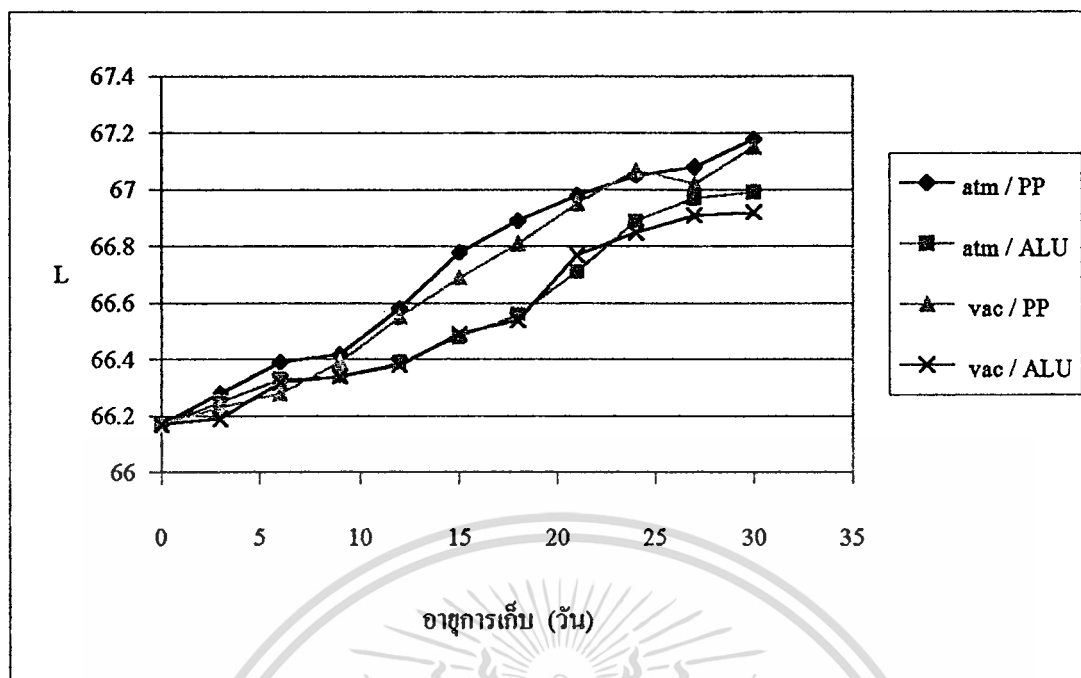


(ก)

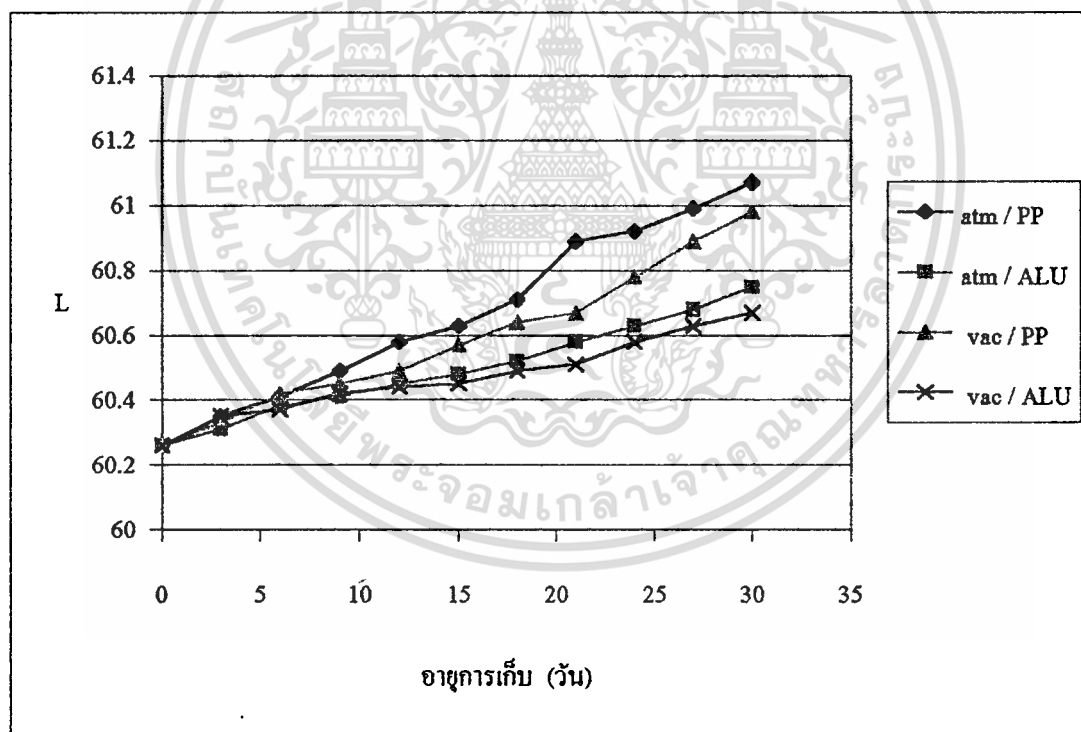


(ข)

ภาพที่ 4.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า L ภายในของไส้กรองรวมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน  
(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50



(ก)



(ข)

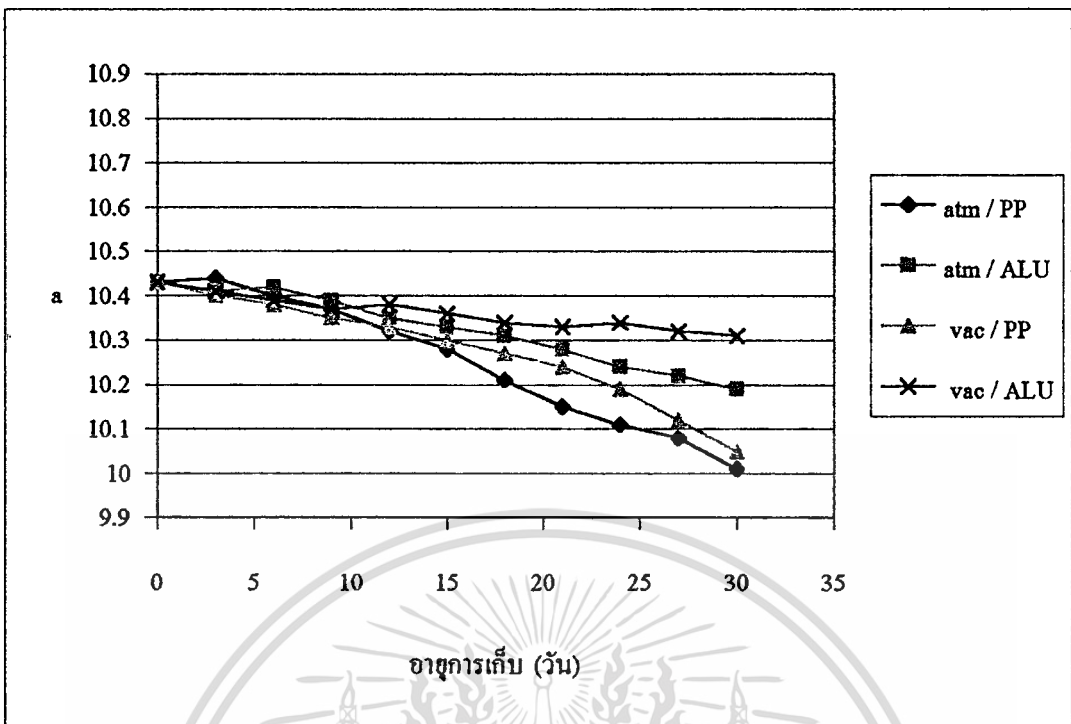
ภาพที่ 4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า L ภายนอกของไส้กรองรวมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และสุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน  
(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

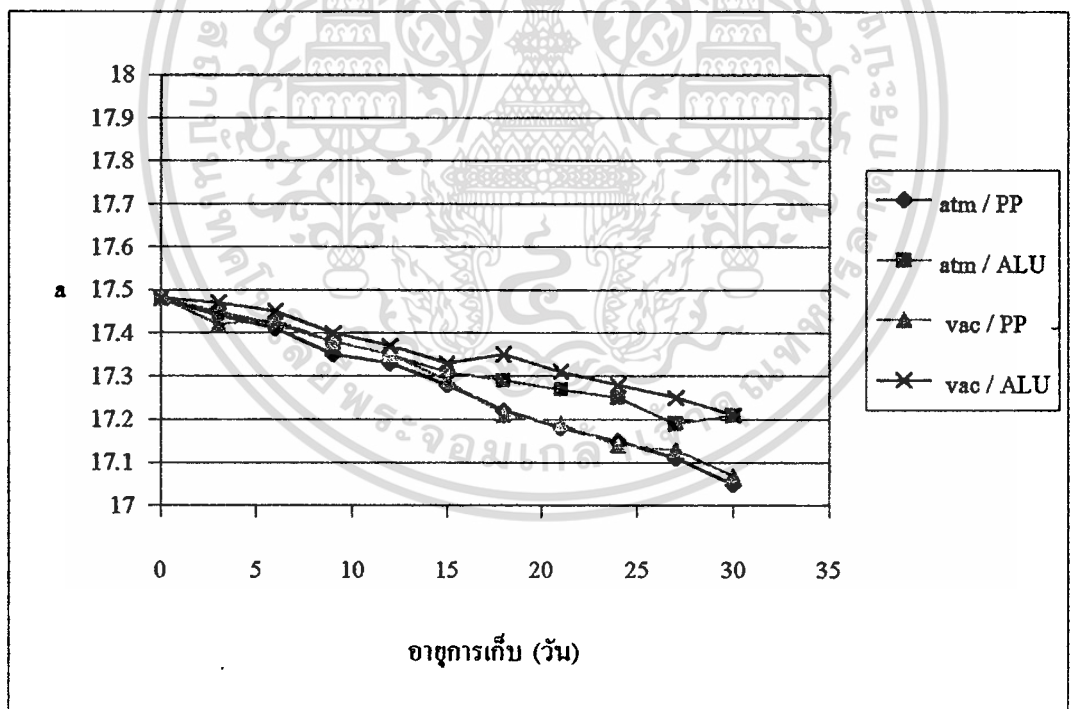
จากภาพที่ 4.7 และ 4.8 แสดงค่า  $a$  ซึ่งหมายถึง ความเข้มของสีแดงของสีภายในและภายนอกตามลำดับ การลดลงของค่า  $a$  แสดงว่าสีแดงลดลง พบว่าสีภายนอกมีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงมากกว่าภายใน เนื่องจากบริเวณภายนอกสัมผัสกับแสง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการทำให้สารสีของผลิตภัณฑ์สูตรควบคุม ซึ่งก็คือสารไนโคโรฮีโมโครมเกิดการสลายตัว และในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวแดง สารสีโมนาสโครบูรามีน และรูโบรฟงทามีน ซึ่งเป็นสารสีแดงเกิดการสลายตัวไปเช่นกัน

จากการวัดค่า  $a$  ภายในและภายนอก พบว่าภาชนะบรรจุมีผลต่อค่า  $a$  อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตารางที่ ๑1 และ๑2) โดยผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีนจะมีค่า  $a$  ลดลงมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ เนื่องจากถุงอะลูมิเนียมฟอยล์จะป้องกันแสงจากภายนอกทำให้สีสลายตัวได้น้อยกว่าบรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน ซึ่งพบได้ทั้งในผลิตภัณฑ์ควบคุมและผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวแดง





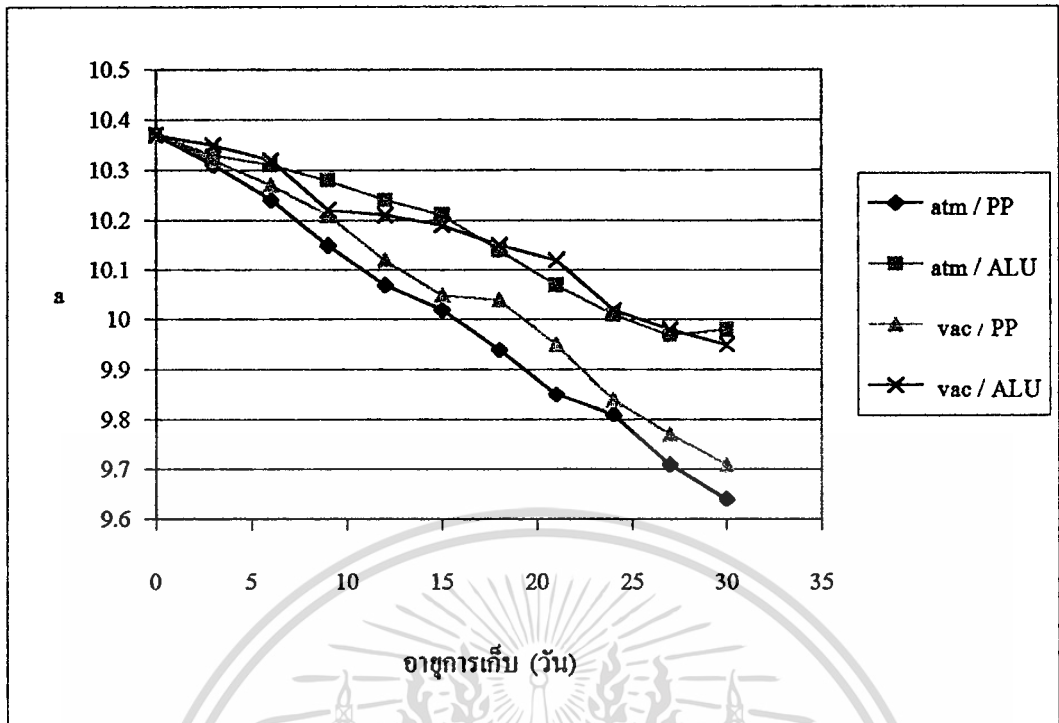
(ก)



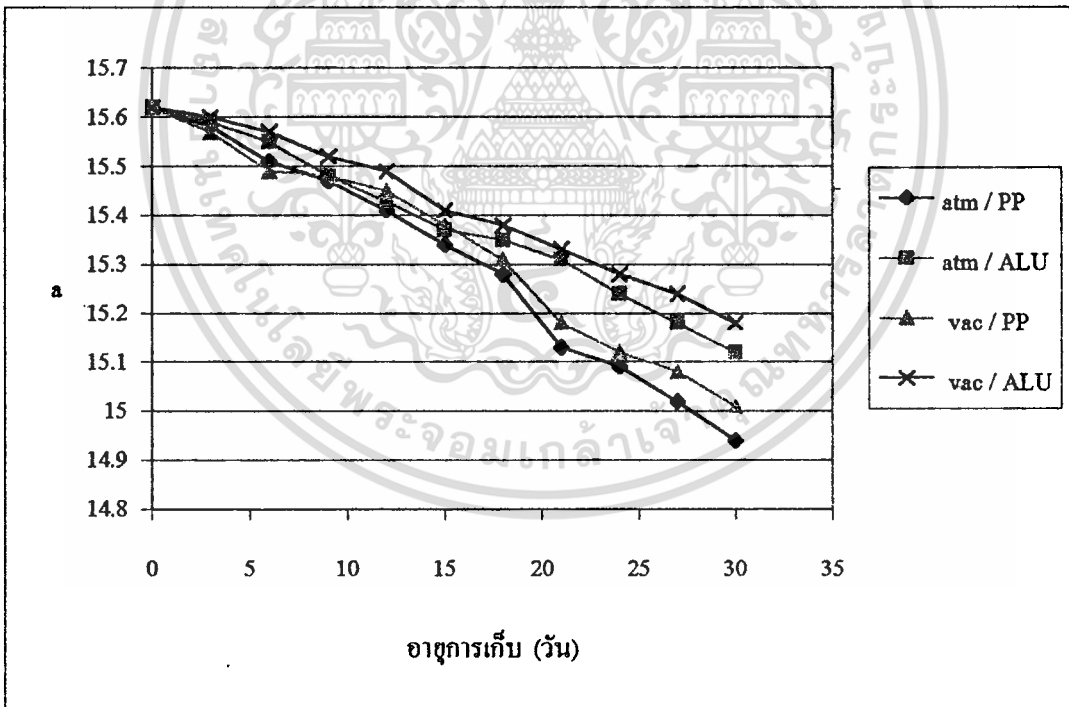
(ข)

ภาพที่ 4.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a ภายในของไส้กรองกรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน  
(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



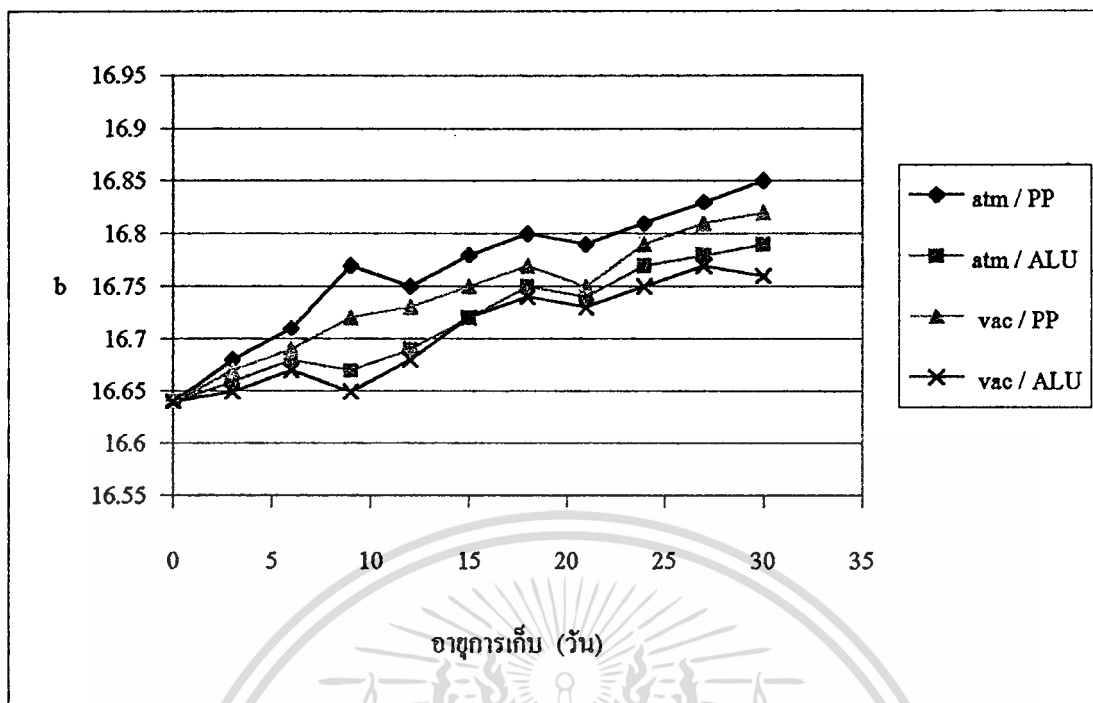
(ข)

ภาพที่ 4.8 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า  $a$  ภายนอกของไส้กรองรวมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน  
(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50

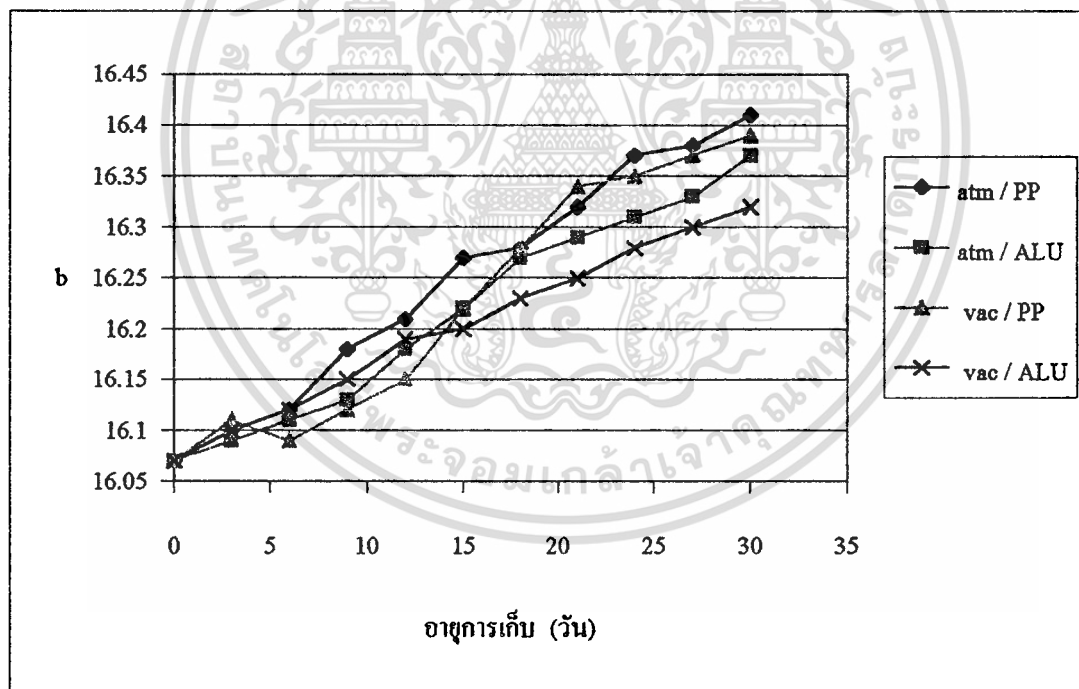
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.9 และ 4.10 แสดงค่า  $b$  ซึ่งหมายถึงความเข้มของสีเหลืองของสีภายในและภายนอกตามลำดับ มีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนกันคือเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นค่า  $b$  จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากสีแดงสลายตัวไป ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่า  $a$  ที่ลดลง โดยที่การเปลี่ยนแปลงค่า  $b$  ของสีภายในของผลิตภัณฑ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ในทุกสภาวะในการบรรจุ โดยพบทั้งในผลิตภัณฑ์ควบคุมและผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวแดง ทั้งนี้เนื่องจาก สารสีโมนาสโคฟลาวิน และอังกักฟลาวิน ซึ่งเป็นสารสีในกลุ่มเหลือง และสารสีรูโบรฟังกาทิน และโมนาสโครูบริน ซึ่งเป็นสารในกลุ่มสีส้ม จะมีความคงตัวต่อแสง และความร้อนได้ดีกว่าสารสีแดง (นุชบา ขงสมิทธิ, 2531)

จากการวัดค่า  $b$  ของสีภายนอก พบว่าบริเวณภายนอกจะมีค่า  $b$  เพิ่มขึ้นมากกว่าบริเวณภายในดังแสดงชัดเจนในภาพที่ 4.10 โดยสภาพการบรรจุ และภาชนะบรรจุมีอิทธิพลต่อค่า  $b$  อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตารางที่ จ1และจ2) ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาพบรรยากาศปกติจะมีค่า  $b$  มากกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุสุญญากาศ และผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีนจะมีค่า  $b$  มากกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์

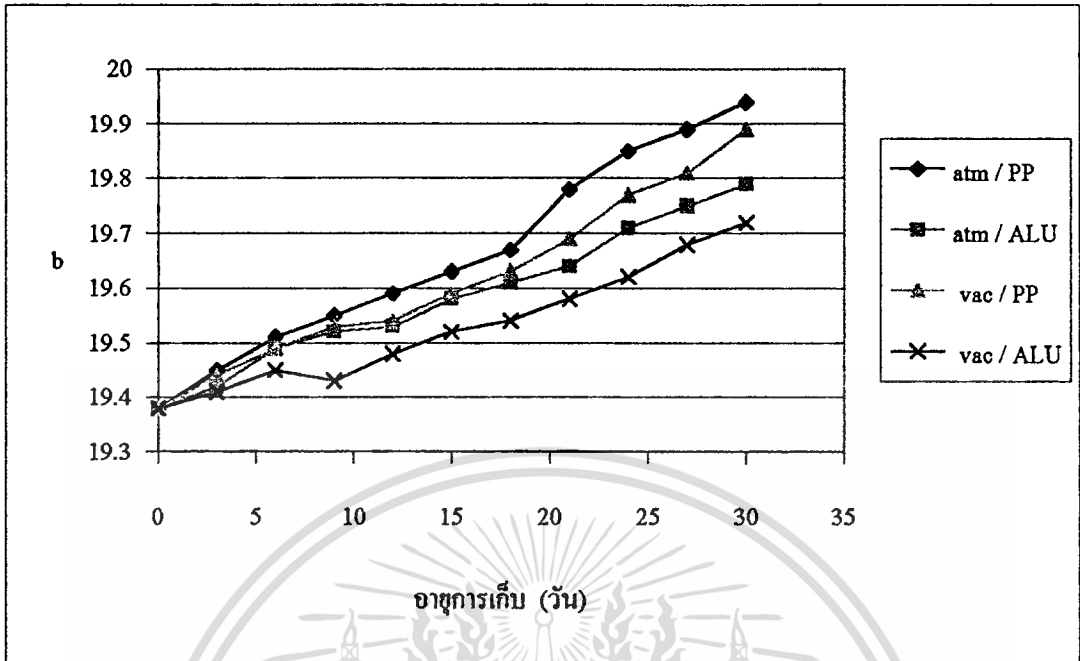


(ก)

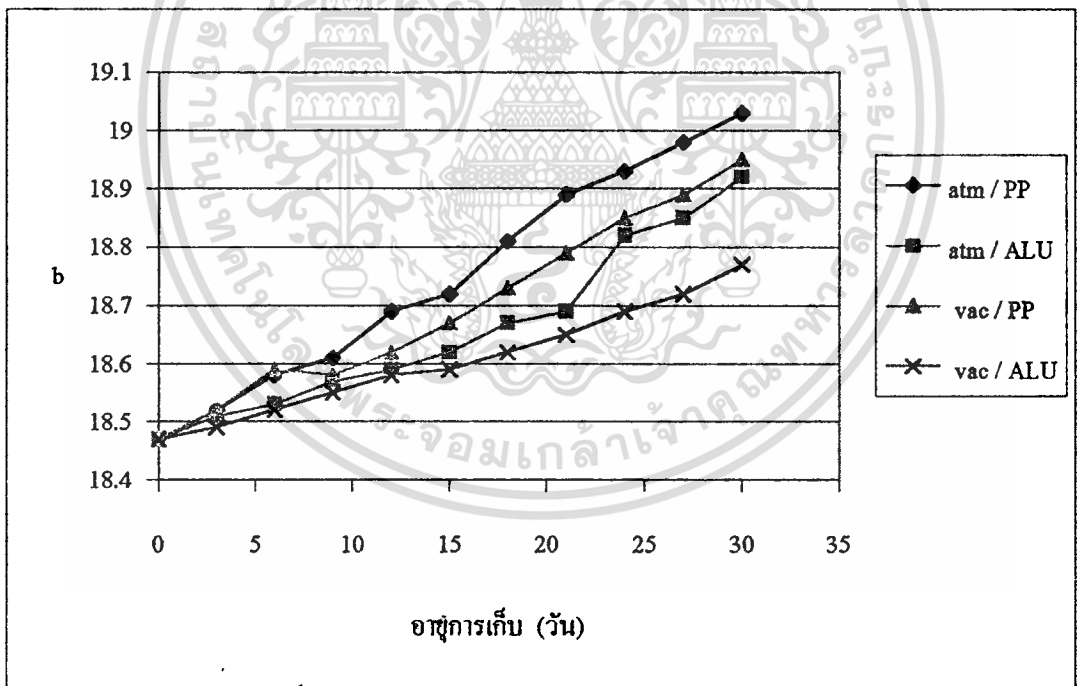


(ข)

ภาพที่ 4.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า  $b$  ภายในของไส้กรองกรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน  
(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.10 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า b ภายนอกของไส้กรองกรรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน  
(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50

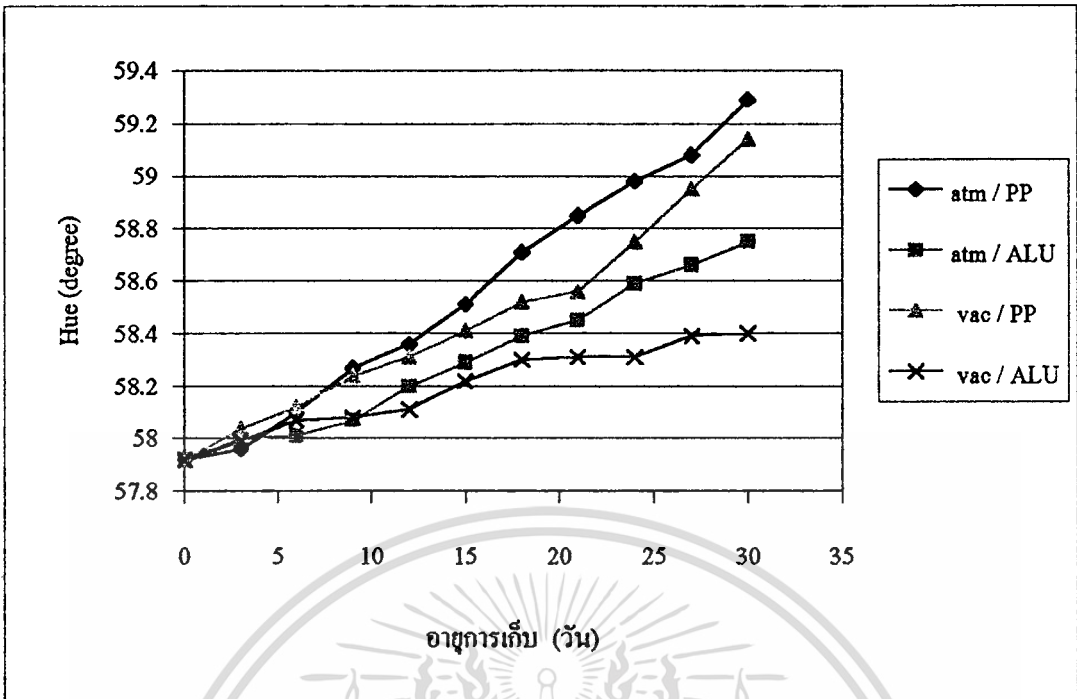
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 4.11 และ 4.12 แสดงค่า H ซึ่งหมายถึง ค่าสีหลักของสีภายในและภายนอก ตามลำดับ ซึ่งคำนวณจากค่า a และค่า b พบว่าการเปลี่ยนแปลงภายนอกจะมากกว่าการเปลี่ยนแปลงภายใน แต่มีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนกัน คือเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นค่า H จะเพิ่มขึ้น แสดงว่าผลิตภัณฑ์จะมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น และมีสีแดงลดลง ซึ่งมีความสอดคล้องกับค่า b ที่เพิ่มขึ้น และค่า a ที่ลดลง

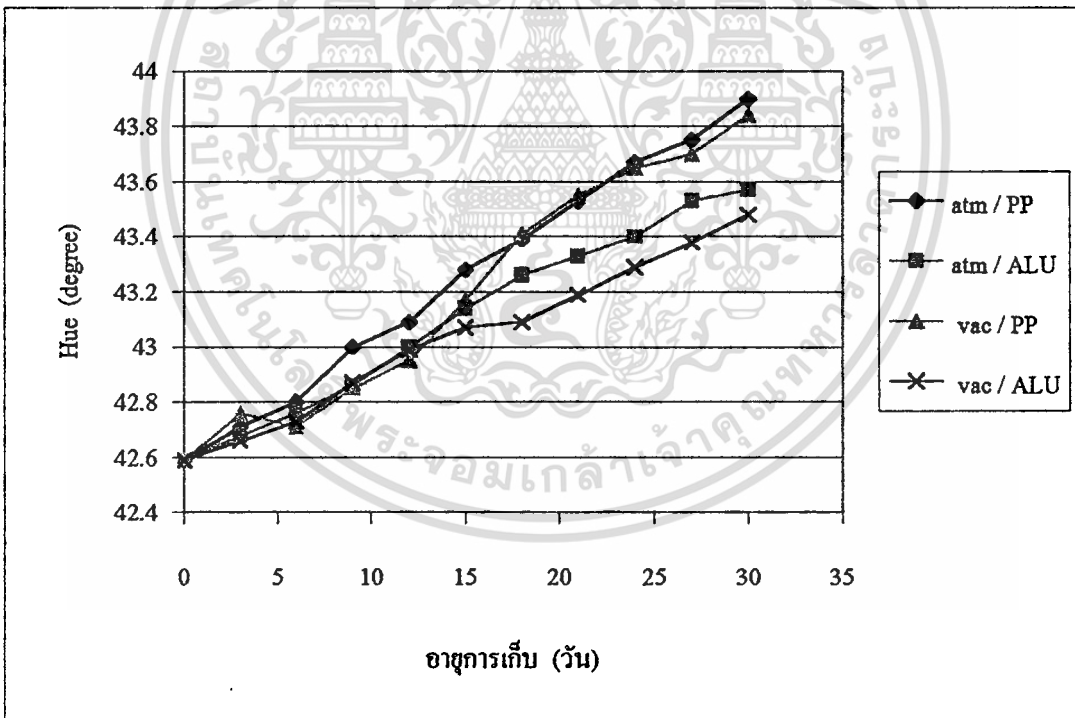
จากค่า H ของสีภายใน พบว่าสภาพการบรรจุและภาชนะบรรจุมีอิทธิพลต่อค่า H อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตารางที่ จ1 และ จ2) โดยผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน จะมีค่า H เปลี่ยนแปลงมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ และผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติจะมีค่า H สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุสภาวะสุญญากาศ ซึ่งพบได้ทั้งในผลิตภัณฑ์ควบคุมและผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวแดง

ในทำนองเดียวกันค่า H ของสีภายนอก พบว่าปัจจัยที่ใช้ในการบรรจุ ได้แก่ สภาพการบรรจุและภาชนะบรรจุมีอิทธิพลต่อค่า H อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตาราง ที่จ1 และ จ2) เช่นเดียวกับสีภายใน





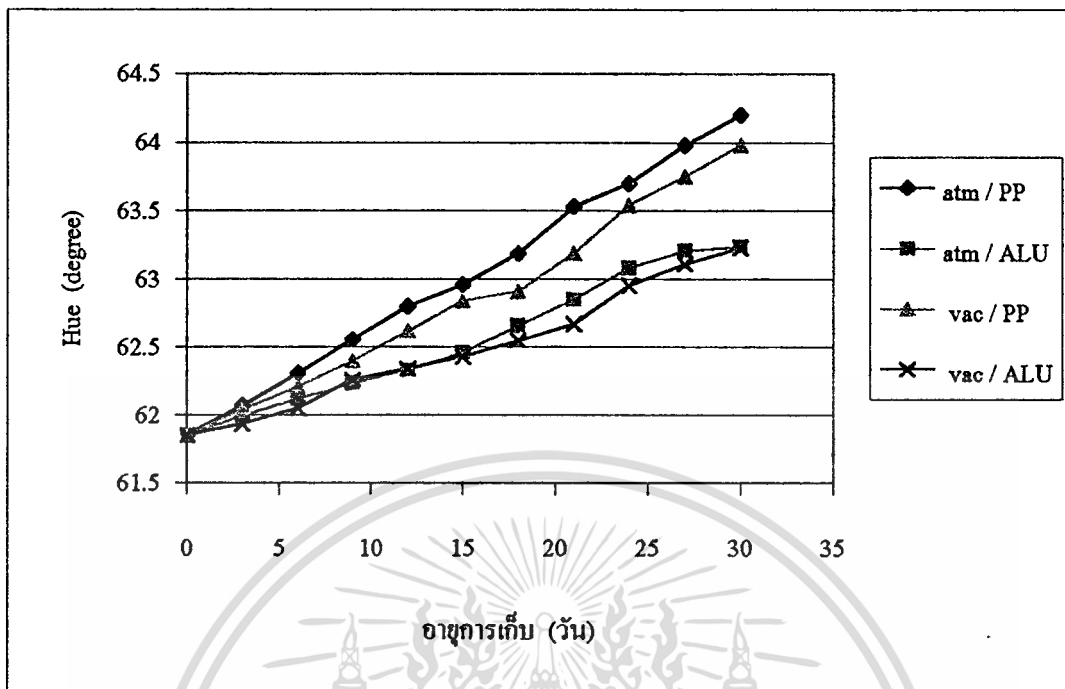
(ก)



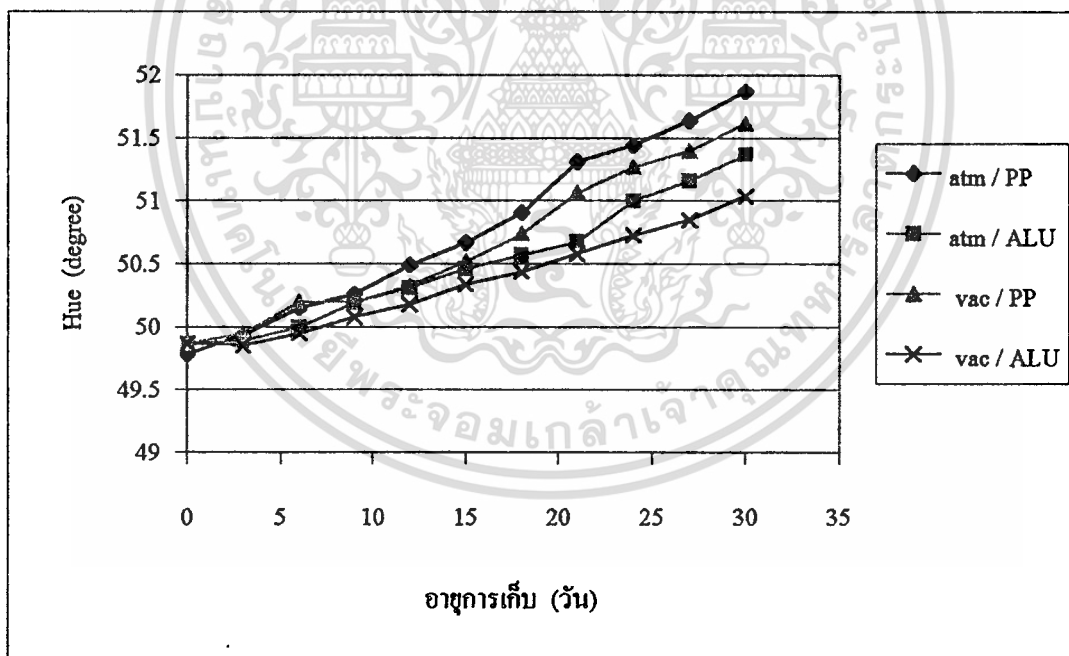
(ข)

ภาพที่ 4.11 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า H ภายในของไส้กรองกรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน  
(ก): สูตรควบคุม ; (ข): ข้าวแดงร้อยละ 0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.12 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า H ภายนอกของไส้กรองกรมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน  
(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50

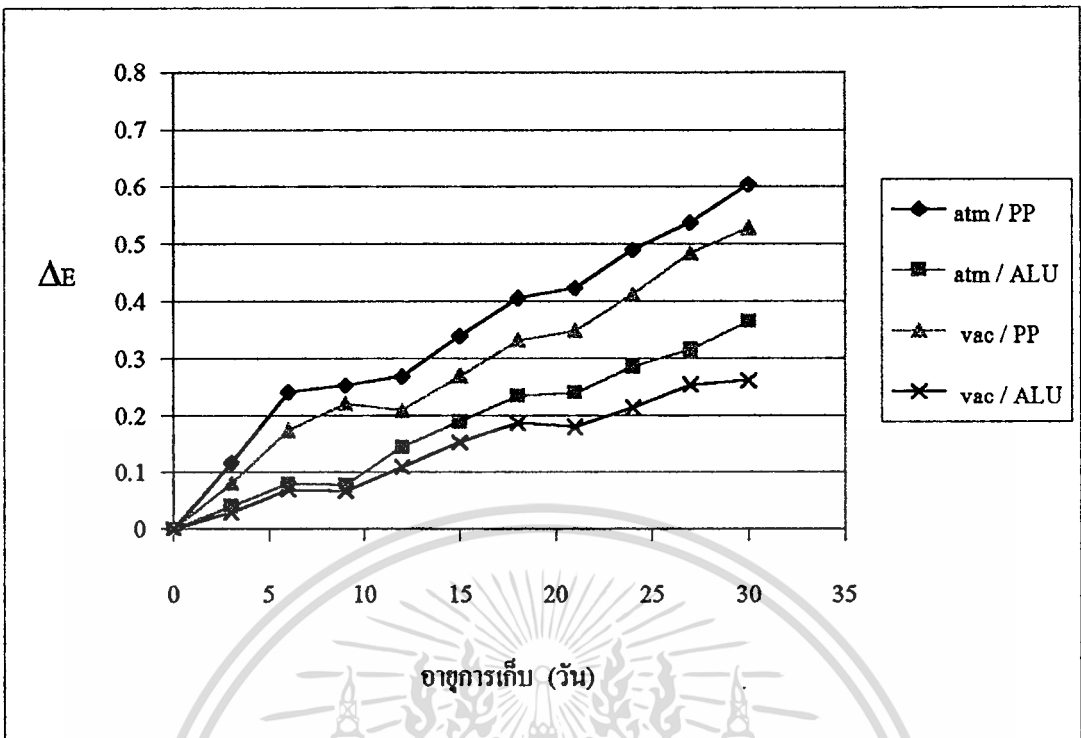
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า  $\Delta E$  แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของสีทั้งหมด โดยคิดคำนวณจากค่า  $L^*$   $a^*$  และ  $b^*$  จากภาพที่ 4.13 และ 4.14 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า  $\Delta E$  ภายในและภายนอกตามลำดับ พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า  $\Delta E$  ภายนอกจะมากกว่าภายใน เนื่องจากบริเวณภายนอกจะสัมผัสกับแสง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเปลี่ยนแปลงของสี และปัจจัยที่ใช้ในการบรรจุ ได้แก่ สภาพการบรรจุ และภาชนะบรรจุมีอิทธิพลต่อค่า  $\Delta E$  อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตารางที่ ๑1 และ ๑2)

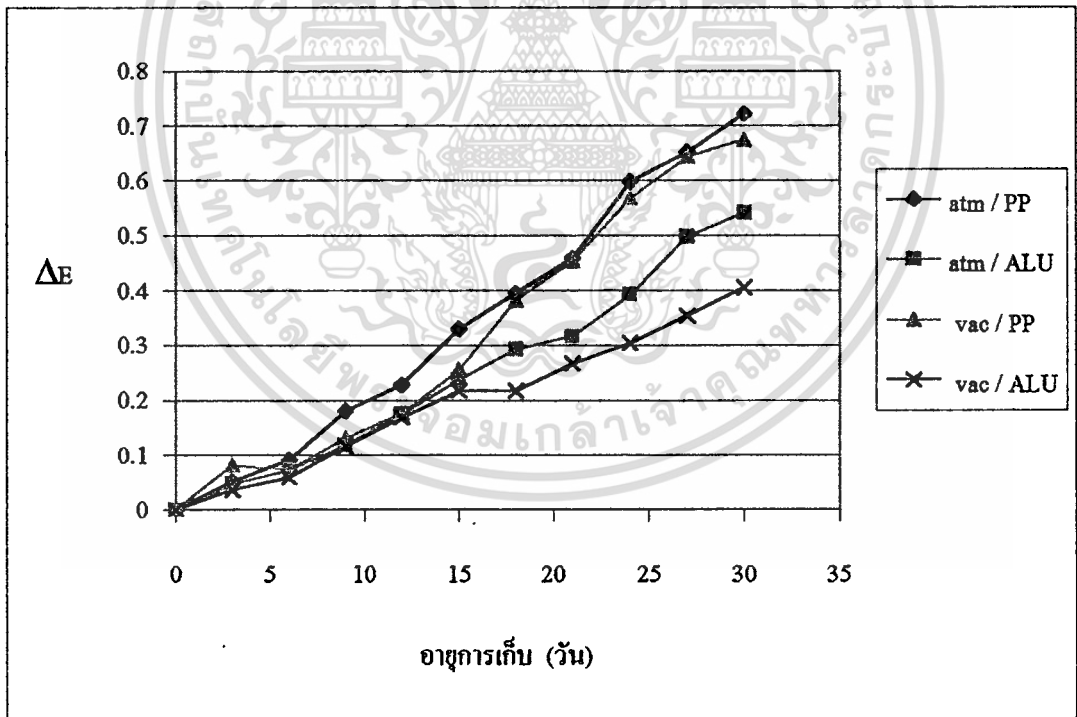
กลไกในการเกิดสีของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในไตรท์ (ผลิตภัณฑ์ควบคุม) เมื่อสารในไตรท์ถูกรีดิวซ์เป็นสารไนตริกออกไซด์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้นับว่าเป็นคุณลักษณะสำคัญของปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับสีของผลิตภัณฑ์เนื้อ เนื่องจากสารไนตริกออกไซด์ไปทำปฏิกิริยากับไมโอโกลบิน (myoglobin) ซึ่งเป็นฮีโมครีโตน (heme pigment) ในเนื้อเกิดเป็นสารไนโตรโซไมโอโกลบินให้สารสีแดงสด เมื่อนำผลิตภัณฑ์นั้นไปผ่านความร้อนจะได้สารไนโตรโซฮีโมโครม (nitrosohemochrome) ซึ่งเป็นสารสีชมพูที่คงตัว (เขวลักษณ์ สุรพันธ์พิษฐ์, 2536 ; สายสนม ประดิษฐ์ดวง, 2540) แต่เมื่อเกิดการแตกตัวของไนตริกออกไซด์ออกจากฮีโมโครมเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและเกิดการออกซิเดชันของไนตริกออกไซด์ โดยออกซิเจนจากบรรยากาศ สีของผลิตภัณฑ์จะกลายเป็นสีน้ำตาล (เมทไมโอโกลบิน) เมื่อมีการวางผลิตภัณฑ์ไว้รอจำหน่ายในตู้ที่ใช้แสงไฟค่อนข้างแรงและปล่อยให้ผลิตภัณฑ์สัมผัสอากาศโดยเปิดตู้หรือไม่ได้ห่อไว้ สีของเนื้อจะซีดจางลงได้ (ชัยณรงค์ กัณษพินิต, 2529)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวแดง จะเกิดเนื่องจากแสง และอุณหภูมิสูง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Fabre และคณะ (1993) ซึ่งพบว่าสารสีโมแนสค์จะไวต่อแสง อุณหภูมิสูง และ พีเอชต่ำ

การเปลี่ยนแปลงของสีของผลิตภัณฑ์ในสภาวะการบรรจุแบบสุญญากาศ และบรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์จะมีการเปลี่ยนแปลงของสีต่ำที่สุด



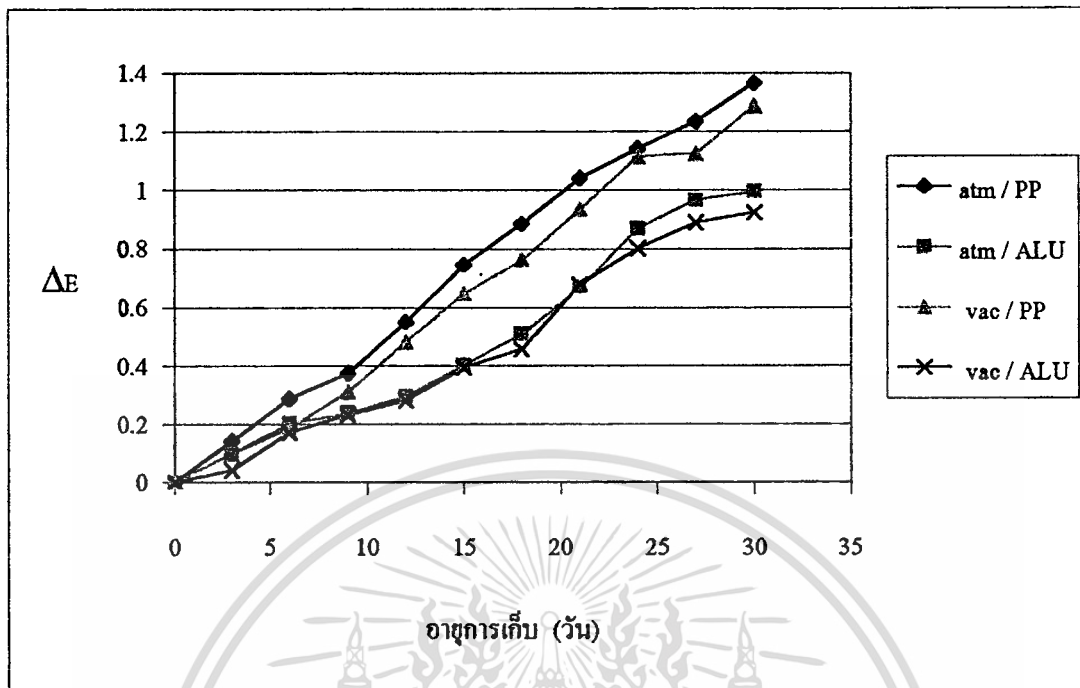
(ก)



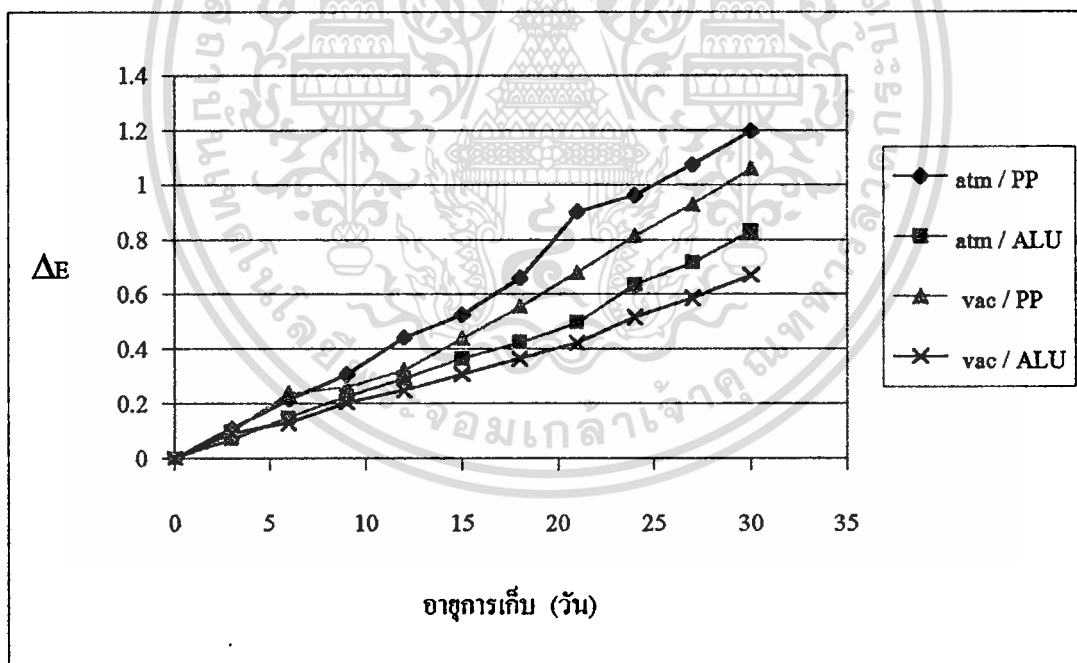
(ข)

ภาพที่ 4.13 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า  $\Delta E$  ภายในของไส้กรองรวมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

(ก): สูตรควบคุม; (ข): ขাঁวแดงร้อยละ 0.50 ( $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ )



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.14 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า  $\Delta E$  ภายนอกของไส้กรองรวมควัน ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50 ( $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 การใช้ข้าวแดงทดแทนไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์กุ้งเลี้ยง

จากการใช้ข้าวแดง 4 ระดับ คือร้อยละ 0.25 0.50 0.75 และ 1.00 ของน้ำหนักเนื้อทดแทนไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์กุ้งเลี้ยง และเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้ไนโตรเจน (สูตรควบคุม) ทำการวัดสีทั้งภายในและภายนอก เมื่อนำกุ้งเลี้ยงมาหั่นตามขวางเป็นแผ่นบางขนาดประมาณ 2 มิลลิเมตรวัดสีภายในของกุ้งเลี้ยง (ตารางที่ 4.6) พบว่ากุ้งเลี้ยงสูตรควบคุมที่ใช้ไนโตรเจนมีค่า L ซึ่งแสดงถึงความสว่างมีค่าสูงที่สุดและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับกุ้งเลี้ยงที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.25 ส่วนกุ้งเลี้ยงที่ใช้ข้าวแดงเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.25 ถึง 1.00 จะมีค่า L ลดลงตามลำดับ ส่วนค่า a ซึ่งแสดงถึงความเข้มของสีแดง พบว่ากุ้งเลี้ยงสูตรควบคุมมีค่า a 7.93 ซึ่งต่ำที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับกุ้งเลี้ยงที่ใช้ข้าวแดงทั้ง 4 ระดับ โดยกุ้งเลี้ยงที่ใช้ข้าวแดงเพิ่มขึ้น จะมีค่า a สูงขึ้น ส่วนค่า b ซึ่งแสดงถึงความเข้มของสีเหลืองพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ในทุกตัวอย่างทดลอง ค่า H (Hue) แสดงถึงค่าสีหลัก พบว่าสูตรควบคุมมีค่าสีหลัก 25.00 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.25 และ 0.50 และเมื่อใช้ปริมาณข้าวแดงเพิ่มขึ้นค่า H จะลดลง แสดงว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวแดงมีความเป็นสีแดงเพิ่มมากขึ้น และจากค่า  $\Delta E$  (total color difference) เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมพบว่าเมื่อใช้ข้าวแดงเพิ่มขึ้น  $\Delta E$  จะเพิ่มขึ้นด้วย นั่นคือมีสีแตกต่างจากตัวอย่างควบคุม

ตารางที่ 4.6 แสดงค่า L a b H และ  $\Delta E$  ของสีภายในของกุ้งเลี้ยงสูตรควบคุมกับกุ้งเลี้ยงที่ใช้ข้าวแดงในระดับต่าง ๆ กัน

ชนิดของกุ้งเลี้ยง	L	a	b	H	$\Delta E$
สูตรควบคุม	40.24 <sup>a</sup> ± 0.62	7.93 <sup>a</sup> ± 0.51	4.40 <sup>a</sup> ± 1.05	25.00 <sup>a</sup> ± 0.45	0 <sup>a</sup> ± 0.00
ข้าวแดง 0.25 %	39.18 <sup>ab</sup> ± 1.05	9.03 <sup>b</sup> ± 0.62	4.43 <sup>a</sup> ± 0.85	27.41 <sup>a</sup> ± 1.98	1.84 <sup>b</sup> ± 0.88
ข้าวแดง 0.50 %	38.14 <sup>b</sup> ± 0.74	9.36 <sup>bc</sup> ± 0.55	4.88 <sup>a</sup> ± 0.75	25.60 <sup>ab</sup> ± 1.70	2.78 <sup>b</sup> ± 1.31
ข้าวแดง 0.75 %	35.94 <sup>c</sup> ± 0.80	10.18 <sup>cd</sup> ± 0.74	4.59 <sup>a</sup> ± 0.60	24.18 <sup>b</sup> ± 1.47	4.95 <sup>c</sup> ± 0.52
ข้าวแดง 1.00 %	34.97 <sup>d</sup> ± 0.63	10.64 <sup>d</sup> ± 0.09	4.58 <sup>a</sup> ± 0.23	23.30 <sup>b</sup> ± 1.18	5.97 <sup>c</sup> ± 0.39

หมายเหตุ

ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

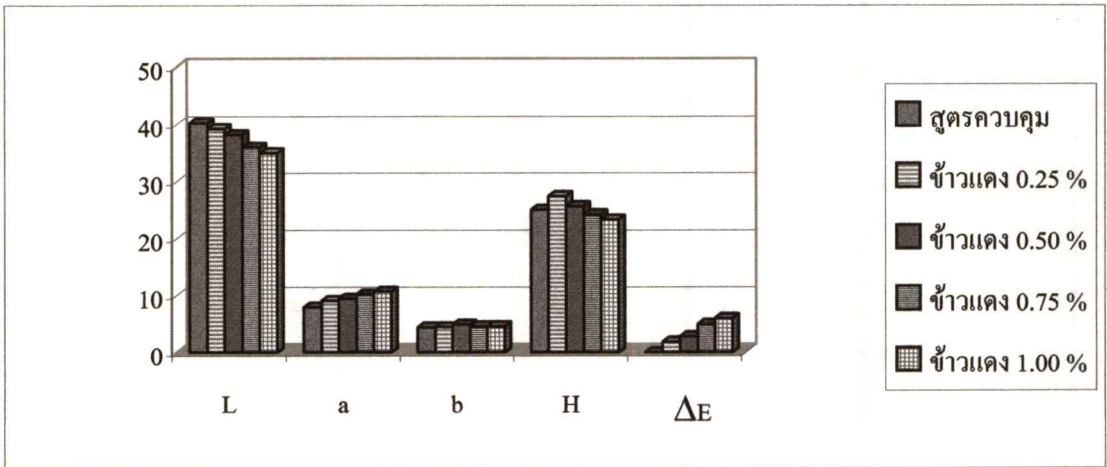
จากการวัดสีผิวด้านนอกของกุ้งเขียง โดยปกเปิดอกบริเวณผิวด้านนอกของกุ้งเขียง และแผ่ ออกเพื่อให้สะดวกต่อการวัด (ตารางที่ 4.7) พบว่าค่า L ของกุ้งเขียงบริเวณภายในและภายนอก จะแตกต่างกัน โดยสีภายนอกจะมีความคล้ำมากกว่าสีภายในซึ่งพบได้จากค่า L ที่ต่ำกว่า (ภาพที่ 4.15) เนื่องจากในขั้นตอนการอบกุ้งเขียงทำให้ความชื้นของผิวนอกลดลงต่ำกว่าภายใน ทำให้สี ภายนอกมีสีคล้ำ การใช้ข้าวแดงในการทดแทนไนโตรเจนจะทำให้กุ้งเขียงมีสีแดงคล้ำ และพบว่า เมื่อใช้ปริมาณข้าวแดงเพิ่มขึ้นจะมีค่า L ลดลง แสดงว่าเมื่อใช้ข้าวแดงเพิ่มขึ้นจะทำให้กุ้งเขียงมีสี คล้ำลงเช่นเดียวกับสีกุ้งเขียงภายใน ส่วนค่า a พบว่ากุ้งเขียงสูตรควบคุมมีค่า a ค่าที่สุดและเมื่อ ใช้ข้าวแดงเพิ่มขึ้นค่า a ก็เพิ่มขึ้น ส่วนค่า b พบว่ากุ้งเขียงสูตรควบคุมจะมีค่า b ไม่มีความ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับกุ้งเขียงที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.75 และ 1.00 ค่า H แสดงถึงค่าสีหลัก พบว่าสูตรควบคุมมีค่าสีหลัก 33.68 ซึ่งสูงที่สุด และเมื่อใช้ปริมาณข้าวแดง เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 1.00 ค่า H จะลดลงเป็น 22.78 การใช้ปริมาณข้าวแดงเพิ่มขึ้นจะทำให้ H ลด ลง แสดงว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวแดงมีความเป็นสีแดงเพิ่มมากขึ้น และค่า  $\Delta E$  เมื่อเปรียบเทียบกับ สูตรควบคุม พบว่าเมื่อใช้ข้าวแดงเพิ่มขึ้น  $\Delta E$  จะเพิ่มขึ้น และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ในทุกตัวอย่างทดลอง

ตารางที่ 4.7 แสดงค่า L a b H และ  $\Delta E$  ของสีภายนอกของกุ้งเขียงสูตรควบคุมกับกุ้งเขียงที่ ใช้ข้าวแดงในระดับต่าง ๆ กัน

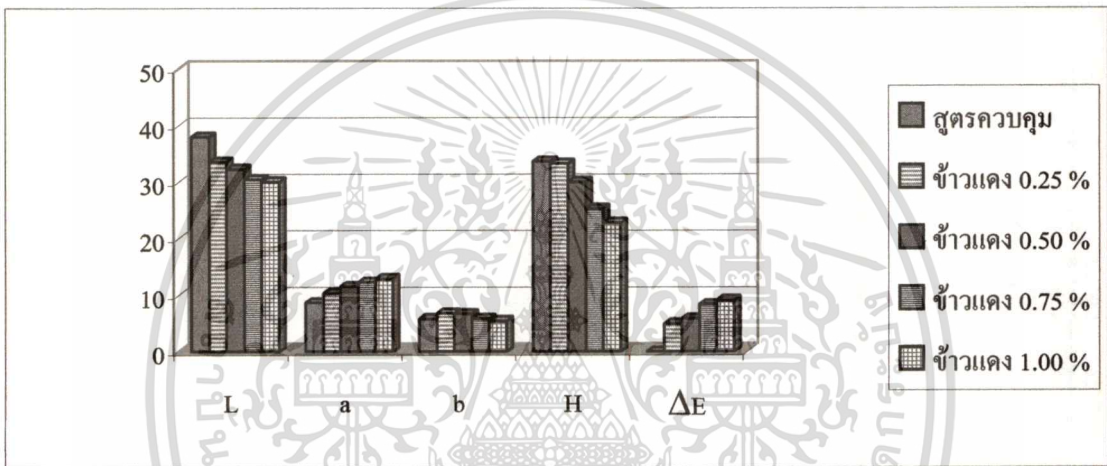
ชนิดของกุ้งเขียง	L	a	b	H	$\Delta E$
สูตรควบคุม	38.03 <sup>a</sup> ±0.49	8.67 <sup>a</sup> ±0.16	5.78 <sup>a</sup> ±0.37	33.68 <sup>a</sup> ±1.31	0 <sup>a</sup> ±0.00
ข้าวแดง 0.25 %	33.58 <sup>b</sup> ±0.53	10.32 <sup>b</sup> ±0.13	6.79 <sup>b</sup> ±0.47	33.30 <sup>a</sup> ±1.80	4.94 <sup>b</sup> ±0.38
ข้าวแดง 0.50 %	33.31 <sup>b</sup> ±0.42	11.51 <sup>c</sup> ±0.14	6.67 <sup>b</sup> ±0.61	30.05 <sup>b</sup> ±2.09	5.82 <sup>c</sup> ±0.05
ข้าวแดง 0.75 %	30.44 <sup>c</sup> ±0.10	12.27 <sup>d</sup> ±0.18	5.80 <sup>c</sup> ±0.35	25.30 <sup>c</sup> ±1.62	8.41 <sup>d</sup> ±0.40
ข้าวแดง 1.00 %	30.05 <sup>c</sup> ±0.27	12.87 <sup>e</sup> ±0.19	5.41 <sup>c</sup> ±0.06	22.78 <sup>c</sup> ±0.19	9.09 <sup>e</sup> ±0.11

หมายเหตุ

ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.15 แสดงค่า L a b H และ ΔE ของกุ้งแช่สุตรควบคุมกับกุ้งแช่ที่ใช้ข้าวแดงในระดับต่างๆ กัน (ก) : สีภายใน ; (ข) : สีภายนอก



ภาพที่ 4.16 แสดงผลึกภัณฑ์กุ้งแช่สุตรควบคุมและสุตรที่ใช้ข้าวแดงในระดับต่าง ๆ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของกุนเชียง (ตารางที่ 4.8) เมื่อพิจารณาจากคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ พบว่าสูตรควบคุมมีคะแนนต่ำที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับสูตรที่ใช้ข้าวแดงในทุกระดับ ส่วนสูตรที่ใช้ข้าวแดงทั้ง 4 ระดับไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ทั้งนี้อาจเนื่องจากอิทธิพลทางด้านสี ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ จากคุณลักษณะทางด้านสีพบว่าสูตรควบคุมมีคะแนนต่ำที่สุด โดยสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 มีคะแนนมากที่สุดซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับกุนเชียงสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.75 และร้อยละ 1.00

เมื่อพิจารณาคุณลักษณะทางด้านรสชาติ พบว่าทุกสูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) แสดงว่าเมื่อใช้ข้าวแดงแทนในไตรท์ไม่มีผลทำให้รสชาติเปลี่ยนแปลงไป

เมื่อพิจารณาคุณลักษณะทางด้านกลิ่น พบว่าสูตรควบคุมมีคะแนนต่ำที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับสูตรที่ใช้ข้าวแดงในทุกระดับ อย่างไรก็ตามไม่พบการบอกลักษณะบ่งชี้ถึงกลิ่นที่แตกต่างไปจากสูตรควบคุมในแบบสอบถาม (ภาคผนวก ก) การที่คะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่นของสูตรควบคุมต่ำกว่านั้นอาจเนื่องจากอิทธิพลทางด้านสีและลักษณะปรากฏจึงทำให้ผู้บริโภคเกิดอคติต่อผลิตภัณฑ์ได้

ด้านการยอมรับโดยรวม พบว่าสูตรควบคุมจะมีคะแนนต่ำที่สุดซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.25 แต่จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) กับสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 0.75 และ 1.00 จากการศึกษาทางด้านประสาทสัมผัส พบว่ากุนเชียงที่ใช้ข้าวแดงทดแทนในไตรท์ได้รับการยอมรับมากกว่าสูตรควบคุม และปริมาณข้าวแดงที่เหมาะสมอยู่ในช่วงร้อยละ 0.50 – 1.00 จึงเลือกข้าวแดงในระดับร้อยละ 0.50 มาใช้ในการศึกษาอายุการเก็บรักษาเนื่องจากเป็นปริมาณน้อยที่สุด ที่ผู้ชิมให้การยอมรับ อาจจะเป็นไปได้ที่ปัจจุบันมีการใช้ข้าวแดงเพื่อแต่งสีในผลิตภัณฑ์กุนเชียงอยู่แล้ว จึงทำให้ผู้บริโภคคุ้นเคยจึงทำให้คะแนนการยอมรับสูงกว่าสูตรควบคุม อย่างไรก็ตามการศึกษาความคงตัวของสี และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม จะได้จากการทดลองนี้

ตารางที่ 4.8 แสดงคะแนนเฉลี่ยการทดสอบในด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกุนเชียง

คุณลักษณะ	สูตรควบคุม	ปริมาณข้าวแดง			
		0.25 %	0.50%	0.75 %	1.00 %
ลักษณะปรากฏ	5.13 <sup>a</sup> ±1.50	6.29 <sup>b</sup> ±1.48	6.88 <sup>b</sup> ±1.12	6.92 <sup>b</sup> ±1.04	6.78 <sup>b</sup> ±0.86
สี	5.02 <sup>a</sup> ±1.62	6.20 <sup>b</sup> ±1.68	7.03 <sup>c</sup> ±1.19	6.93 <sup>c</sup> ±0.93	6.77 <sup>bc</sup> ±1.18
รสชาติ	6.73 <sup>a</sup> ±0.91	6.75 <sup>a</sup> ±1.17	7.08 <sup>a</sup> ±0.81	6.95 <sup>a</sup> ±0.93	7.02 <sup>a</sup> ±0.90
กลิ่น	6.22 <sup>a</sup> ±1.44	6.63 <sup>b</sup> ±1.29	6.93 <sup>b</sup> ±0.99	6.83 <sup>b</sup> ±1.15	7.00 <sup>b</sup> ±0.95
การยอมรับโดยรวม	6.05 <sup>a</sup> ±1.44	6.52 <sup>ab</sup> ±1.35	7.10 <sup>c</sup> ±1.03	7.02 <sup>bc</sup> ±0.91	7.13 <sup>c</sup> ±0.87

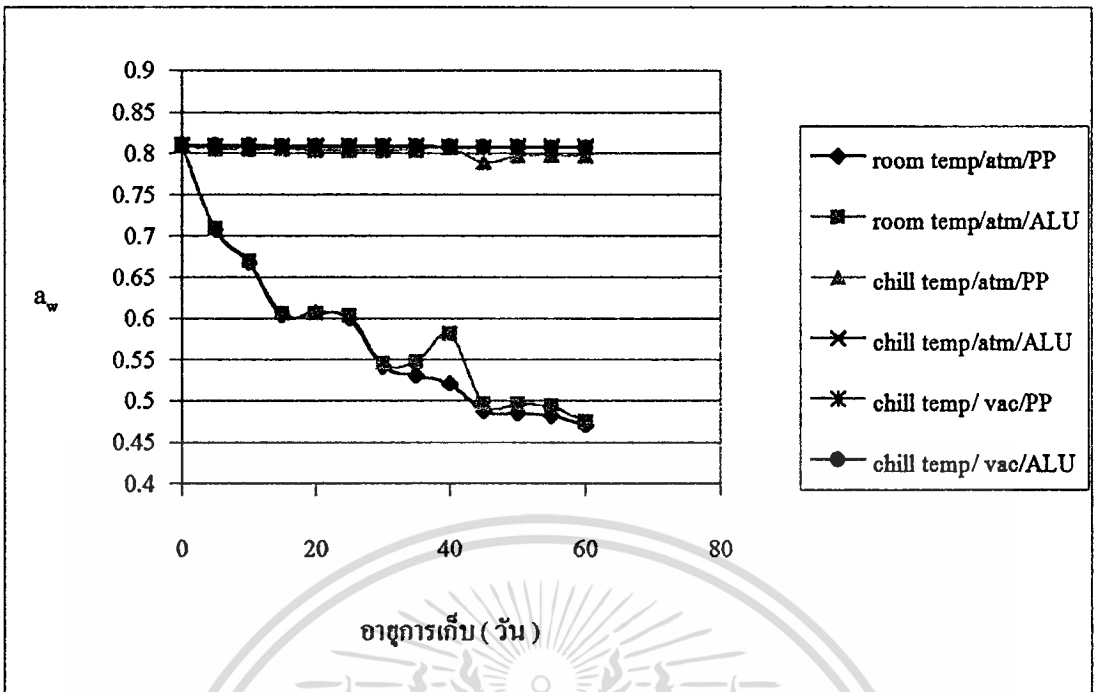
#### หมายเหตุ

1. ตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )
2. ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิม 20 คน

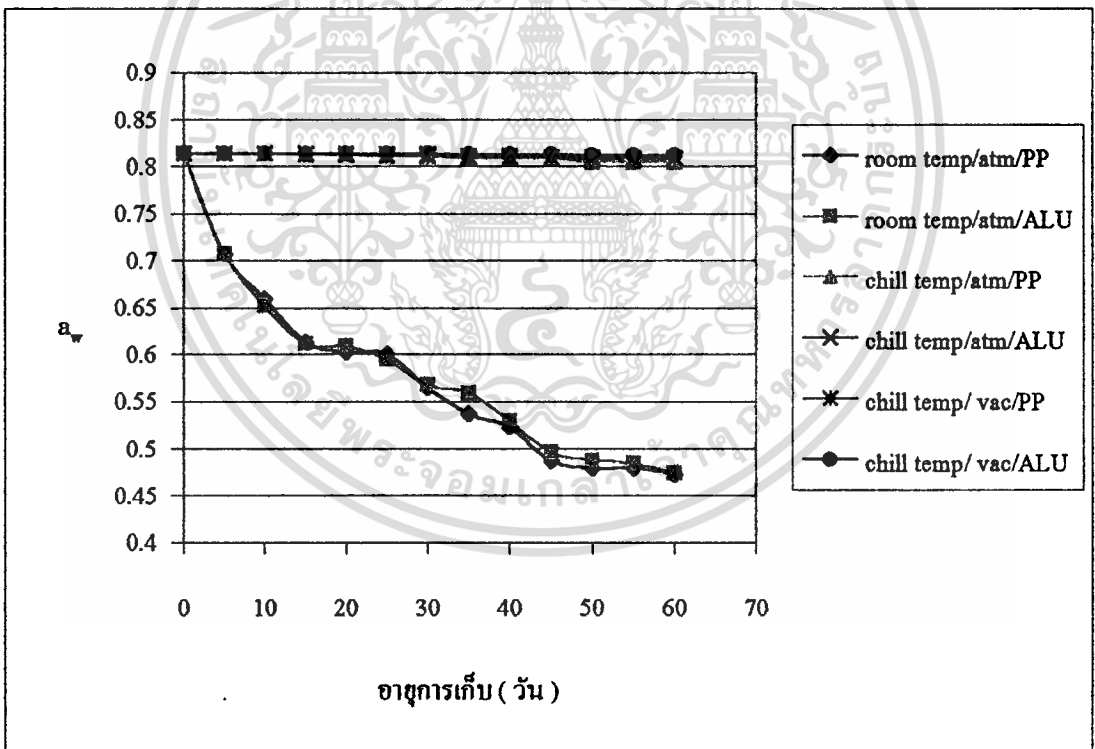
### 4.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์กุนเชียง

#### 4.4.1 Water activity ( $a_w$ ) และความชื้น

เนื่องจากค่า  $a_w$  และความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ จากภาพที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงของค่า  $a_w$  ของกุนเชียงสูตรควบคุมและกุนเชียงสูตรที่ใช้ข้าวแดงที่อุณหภูมิห้อง โดยระหว่างการเก็บรักษา (ช่วงเดือนธันวาคม – มกราคม) วัดความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศได้ร้อยละ 55 – 60 พบว่าจะมีการลดลงอย่างต่อเนื่องทั้งบรรจุในถุงโพลีโพรไพลิน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) เนื่องจากถุงที่บรรจุผลิตภัณฑ์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ทำการเจาะรูที่ถุงจึงทำให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียความชื้นให้กับบรรยากาศ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส บรรจุภาชนะบรรจุอากาศปกติ และบรรจุสุญญากาศ ในถุงโพลีโพรไพลินและถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ ค่า  $a_w$  จะมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นจะมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเหมือนกับค่า  $a_w$  (ภาพที่ 4.18)



(ก)

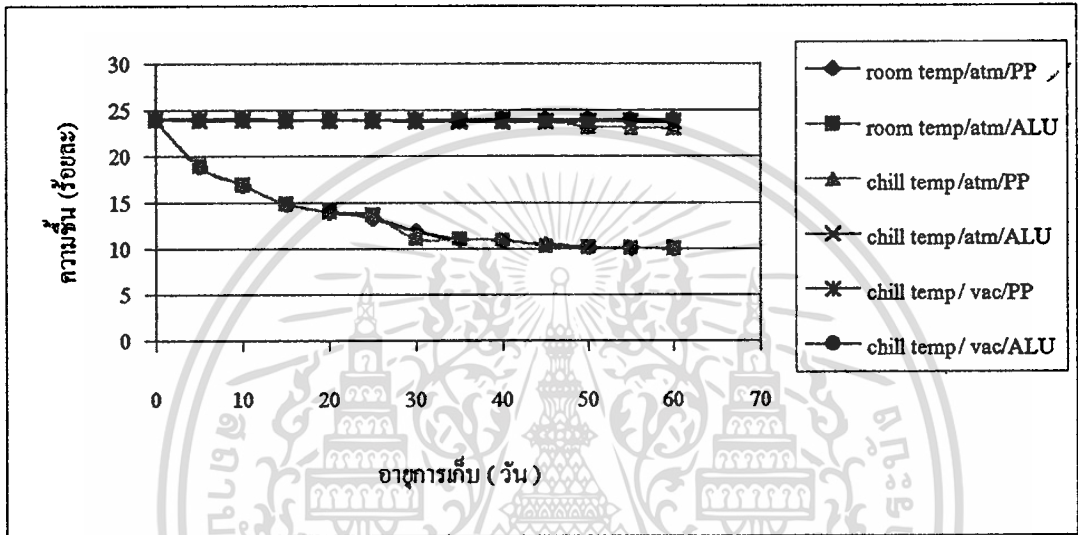


(ข)

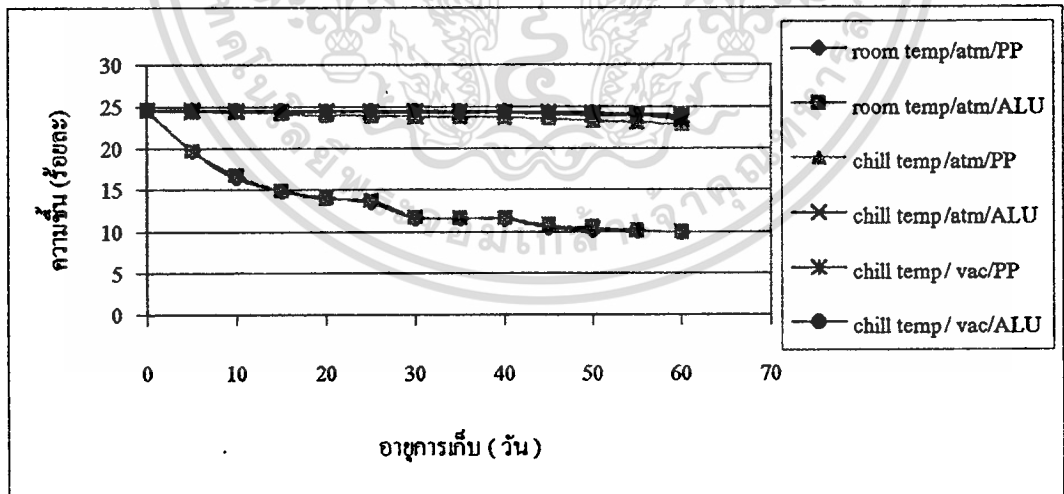
ภาพที่ 4.17 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่า water activity ( $a_w$ ) ของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง ที่บรรจุในถุง โพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน  
(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นของกุนเชียงสุตรควบคุม และกุนเชียงสุตรที่ใช้ข้าวแดงเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 55 – 60 (ภาพที่ 4.18) พบว่าจะมีการลดลงอย่างต่อเนื่องทั้งบรรจุในถุง โพลีโพรไพลีน (PP) และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) เนื่องจากในบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ จึงมีการถ่ายเทความชื้นจากผลิตภัณฑ์สู่บรรยากาศ ส่วนที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส บรรจุสุภาวะ บรรยากาศปกติ และบรรจุสุญญากาศในถุงโพลีโพรไพลีนและถุงอะลูมิเนียมฟอยล์จะมีการสูญเสียความชื้นเพียงเล็กน้อย



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.18 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของผลิตภัณฑ์กุนเชียง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP)

และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน

(ก) : สุตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา

##### 4.4.2.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count)

การศึกษาอายุการเก็บของกุนเชียงที่บรรจุสถานะบรรยากาศปกติในถุงโพลีโพรไพลีน และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ผลการตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในกุนเชียงสุตรควบคุม และกุนเชียงสุตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 เริ่มต้น 3.845 และ 3.857 log โคลิเน็ตต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งจะมีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์เหมือนกัน (ตารางที่ 4.9) โดยที่อุณหภูมิห้องบรรจุในถุงโพลีโพรไพลีนและถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ พบว่าเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จะลดลง เนื่องจากค่า  $a_w$  และความชื้นของผลิตภัณฑ์จะมีการลดลงอย่างต่อเนื่อง ทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ อย่างไรก็ตามแม้ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องจะมีความคงตัวทางด้านเชื้อจุลินทรีย์ แต่ลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากมีลักษณะแห้งแข็ง สีดำคล้ำ จึงทำให้การยอมรับของผู้บริโภคลดลง

ส่วนที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส กุนเชียงสุตรควบคุมที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีนและถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นจาก 3.845 log โคลิเน็ตต่อกรัมเป็น 3.929 และ 3.919 log โคลิเน็ตต่อกรัม ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 60 วัน ส่วนกุนเชียงสุตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 60 วัน พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จะเพิ่มขึ้นจาก 3.857 log โคลิเน็ตต่อกรัมเป็น 3.934 และ 3.929 log โคลิเน็ตต่อกรัม ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าลักษณะการเพิ่มและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของทั้ง 2 ตัวอย่างมีความใกล้เคียงกัน โดยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ในทุกสถานะการบรรจุไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหารที่ได้กำหนดไว้ซึ่งต้องมีจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 100,000 โคลิเน็ตต่อกรัม และเนื่องจากผลิตภัณฑ์กุนเชียงเป็นอาหารประเภทกึ่งแห้ง (Intermediate moisture foods) คือมีค่า  $a_w$  ระหว่าง 0.60–0.85 จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวทางด้านจุลินทรีย์

ตารางที่ 4.9 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์กวนเชียง บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส (log โคลิฟอร์มต่อกรัม)

ระยะเวลา (วัน)	ควบคุม				ข้าวแดง 0.50 %			
	อุณหภูมิห้อง		อุณหภูมิ 8 °C		อุณหภูมิห้อง		อุณหภูมิ 8 °C	
	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU
0	<sup>a</sup> 3.845 <sup>a</sup>	3.845 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 3.845 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 3.845 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 3.857 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 3.857 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 3.857 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 3.857 <sup>b</sup>
5	<sup>a</sup> 3.851 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 3.845 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 3.863 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 3.857 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 3.857 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 3.863 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 3.869 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 3.869 <sup>b</sup>
10	<sup>a</sup> 3.813 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 3.806 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 3.869 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 3.869 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 3.833 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 3.799 <sup>d</sup>	<sup>ns</sup> 3.875 <sup>d</sup>	<sup>ns</sup> 3.875 <sup>d</sup>
15	<sup>b</sup> 3.579 <sup>c</sup>	<sup>b</sup> 3.505 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 3.875 <sup>d</sup>	<sup>ns</sup> 3.875 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 3.568 <sup>c</sup>	<sup>b</sup> 3.531 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 3.881 <sup>e</sup>	<sup>ns</sup> 3.881 <sup>e</sup>
20	<sup>c</sup> 3.176 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 3.114 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 3.881 <sup>c</sup>	<sup>ns</sup> 3.881 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 3.230 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 3.176 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 3.886 <sup>c</sup>	<sup>ns</sup> 3.887 <sup>c</sup>
25	<sup>c</sup> 3.114 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 3.079 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 3.886 <sup>c</sup>	<sup>ns</sup> 3.886 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 3.114 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 3.079 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 3.908 <sup>d</sup>	<sup>ns</sup> 3.908 <sup>d</sup>
30	<sup>c</sup> 3.079 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 3.041 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 3.892 <sup>c</sup>	<sup>ns</sup> 3.898 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 3.079 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 3.041 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 3.914 <sup>d</sup>	<sup>ns</sup> 3.914 <sup>d</sup>
35	<sup>d</sup> 2.991 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 2.959 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 3.903 <sup>c</sup>	<sup>ns</sup> 3.903 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 2.996 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 2.964 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 3.919 <sup>d</sup>	<sup>ns</sup> 3.919 <sup>d</sup>
40	<sup>d</sup> 2.94 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 2.919 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 3.914 <sup>d</sup>	<sup>ns</sup> 3.908 <sup>d</sup>	<sup>e</sup> 2.964 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 2.968 <sup>c</sup>	<sup>ns</sup> 3.924 <sup>e</sup>	<sup>ns</sup> 3.924 <sup>e</sup>
45	<sup>e</sup> 2.708 <sup>a</sup>	<sup>e</sup> 2.690 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 3.924 <sup>c</sup>	<sup>ns</sup> 3.914 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 2.740 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 2.716 <sup>ab</sup>	<sup>ns</sup> 3.924 <sup>c</sup>	<sup>ns</sup> 3.924 <sup>c</sup>
50	<sup>f</sup> 2.580 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 2.568 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 3.924 <sup>d</sup>	<sup>ns</sup> 3.919 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 2.580 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 2.580 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 3.929 <sup>d</sup>	<sup>ns</sup> 3.929 <sup>d</sup>
55	<sup>f</sup> 2.544 <sup>ab</sup>	<sup>f</sup> 2.531 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 3.929 <sup>d</sup>	<sup>ns</sup> 3.913 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 2.556 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 2.591 <sup>c</sup>	<sup>ns</sup> 3.929 <sup>d</sup>	<sup>ns</sup> 3.934 <sup>e</sup>
60	<sup>f</sup> 2.491 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 2.505 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 3.929 <sup>d</sup>	<sup>ns</sup> 3.913 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 2.544 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 2.531 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 3.934 <sup>e</sup>	<sup>ns</sup> 3.929 <sup>d</sup>

- ① ② ① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )  
 ② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

#### 4.4.4.2 ปริมาณแอนแอโรบิกแบคทีเรีย (anaerobic bacteria)

การบรรจุที่สภาวะสุญญากาศ ในถุงโพลีโพรไพลีน และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.10) พบว่ากวนเชียงสูตรควบคุมจะมีแอนแอโรบิกแบคทีเรียเริ่มต้น 2.301 log โคลิฟอร์มต่อกรัม ซึ่งเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นปริมาณแอนแอโรบิกแบคทีเรียจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเป็น 2.431 log โคลิฟอร์มต่อกรัม และกวนเชียงสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 จะมีแอนแอโรบิกแบคทีเรียเริ่มต้น 2.322 log โคลิฟอร์มต่อกรัม เมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้นแอนแอโรบิกแบคทีเรียจะเพิ่มขึ้นเป็น 2.491 log โคลิฟอร์มต่อกรัม ซึ่งแนวโน้มของปริมาณแอนแอโรบิกแบคทีเรียจะมากกว่าผลิตภัณฑ์ควบคุม และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) เนื่องจากสารไนไตรท์จะมีผลยับยั้งต่อเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และป้องกันการงอกของสปอร์ของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ควบคุมมีปริมาณแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 แสดงปริมาณเอนโอบิกแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส (log โคลิฟอร์มา)

ระยะเวลา (วัน)	ควบคุม		ข้าวแดง 0.50 %	
	PP	ALU	PP	ALU
0	<sup>ns</sup> 2.301 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.301 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.322 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 2.322 <sup>b</sup>
5	<sup>ns</sup> 2.301 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.301 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.322 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 2.342 <sup>c</sup>
10	<sup>ns</sup> 2.342 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.322 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 2.342 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.362 <sup>c</sup>
15	<sup>ns</sup> 2.301 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.342 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 2.342 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 2.380 <sup>c</sup>
20	<sup>ns</sup> 2.362 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.362 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.322 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 2.342 <sup>c</sup>
25	<sup>ns</sup> 2.362 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.322 <sup>c</sup>	<sup>ns</sup> 2.362 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.342 <sup>b</sup>
30	<sup>ns</sup> 2.342 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.342 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.398 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 2.398 <sup>b</sup>
35	<sup>ns</sup> 2.362 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.362 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.415 <sup>c</sup>	<sup>ns</sup> 2.398 <sup>b</sup>
40	<sup>ns</sup> 2.380 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.380 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.415 <sup>c</sup>	<sup>ns</sup> 2.398 <sup>b</sup>
45	<sup>ns</sup> 2.415 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.398 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 2.431 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.415 <sup>a</sup>
50	<sup>ns</sup> 2.398 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 2.362 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.447 <sup>c</sup>	<sup>ns</sup> 2.431 <sup>c</sup>
55	<sup>ns</sup> 2.415 <sup>b</sup>	<sup>ns</sup> 2.398 <sup>c</sup>	<sup>ns</sup> 2.477 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.447 <sup>a</sup>
60	<sup>ns</sup> 2.431 <sup>c</sup>	<sup>ns</sup> 2.431 <sup>c</sup>	<sup>ns</sup> 2.491 <sup>a</sup>	<sup>ns</sup> 2.477 <sup>b</sup>

- ① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )
- ② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

#### 4.4.4.3 *Clostridium perfringens*

การบรรจุที่สภาวะสุญญากาศ ในถุง โพลีโพรไพลีน และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ที่ อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส ในกุ้งแช่สุตรควบคุม และกุ้งแช่สุตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 ไม่พบการเจริญของ *Clostridium perfringens* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติจริงกุ้งแช่เป็นผลิตภัณฑ์อาหารสดจะต้องให้ความร้อนอีกครั้งก่อนการบริโภค ดังนั้นโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนจาก จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษจึงต่ำ

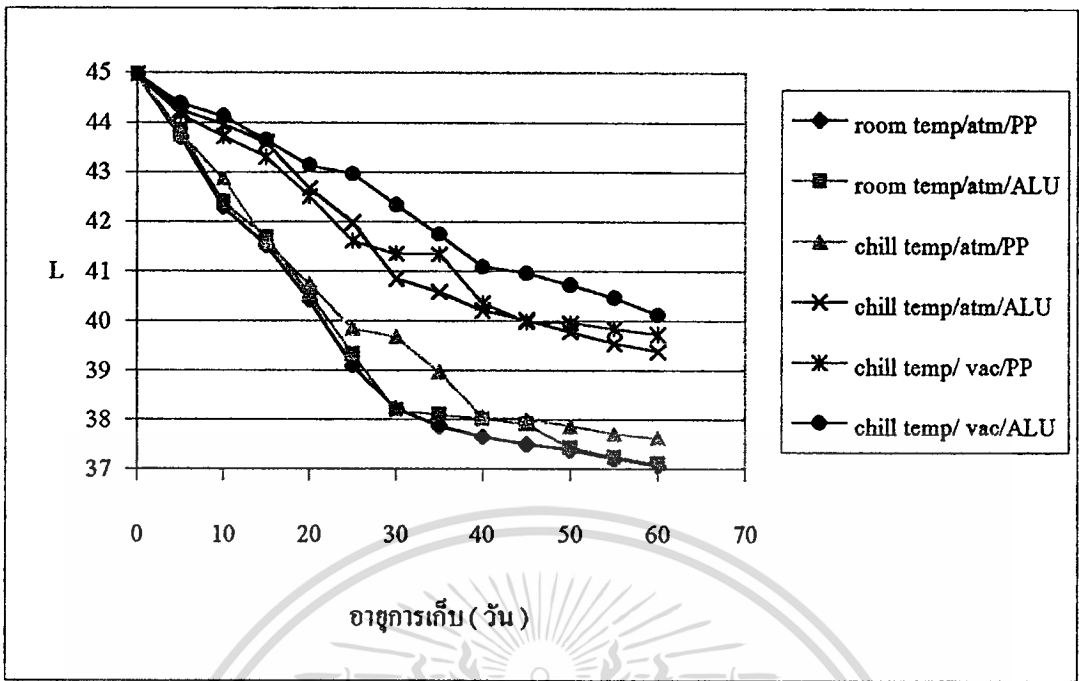
#### 4.4.3 การศึกษาความคงตัวของสารสีในผลิตภัณฑ์กุนเชียง

จากการนำกุนเชียงสูตรควบคุม และสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 บรรจุลงในถุงพลาสติก โพลีโพรไพลีน และถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ลามิเนต ปิดผนึกแบบสุญญากาศ และแบบธรรมดา ศึกษาสภาวะการเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ  $8 \pm 1$  องศาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 เดือนติดตามการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ทุก ๆ 5 วัน

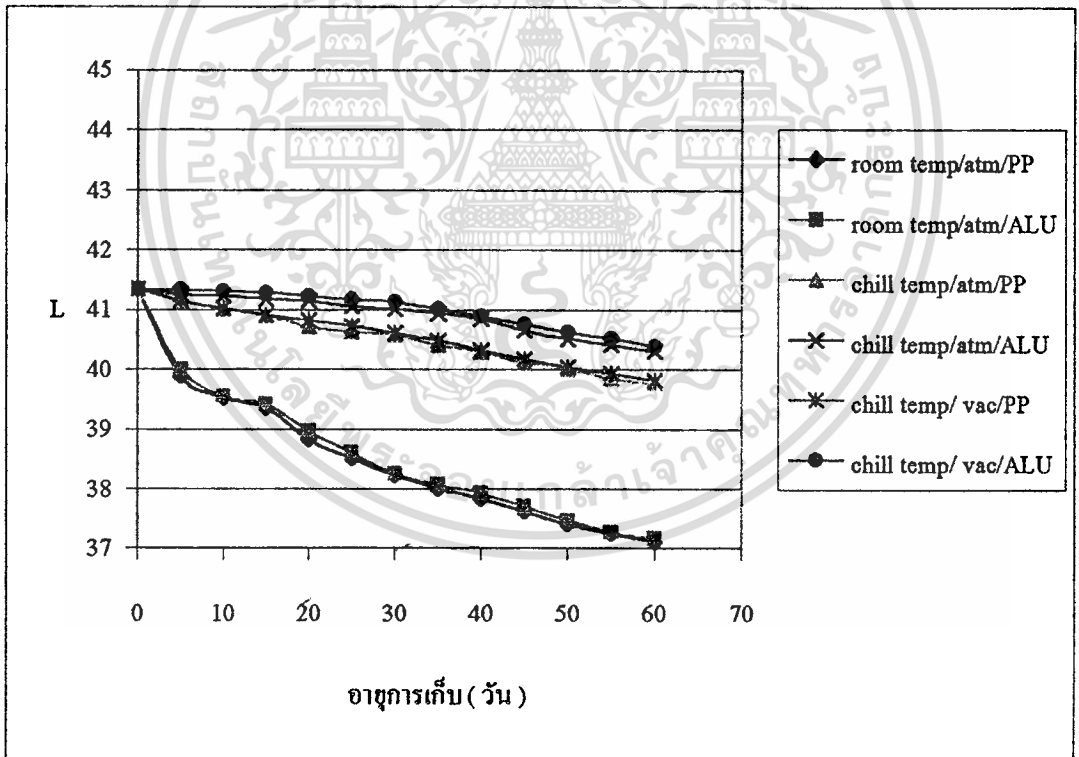
จากภาพที่ 4.19 และ 4.20 แสดงถึงค่า L ซึ่งเป็นค่าแสดงความสว่างของสีภายในและภายนอกของกุนเชียงตามลำดับ พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า L ของสีภายในของกุนเชียงที่เก็บอุณหภูมิห้องจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับกุนเชียงที่เก็บในอุณหภูมิตู้เย็น ซึ่งเห็นได้ชัดเจนจากภาพที่ 4.19 โดยพบทั้งในผลิตภัณฑ์ควบคุม และผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.5 และในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน และถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ ทั้งนี้เนื่องจากที่อุณหภูมิห้องจะมีการเจาะรูที่ถุง เพื่อให้มีการระบายอากาศ จึงทำให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์แห้งแข็ง มีสีดำคล้ำส่งผลให้ค่า L ลดลงอย่างมาก

ส่วนผลิตภัณฑ์ในกลุ่มที่เก็บในอุณหภูมิตู้เย็น จะมีการเปลี่ยนแปลงค่า L เพียงเล็กน้อยและมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงใกล้เคียงกัน ไม่ว่าจะบรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน หรือถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ หรือเก็บในสภาวะบรรยากาศปกติ หรือสุญญากาศ

จากการวิเคราะห์ทางสถิติของค่า L ของสีภายนอก พบว่าสภาพการบรรจุและภาชนะบรรจุของผลิตภัณฑ์เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่า L อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตารางที่ ๑3 และ ๑4) โดยผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในสภาพบรรยากาศปกติจะมีค่า L สูงกว่า หรือมีความสว่างมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุสุญญากาศ และผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีนจะมีค่า L สูงกว่า ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ และเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่า L มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )



(ก)

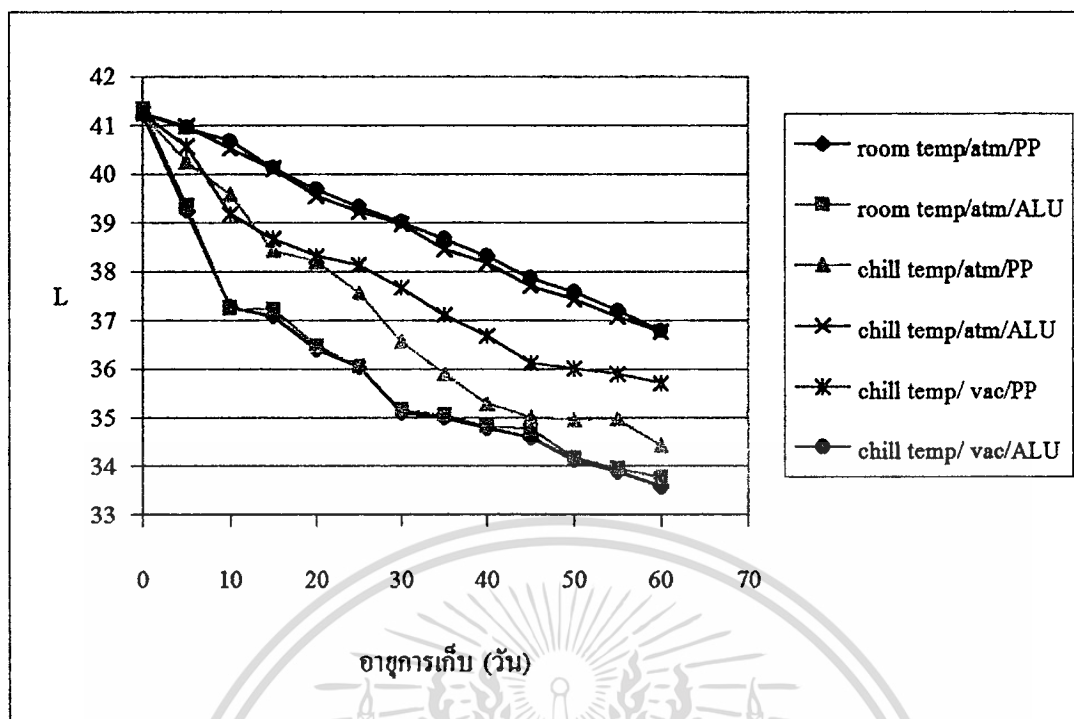


(ข)

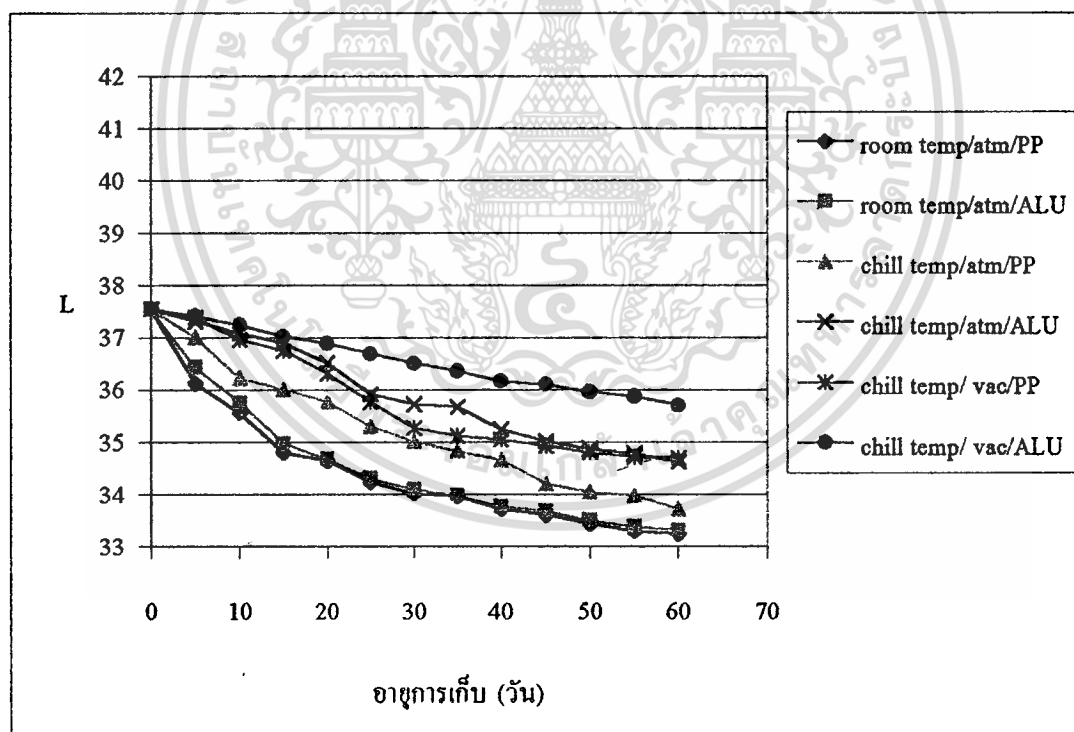
ภาพที่ 4.19 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า L ภายในของถุงแข็ง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน

(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.20 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า L ภายนอกของฉนวนเชิง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน

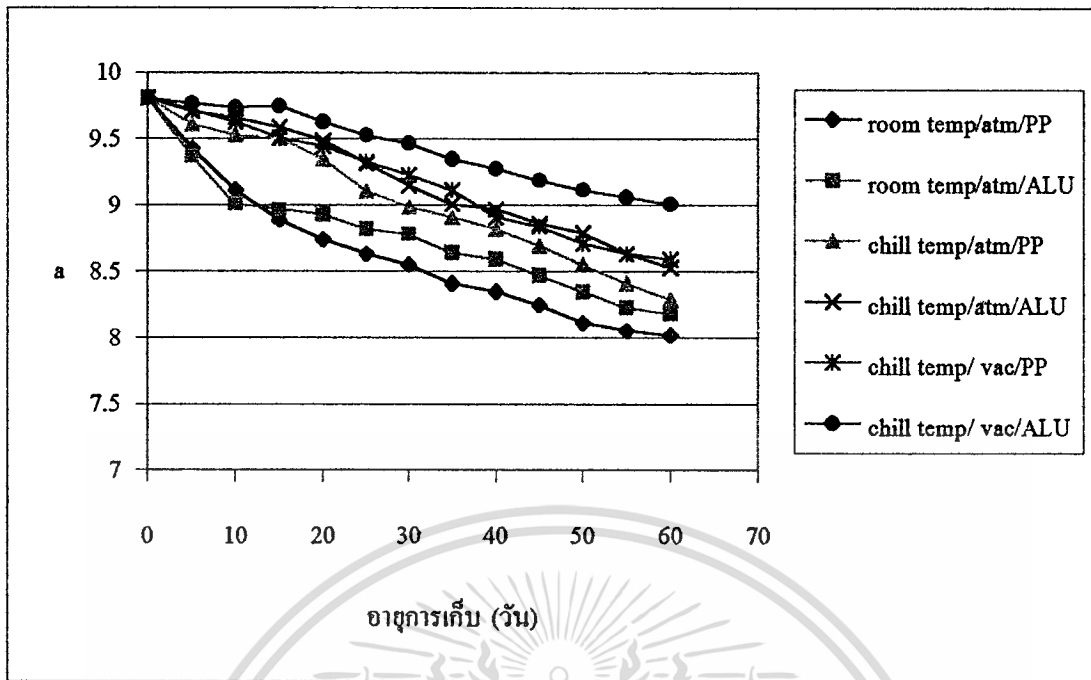
(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

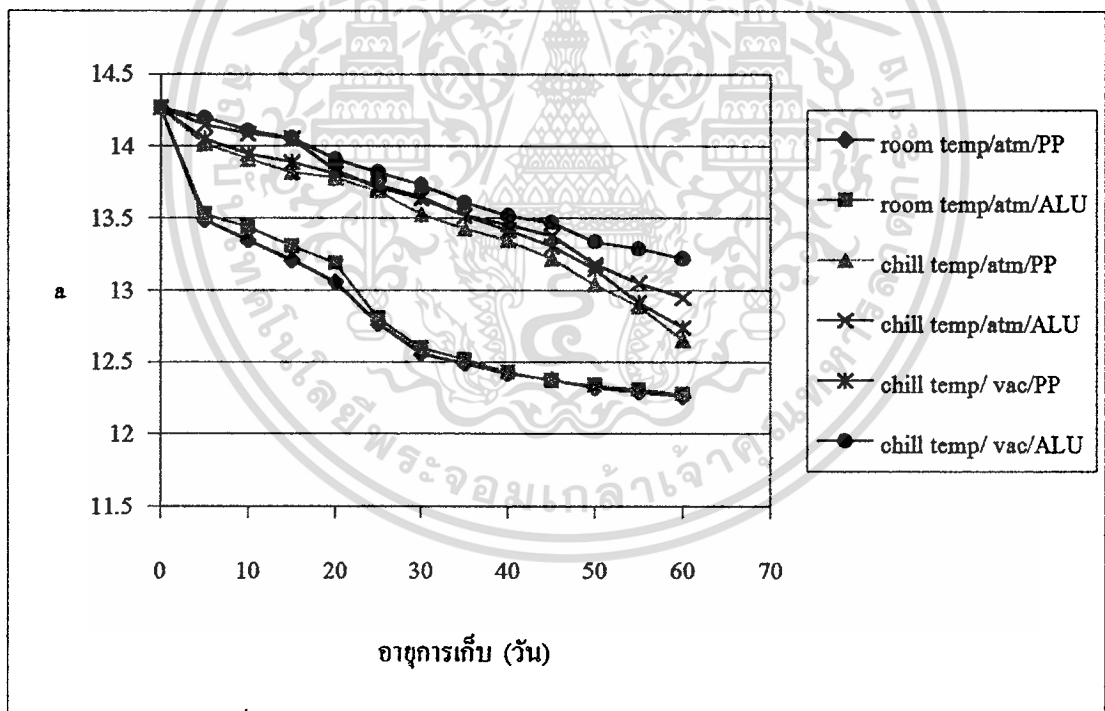
จากผลการวัดค่า  $a$  ภายในกวนเชิงสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.5 (ภาพที่ 4.21) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงค่า  $a$  ของกวนเชิงที่เก็บที่อุณหภูมิห้องอย่างมาก เมื่อเทียบกับกวนเชิงที่เก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น ซึ่งไม่พบเหตุการณ์เช่นนี้ในผลิตภัณฑ์กวนเชิงสูตรควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากข้าวแดงที่ทดแทนในกวนเชิงนั้นมีการสลายตัว ไม่คงตัวที่อุณหภูมิสูง ส่งผลให้ค่าสีแดงลดลง ในขณะที่สีแดงของกวนเชิงสูตรควบคุมมีการลดลงตามสภาวะการบรรจุ โดยไม่มีผลเนื่องจากสารในไตรท์ที่ใช้ทำให้สีมีความคงตัว อย่างไรก็ตาม พบว่ากวนเชิงที่เก็บที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มเป็นสีน้ำตาลเข้มเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยส่งผลให้ค่า  $a$  ลดลงได้เช่นกัน

ดังนั้นการเก็บกวนเชิงที่ใช้ข้าวแดงทดแทนในไตรท์ จึงไม่ควรเก็บที่อุณหภูมิห้อง หรือที่อุณหภูมิสูง แต่ควรเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น

อย่างไรก็ตาม จากการวัดค่า  $a$  ของสีภายนอก (ภาพที่ 4.22) พบว่าสภาพการบรรจุ และภาชนะบรรจุมีอิทธิพลต่อค่า  $a$  อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตารางที่ ๑3 และ ๑4) ซึ่งพบทั้งในกวนเชิงสูตรควบคุมและสูตรที่ใช้ข้าวแดง เนื่องจากผิวภายนอกสัมผัสกับแสง และอากาศ ดังนั้นภาชนะบรรจุที่สามารถป้องกันแสง ป้องกันการซึมผ่านของอากาศ ดังเช่นถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ จึงสามารถป้องกันการลดลงของสีแดง (ค่า  $a$ ) ได้



(ก)

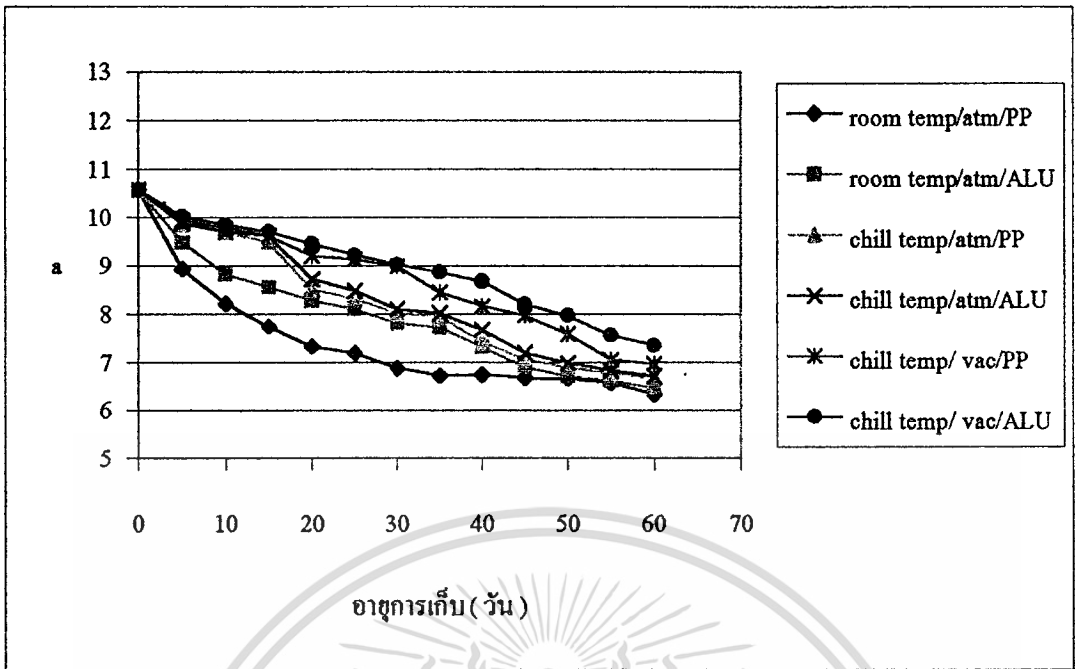


(ข)

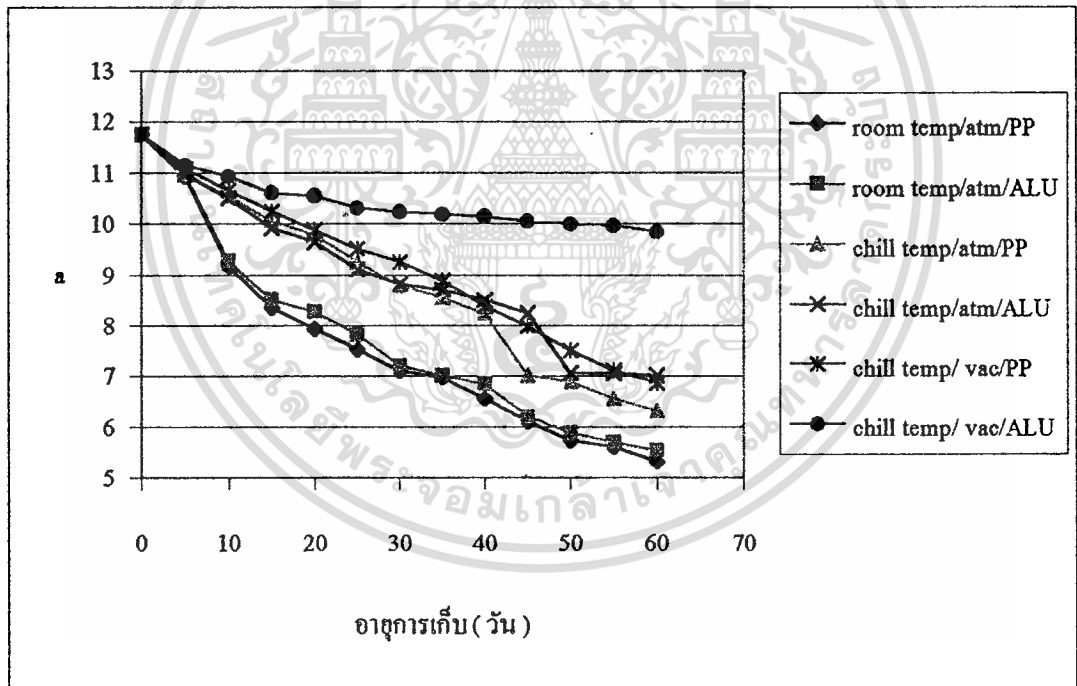
ภาพที่ 4.21 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a ภายในของกุนเชียง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน

(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

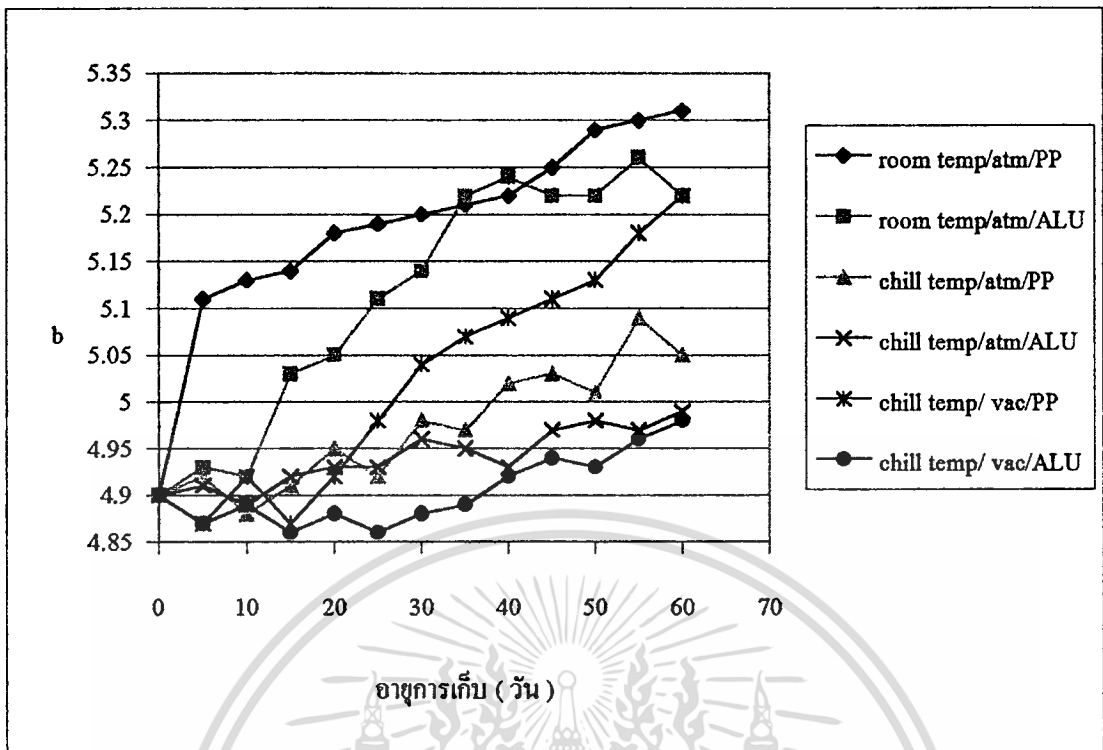
ภาพที่ 4.22 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า a ภายนอกของถั่วเขียว ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน  
(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50

จากการวัดค่า  $b$  ของสีภายในกุนเชียง (ภาพที่4.23) พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้น ทั้งในตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่ใช้ข้าวแดง ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสีแดงลดลง ซึ่งส่งผลให้ค่า  $b$  เพิ่มขึ้น และกลไกที่สีแดงในข้าวแดงมีความคงตัวน้อยกว่าสีเหลือง สีแดงจึงสลายตัวไป จึงทำให้สีเหลืองเพิ่มขึ้น

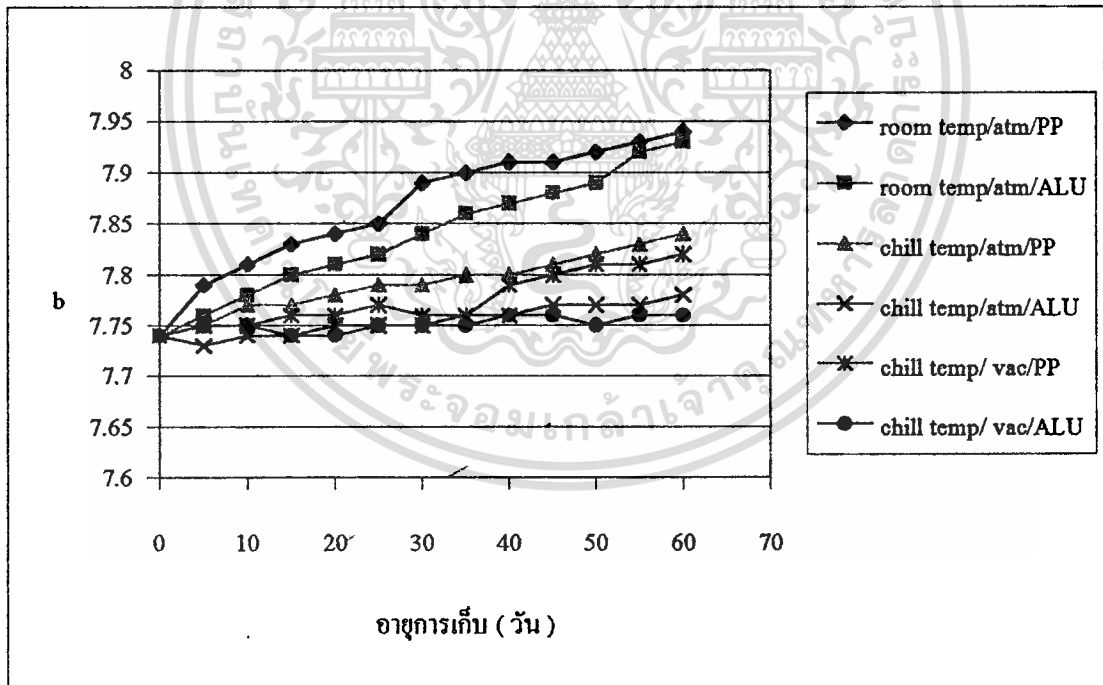
อย่างไรก็ตาม ยังพบว่าสภาพการบรรจุยังมีผลต่อค่า  $b$  ภายในของกุนเชียงสูตรควบคุมและกุนเชียงสูตรที่ใช้ข้าวแดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตารางที่ ๑3 และ ๑4)

เมื่อพิจารณาค่า  $b$  ภายนอกของกุนเชียงทั้งสูตรควบคุมและสูตรที่ใช้ข้าวแดงที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง พบว่ามีค่าลดลงเมื่อเวลาระยะเวลาในเก็บนานขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นสีน้ำตาลตามเข็มนาฬิกา เนื่องจากความชื้นที่ต่ำ จากอุณหภูมิที่ต่ำ จึงส่งผลให้ค่า  $b$  ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) ในขณะที่การเก็บที่อุณหภูมิต่ำเย็น ไม่มีการสูญเสียความชื้น จึงทำให้ค่า  $b$  มีค่าคงที่ในตัวอย่างที่ใช้ข้าวแดง และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในตัวอย่างควบคุม





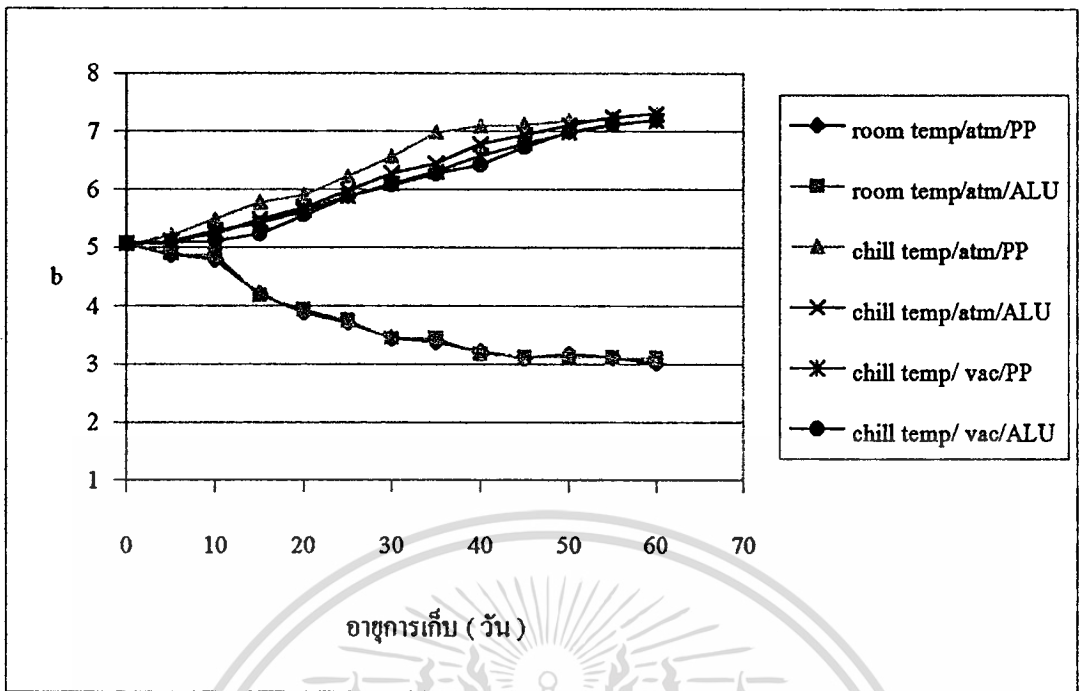
(ก)



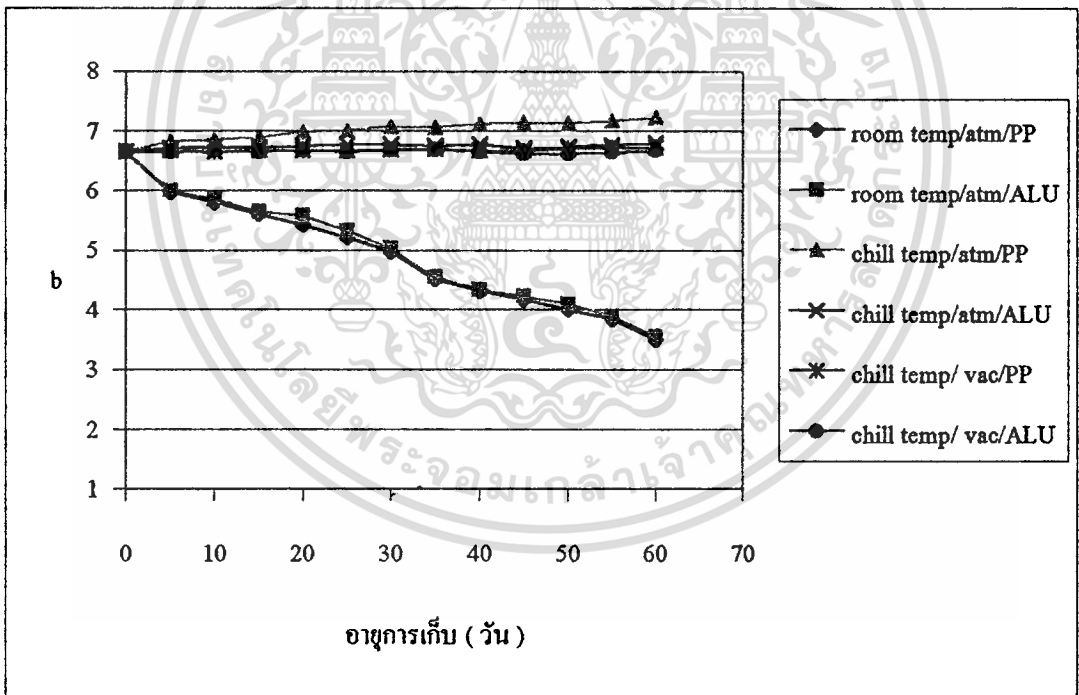
(ข)

ภาพที่ 4.23 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า b ภายในของกวนเชิง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน  
(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

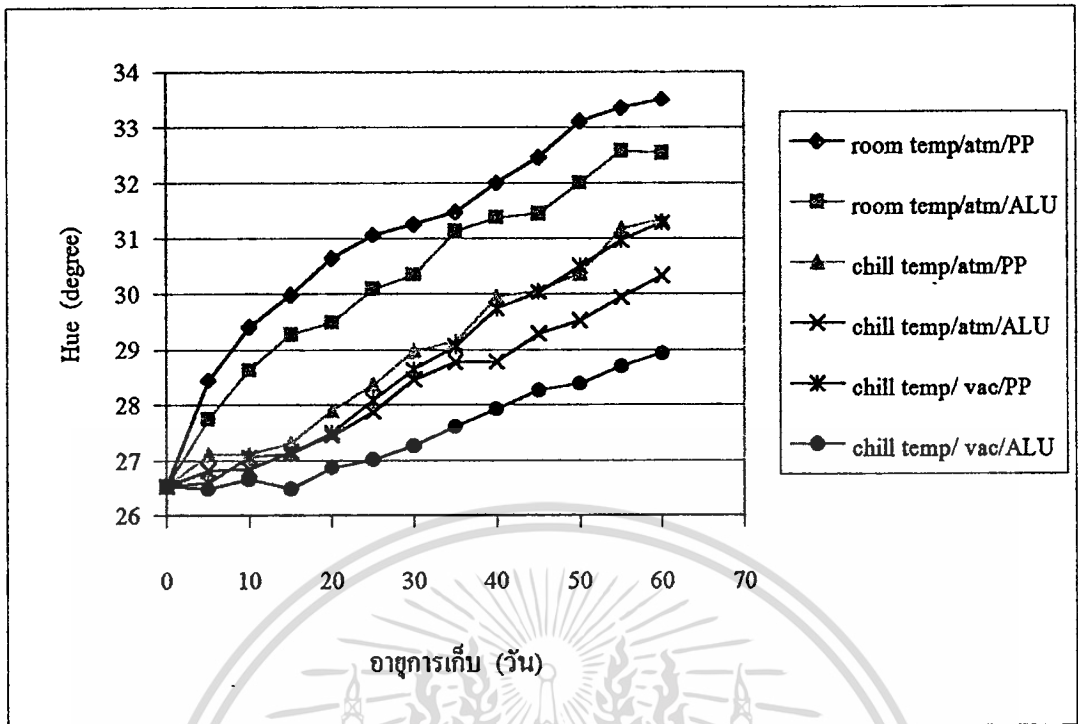
ภาพที่ 4.24 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า b ภายนอกของถุงเขียว ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน

(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50

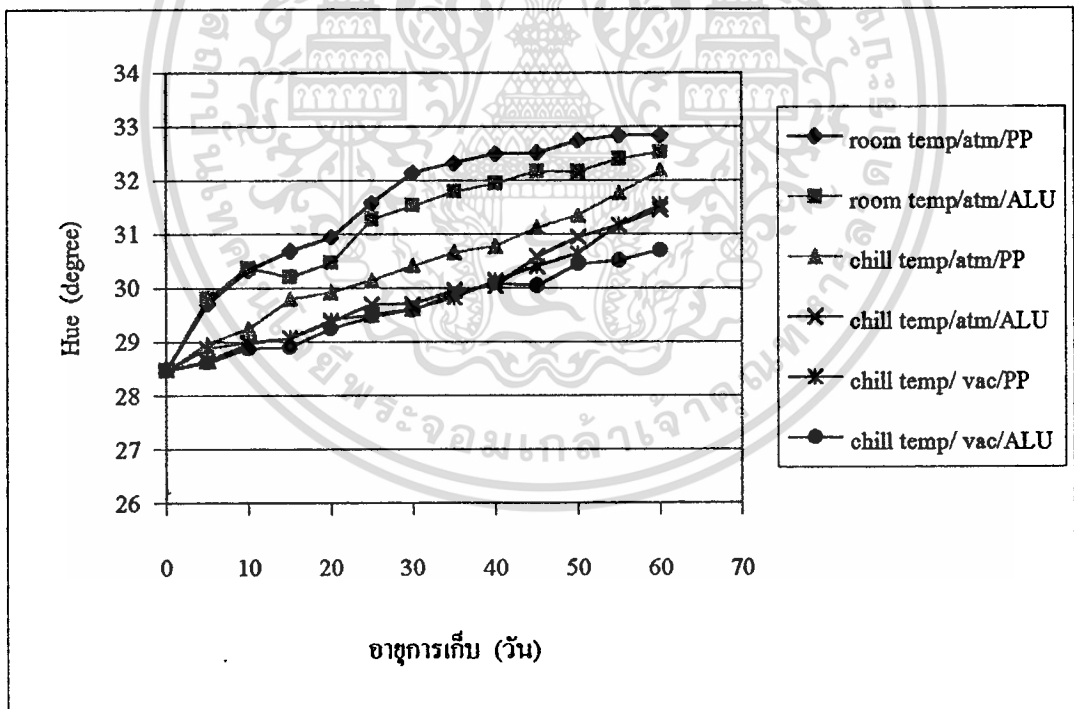
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการคำนวณค่า H ของสีภายใน พบว่าเมื่อระยะเวลาเก็บนานขึ้น ตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.5 จะมีค่า H เพิ่มขึ้น แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความเป็นสีแดงลดลง ซึ่งสภาพการบรรจุ และภาชนะบรรจุมีผลต่อค่า H อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ ) (ตารางที่ จ3 และ จ4) กล่าวคือ ภาชนะบรรจุอะลูมิเนียมฟอยล์ และสภาวะการเก็บสุญญากาศจะทำให้ค่า H ของผลิตภัณฑ์แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง โพลีโพรไพลีน

จากค่า H ภายนอกพบว่าการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิสูง ทั้งในอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิเย็น และอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง ยกเว้นอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง ๐ องศาเซลเซียส โดยพบว่าอุณหภูมิที่เก็บสภาวะดังกล่าวมีค่า H ก่อนข้างคงที่ เช่นเดียวกับอุณหภูมิที่เก็บที่อุณหภูมิห้องของทั้งสูตรควบคุม และสูตรที่ใช้ข้าวแดง อย่างไรก็ตามพบว่าถึงแม้ค่าสีหลัก (H) ของสีภายนอกของตัวอย่างมีเท่ากัน แต่มีค่า L ที่ต่างกัน ก็ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่ต่างกัน โดยพบว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บในอุณหภูมิห้องในสภาวะสุญญากาศ จะมีสีเข้มคล้ำ ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง จะมีสีน้ำตาลเข้มคล้ำ



(ก)

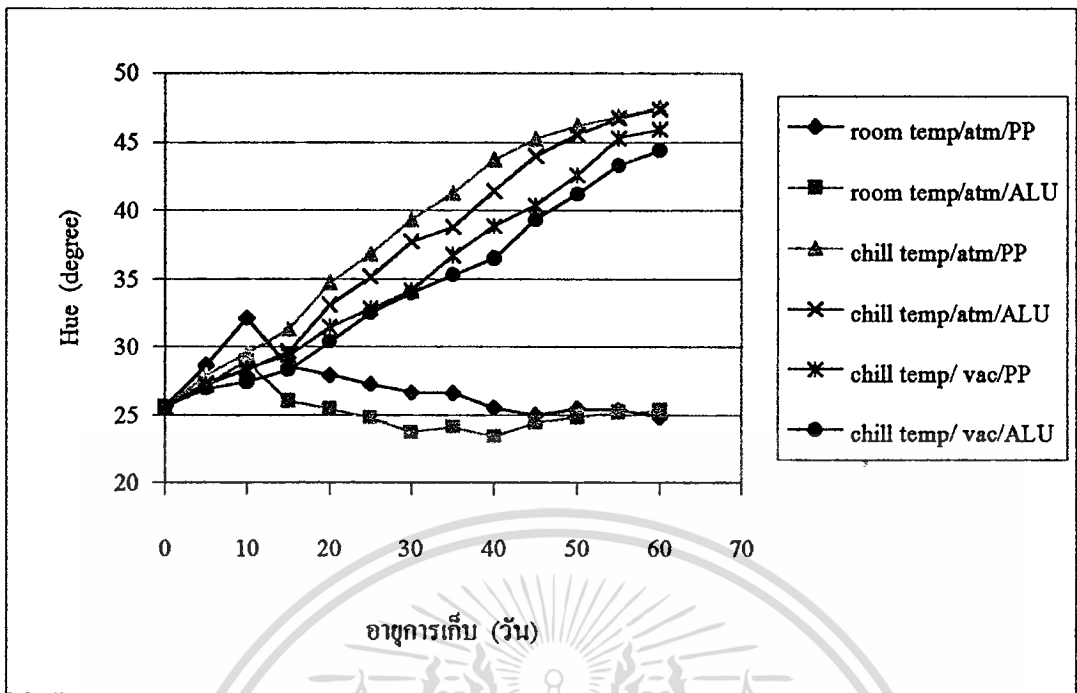


(ข)

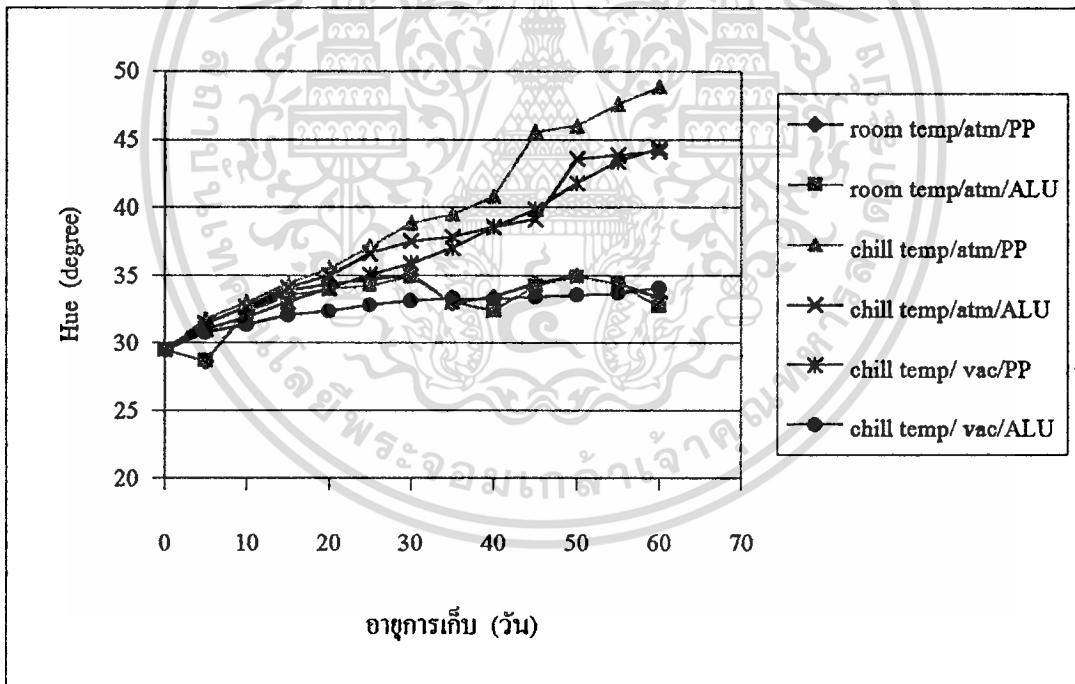
ภาพที่ 4.25 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า H ภายในของกวนเชิง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน

(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแครงร้อยละ 0.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

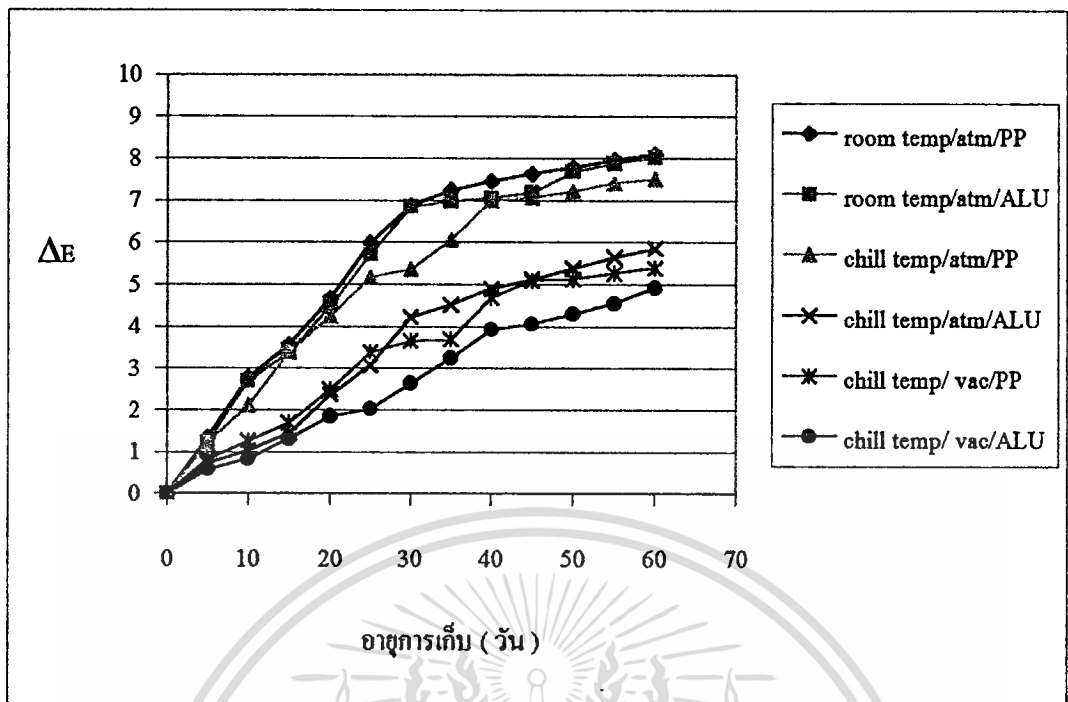
ภาพที่ 4.26 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า H ภายนอกของกวนเชิง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน  
(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50

ค่า  $\Delta E$  แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของสีทั้งหมด โดยคิดคำนวณจากค่า  $L$   $a$  และ  $b$  จากภาพที่ 4.27 การเปลี่ยนแปลงค่า  $\Delta E$  ภายในของกุนเชียงสูตรควบคุมจะมากกว่ากุนเชียงสูตรที่ใช้ข้าวแดงในทุกสภาวะของการบรรจุ แสดงว่ามีกุนเชียงสูตรที่ใช้ข้าวแดงจะมีความคงตัวของสีมากกว่าสูตรควบคุม

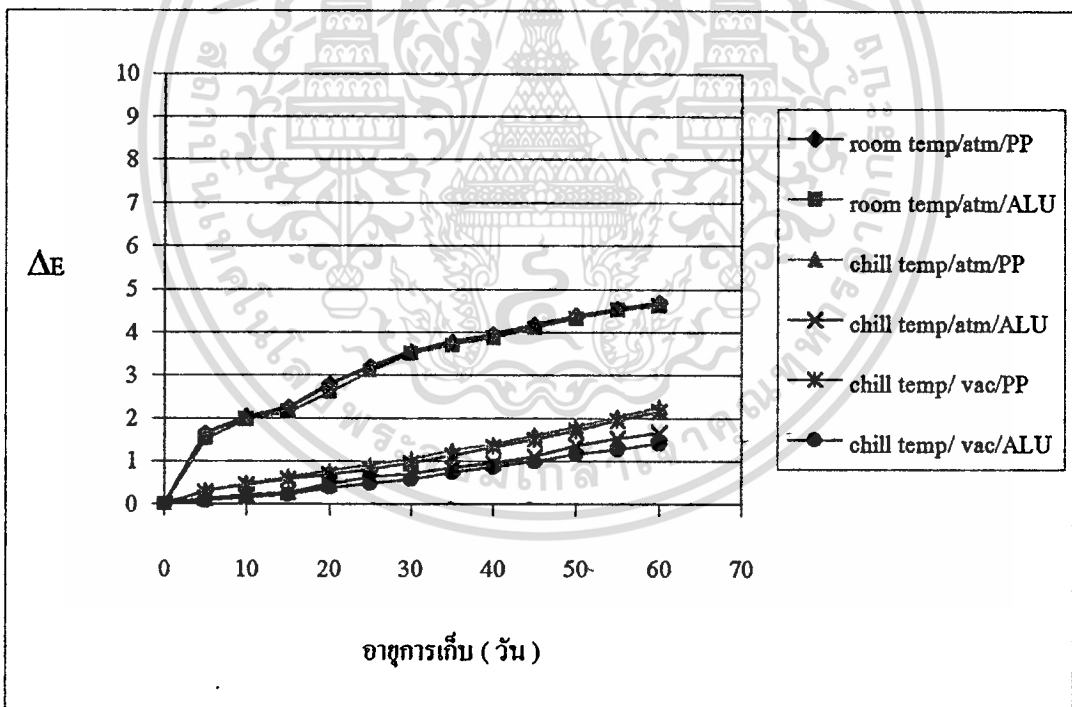
กุนเชียงที่ใช้ข้าวแดง และเก็บที่อุณหภูมิห้องจะมีค่า  $\Delta E$  เพิ่มขึ้นมากกว่ากุนเชียงที่เก็บที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส แสดงว่าการเก็บกุนเชียงที่อุณหภูมิต่ำ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยกว่า

การเปลี่ยนแปลงค่า  $\Delta E$  ภายนอก (ภาพที่ 4.28) ของกุนเชียงสูตรควบคุมและกุนเชียงสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 จะมีแนวโน้มเหมือนกัน โดยกุนเชียงที่บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์สุญญากาศ อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด





(ก)

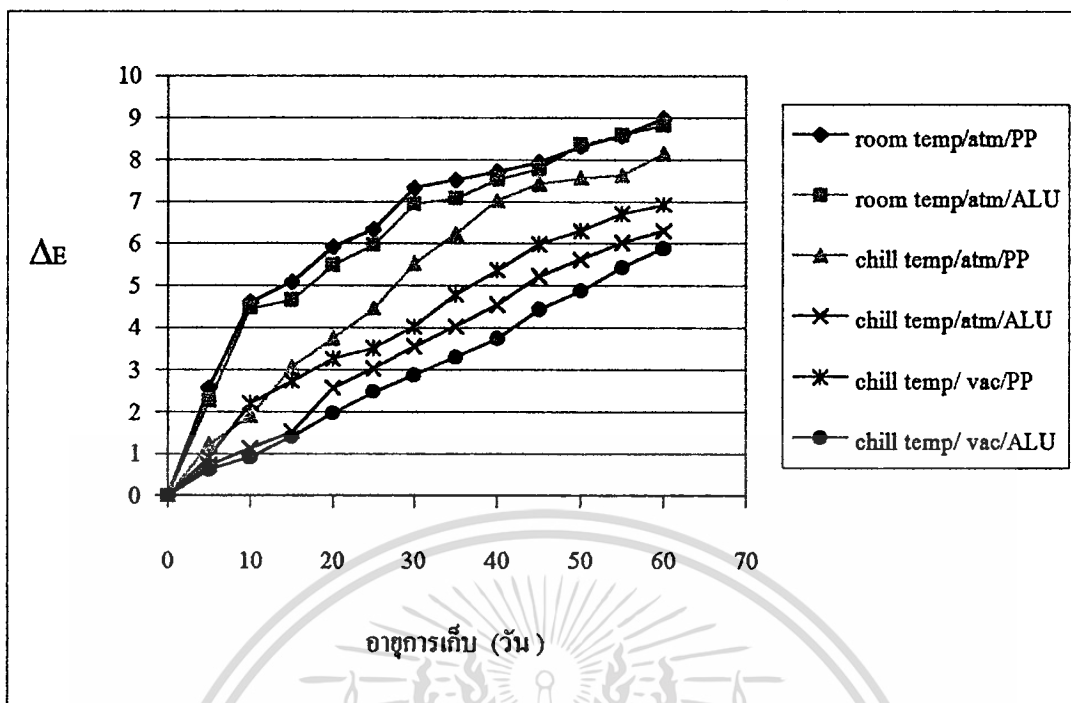


(ข)

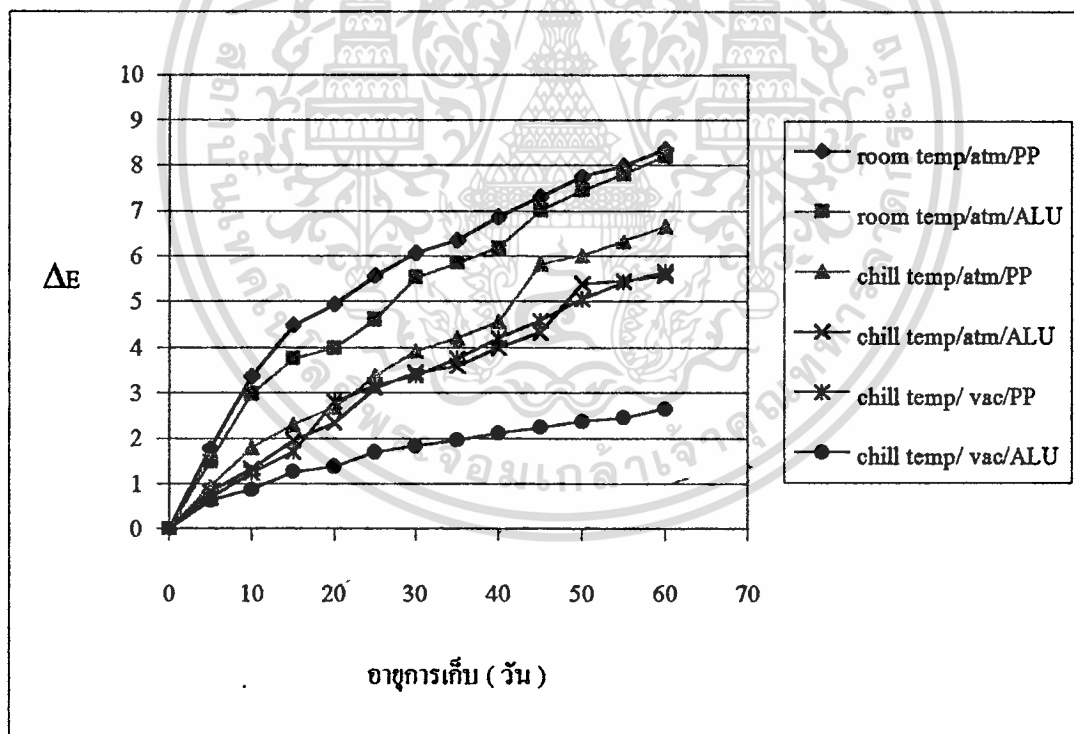
ภาพที่ 4.27 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า  $\Delta E$  ภายในของกวนเชิง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สูญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน

(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ขี้แควร้อยละ 0.50 ( $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.28 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า  $\Delta E$  ภายนอกของถนอมเรียง ที่บรรจุในถุงโพลีโพรไพลีน (PP) และ ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ (ALU) ในสภาวะบรรยากาศปกติ (atm) และ สุญญากาศ (vac) ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน

(ก) : สูตรควบคุม ; (ข) : ข้าวแดงร้อยละ 0.50 ( $\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย

1. ปริมาณข้าวแดงที่เหมาะสมในการทดแทนไนโตรเจนในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควันและกุนเชียง คือ ร้อยละ 0.50 ของน้ำหนักเนื้อ และการใช้ข้าวแดงทดแทนไนโตรเจนไม่มีผลทำให้กลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไป
2. การศึกษาอายุการเก็บของไส้กรอกรมควัน พบว่าทั้งสูตรควบคุมและสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 เก็บได้ 24 วัน โดยสูตรควบคุมมีแนวโน้มการเพิ่มของเชื้อจุลินทรีย์น้อยกว่าในสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 และที่สถานะบรรจุสุญญากาศไม่พบเชื้อ *Clostridium perfringens* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
3. การศึกษาอายุการเก็บของกุนเชียง พบว่าทั้งสูตรควบคุมและสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 มีแนวโน้มการเพิ่มของเชื้อจุลินทรีย์ใกล้เคียงกัน และไม่พบการเสื่อมเสียในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 60 วัน โดยที่สถานะบรรจุสุญญากาศไม่พบเชื้อ *Clostridium perfringens* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
4. การศึกษาความคงตัวของสารสีในไส้กรอกรมควัน พบว่าทั้งสูตรควบคุมและสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า L, a, b, H และ  $\Delta E$  ใกล้เคียงกันเมื่อบรรจุในสถานะที่เหมือนกัน โดยพบว่าการเก็บไส้กรอกรมควันที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส บรรจุสถานะสุญญากาศ ในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ สารสีจะมีความคงตัวมากที่สุด
5. การศึกษาความคงตัวของสารสีในกุนเชียงสูตรควบคุมและสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 พบว่าทุกสถานะการบรรจุ ยกเว้นกุนเชียงที่เก็บที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส บรรจุสถานะสุญญากาศ ในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า L, a, b, H และ  $\Delta E$  ใกล้เคียงกัน เมื่อบรรจุในสถานะเดียวกัน แต่พบว่ากุนเชียงที่ใช้ข้าวแดงมีการเปลี่ยนแปลงของค่าสีหลัก (H) น้อยกว่ากุนเชียงที่ใช้ไนโตรเจนในไตรท์ เมื่อบรรจุสถานะสุญญากาศ ในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ เก็บที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส นั่นคือที่สถานะดังกล่าว สารสีจากข้าวแดงมีความคงตัวมากกว่าสารไนโตรเจนในกุนเชียง

## ข้อเสนอแนะ

1. จากตรวจเชื้อ *Clostridium perfringens* ไม่พบการเจริญของเชื้อชนิดนี้ ซึ่งไม่สามารถบอกได้ว่าข้าวแดงมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Clostridium perfringens* ดังนั้นควรทำการเติมเชื้อชนิดนี้ลงไปในผลิตภัณฑ์ที่ใช้ข้าวแดงทดแทนไนไตรท์ แล้วตรวจหาในระหว่างการเก็บรักษาว่าข้าวแดงมีคุณสมบัติยับยั้งเชื้อชนิดดังกล่าวนี้หรือไม่
2. ควรทำผลิตภัณฑ์ที่ไม่เติมทั้งสารไนไตรท์ และข้าวแดง เปรียบเทียบในด้านการยอมรับของผู้บริโภค และการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษา



## บรรณานุกรม

- กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2518. การศึกษาทดลองผลิตข้าวแดงระดับห้องปฏิบัติการ. รายงานกิจกรรมกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- กรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2539. การศึกษาทดลองผลิตข้าวแดงชั้นอุตสาหกรรมนำทาง. รายงานกิจกรรมกรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
- ชัยณรงค์ กัณธนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ทศพร นามโฮง. 2544. การใช้ข้าวแดงเพื่อปรับปรุงสีในไส้กรอกอิมัลชัน. คณะวิชาเทคโนโลยีการอาหาร วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. อยุธยา.
- บุษบา ขงสมิทธี. 2542. จุลชีววิทยาการหมักวิตามินและสารสี. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุษบา ขงสมิทธี วิเชียร ขงมานิต สมทนา แสงจันทร์ และฐิติ ชัยศรีสุข. 2531. การผลิตสีผสมอาหารจากมันสำปะหลังเพื่ออุตสาหกรรมหมัก. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์เสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.
- เขวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วรรณภา ทาบโลกา. 2529. “ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการผลิตสีของโมแนสค์สที่เจริญบนอาหารแป้งมันสำปะหลังในสภาพหมักเปียก.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สายสนม ประดิษฐดวง. 2540. “การถนอมรักษาอาหารด้วยสารเคมี.” หน้า 198-199 ใน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- AOAC. Official Method of Analysis. 1995. 16<sup>th</sup> ed. The Association of Analysis Chemists. Arlington, Virginia.
- Blanc, P.J., Loret, M.O., Santerre, A.L., Pareilleux, A., Prome, D., Prome, J.C., Laussac, J.P. and Goma, G. 1994. “Pigments of *Monascus*.” *J. Food Sci.* 59 : 862-865.
- Bridge, P.D and Hawksworth, D.L. 1985. “Biochemical tests as an aid to the identification of *Monascus* species.” *Letters in Applied Microbiology.* 1 : 25-29.
- Broder, C.U. and Koehler, P.E. 1980. “Pigment produced by *Monascus purpureus* with regard to quality.” *J. Food Sci.* 45 : 579-583.

- Cannon, P.F., Abdullah, S.K. and Abbas, B.A. 1995. "Two new species of *Monascus* from Iraq with a key to known species of the Genus." *Mycol. Res.* 99(6) : 659-662.
- Carel, M. and Shepherd, D. 1975. "Sexual reproduction cycle of *Monascus* spp. in submerged shaker culture." *J. Bact.* 122(1) : 288-294.
- Endo, A. 1979. "Monacolin K, a new hypocholesterolemic agent produced by a *Monascus* species." *J. Antibiot.* 32 : 852-854.
- Fabre, C.E., Santerre, A.L., Loret, M.O., Baberian, R., Pareilleux, A., Goma, G., and Blanc, P.J. 1993. "Production and food application of the red pigments of *Monascus ruber*." *J. Food Sci.* 58 : 1099-1110.
- Fink – Gremmels, J., Dresel, J. and Leistner, L. 1991. "Use of *Monascus* extracts as an alternative to nitrite in meat products." *Fleischwirtsch.* 71 : 1187-1186.
- Hajjaj, H., Klaebe, A., Goma, G., Blanc, P.J., Barbier, E. and Francois, J. 2000. "Medium – chain fatty acids affect citrinin production in the filamentous fungus *Monascus ruber*." *App. and Environ. Micro.* 66(3) : 1120-1125.
- Han, O. and Mudgett, R.E. 1992. "Effects of oxygen and carbondioxide partial pressure on *Monascus* growth and pigment production in solid – state fermentation." *Biotechnol. Prog.* 8 : 5-10.
- Hawksworth, D.L. and Pitt, J.I. 1983. "A new taxonomy for *Monascus* species based on cultural and microscopical characters." *J. Bot.* 31 : 51-61.
- Hesseltine, C.W. 1965. "A millienium of fungi, food and fermentation." *Mycologia.* 57 : 179-181.
- Iizuka, H. and Lin, C.F. 1981. *Advances in Biotechnology* Vol. 2. Toronto : Pergamon Pres.
- Johns, M.R. and Stuart, D.M. 1991. "Production of pigment by *Monascus purpureus* in solid culture." *J. Industrial Microbiology.* 8 : 23-28.
- Kaio, K., Seihachiro, N., Yoshiyuki, N. and Sadao, M. 1978. "Toxicity of *Monascus* pigment." *Niigata Igakkal Zasshi.* 92(12) : 815-820.
- Korkeala, J.H. and Bjorkroth, K.J. 1997. "Microbiological spoilage and contamination of vacuum – packaged cooked sausage." *J. of Food Protection.* 60(6) : 724-731.

- Lee, Y.K., Chen, D.C., Chauvatcharin, S., Seki, T. and Yoshida, T. 1995. "Production of *Monascus* pigment by a solid – liquid state culture method." *J. Ferment. Bioeng.* 79(5) : 516-518.
- Lee, Y.K. and Chen, D.C. 2000. *Application of Monascus pigments as food colorant.* Department of Microbiology National University of Singapore.
- Lin, C.F. 1973. "Isolation and culture condition of *Monascus* spp. for the production of pigment in submerged culture." *J. Ferment. Technol.* 51(6) : 407-414.
- Moll, H.R. and Farr, D.R. *Red pigment and process.* US. patent no. 3993789, November 1976.
- Nishikawa, J., Watanabe, Y., Kashimura, J., Aso, K. and Iizuka, H. 1988. "Characterization of extracellular proteinases of the genus *Monascus* by their pH-activity profile." *J. Gen. Appl. Microbiol.* 34 : 467-473.
- Palo, M.A., Vidal – Adeva and Maceda, L. 1960. "Study on ang – kak and its production." *J. Sci. Soc.* 89: 1 – 22.
- Su, Y.C. and Huang, J.H. 1980. "Fermentative production of anka – pigments (*Monascus* pigment)." *Proc. Natl. Sci. Coun. ROC.* 4(2) : 201-215.
- Sweeny, J.G., Estrada – Valdes, M.C., Iacobucci, A., Sato, H. and Sakamura, S. 1981. "Photoprotection of the red pigments of *Monascus anka* in aqueous media by 1,4,6 – trihydroxynaphthalene." *J. Agric. Food Chem.* 29 : 1189-1193.
- Turner, W.B. 1971. *Fungal Metabolites.* London : Academic Press.
- Wang, I.K., Lin – Shiau, S.Y., Chen, P.C. and Lin, J.K. 2000. "Hypertriglyceridemic effect of anka (a fermented rice product of *Monascus* spp.) in rat." *J. Agric. Food Chem.* 48 : 3183-3189.
- Wong, H.C. and Koehler, P.E. 1983. "Production and isolation of an antibiotic from *Monascus Purpureus* and its relationship to pigments production." *J. Food Sci.* 46 : 589-592.
- Wong, H.C. and Koehler, P.E. 1983. "Production of red water soluble *Monascus* pigments production." *J. Food Sci.* 48 : 1200-1203.
- Wong, H.C., Lin, Y.C. and Koehler, P.E. 1981. "Regulation of growth and pigmentation of *Monascus purpureus* by carbon and nitrogen concentration." *Mycologia.* 73 : 649-654.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

### การวิเคราะห์ข้าวแดง

**ตารางที่ ก1** ความชื้นและคุณสมบัติทางด้านสีของข้าวแดงที่ใช้ในการทดลอง

คุณสมบัติ	ค่าที่ได้
ความชื้น (%)	9.24
L	45.33±0.14
สี a	23.03±0.14
b	10.64±0.11

**ตารางที่ ก2** การกระจายตัวของขนาดอนุภาคของข้าวแดงที่ใช้ในการทดลอง

ขนาดของอนุภาค ( $\mu\text{m}$ )	อนุภาคที่ติดบนตะแกรง (%)
>180	3.85
180 - 150	7.50
150 - 125	12.35
125 - 106	65.75
106 - 90	8.10
<90	2.35



**ภาพที่ ก1** แสดงข้าวแดงที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

## แบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

กรุณาให้คะแนนคุณลักษณะต่าง ๆ ของตัวอย่างผลิตภัณฑ์

## คำแนะนำ

1. การชิมระหว่างตัวอย่างผู้ชิมต้องล้างตัวอย่างเดิมออกจากปากด้วยน้ำสะอาดที่เตรียมให้ก่อนการชิมตัวอย่างใหม่เสมอ
2. การให้คะแนนจะเป็นการให้คะแนนความชอบแบบ 9 – point Hedonic Scale โดย
 

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	6 = ชอบเล็กน้อย
2 = ไม่ชอบมาก	7 = ชอบปานกลาง
3 = ไม่ชอบปานกลาง	8 = ชอบมาก
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	9 = ชอบมากที่สุด
5 = เฉย ๆ	

คุณลักษณะ					ตัวอย่าง
ลักษณะปรากฏ	.....	.....	.....	.....	.....
สี	.....	.....	.....	.....	.....
กลิ่น	.....	.....	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....	.....	.....
การยอมรับโดยรวม	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ .....

.....

.....

## ภาคผนวก ค

### วิธีการวิเคราะห์

#### ค1. ความชื้น (AOAC., 1995)

ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัมในอะลูมิเนียมแค่นที่ผ่านการอบแห้งและทราบน้ำหนักแน่นอน นำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 – 105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ คำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้น

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้นร้อยละ} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}}$$

#### ค2. Water Activity ( Thermoconstanter)

- 2.1 หมุนปุ่มสวิตช์ของเครื่อง thermoconstanter ในตำแหน่งที่ (1)
- 2.2 นำถาดพลาสติก (sample cup) มาใส่สารตัวอย่างให้ได้ปริมาตรประมาณ 80 – 90 เปอร์เซ็นต์
- 2.3 นำถาดตัวอย่างมาใส่ไว้ใน Measuring Chamber
- 2.4 ปิดฝาให้เรียบร้อย
- 2.5 ตั้งอุณหภูมิให้ได้ตามที่ต้องการ เช่น ถ้าต้องการควบคุมตัวอย่างให้ได้ 25 องศาเซลเซียส ก็ให้ตั้งปุ่มสวิตช์ตรงขวามือให้ได้หมายเลข 190 เป็นต้น
- 2.6 จากนั้นรอนจนกระทั่งอ่านอุณหภูมิได้ตามที่ตั้งไว้ และ Relative Humidity ของอากาศที่วัดได้อยู่ในสภาวะที่สมดุล (Equilibrium) กับสารตัวอย่าง สภาวะนี้เราเรียกว่า Equilibrium Relative Humidity (ERH) เมื่อหารด้วย 100 ก็จะได้ค่า  $a_w$  (water activity) ตามที่ต้องการ

### ก3. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC., 1995)

- 3.1 สุ่มตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกที่ปราศจากเชื้อ เทสารละลายเปปโตน 0.1 เปอร์เซ็นต์ (พีเอช  $7.0 \pm 0.1$ ) 225 มิลลิลิตร เพื่อให้ได้สารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 1 : 10
- 3.2 นำไปตีปั่นให้ละเอียดโดยใช้เครื่องตีปั่นอาหารเป็นเวลา 1 นาที
- 3.3 ปิเปิดตัวอย่างอาหารเจือจาง 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายเปปโตน 9 มิลลิลิตร จนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสม 3 ระดับ
- 3.4 หลอมอาหารเลี้ยงเชื้อให้ละลายแล้วตั้งทิ้งไว้ให้มีอุณหภูมิประมาณ 45 – 50 องศาเซลเซียส
- 3.5 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารแต่ละความเจือจาง ใส่ในงานเพาะเชื้อที่อบอุ่นเชื้อแล้ว งานละ 1 มิลลิลิตร แต่ละระดับความเจือจางทำ 3 ซ้ำ และใช้ระดับความเจือจาง 3 ระดับ โดยเรียงงานซ้อนกัน 4 ใบ ดูดตัวอย่างอาหารใส่จานใบล่างสุดก่อนแล้วไล่ขึ้นมาจนถึงใบบนสุด
- 3.6 เทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในงานเพาะเชื้อประมาณ 15 – 20 มิลลิลิตร โดยเริ่มจากงานใบล่างสุดก่อนเช่นเดียวกัน เขย่างานที่ซ้อนกันอยู่ทั้ง 4 ใบพร้อม ๆ กันโดยหมุนไปทางขวา 3–4 ครั้ง หมุนไปทางซ้าย 3–4 ครั้ง ตั้งทิ้งไว้ให้อุ่นแข็งตัว
- 3.7 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 24–48 ชั่วโมง โดยกลับงานอาหารเลี้ยงเชื้อ
- 3.8 นับจำนวนโคโลนีทั้งหมดที่เจริญบนผิวหน้าอาหารและที่เจริญฝังในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี
- 3.9 รายงานผลการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์คือกรับของตัวอย่างอาหาร โดยคูณจำนวนที่นับกับระดับความเจือจาง

### ก4. การตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ (AOAC., 1995)

ดำเนินการตรวจสอบเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แต่จะทำการเพาะเชื้อในโถบ่มไร้อากาศ (anaerobic jar) ร่วมกับ Gas Pak

### ก5. การตรวจหาเชื้อ *Clostridium perfringens* (AOAC., 1995)

- 5.1 เตรียมตัวอย่างอาหารให้เจือจางตามที่ต้องการ 3 ระดับคือ  $10^{-1}$   $10^{-2}$  และ  $10^{-3}$
- 5.2 ใช้ปิเปตดูดตัวอย่างอาหารแต่ละความเจือจางใส่ลงในหลอด cooked meat (CM) โดยใส่ตัวอย่างอาหารหลอดละ 1 มิลลิลิตร ระดับความเจือจางละ 3 หลอด
- 5.3 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 18 – 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า เมื่อนักผู้ใดเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 5.4 ใช้ลุ่มเชื้อจากหลอด CM medium โดยพยายามเขี่ยเชื้อจากก้นหลอดของ CM medium นำมาถ่ายเพาะเชื้อบน SPS agar
- 5.5 คว่ำงานเพาะเชื้อนำงานเพาะเชื้อทั้งหมดไปใส่ไว้ใน anaerobic jar เพื่อจัดออกซิเจน
- 5.6 บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 18–24 ชั่วโมง
- 5.7 ตรวจสอบจำนวนโคโลนิของเชื้อที่ให้ลักษณะโคโลนีสีดำ นำมาทดสอบขั้นต้น
- 5.8 ถ่ายเชื้อลง fluid thioglycollate บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- 5.8.1 stap ลง motility – nitrate บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง *C. perfringens* ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ดังนั้นการเจริญจะเกิดเฉพาะตามรอยแทงของ เข็มเขี่ยเชื้อเท่านั้น ทดสอบความสามารถในการรีดิวซ์ไนเตรทให้เป็นไนไตรท์ ไนไตรท์จะทำปฏิกิริยากับน้ำยาทดสอบให้สีแดง ในกรณีที่การทดสอบครั้งแรกได้ผลลบ ให้บ่มหลอดเชื้ออีกหนึ่งหลอดต่อ 24 ชั่วโมง แล้วทดสอบซ้ำ
- 5.8.2 stap ลง lactose gelatin medium บ่มที่ 35–37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง *C. perfringens* สามารถเฟอร์เมนต์แลคโตส เกิดฟองก๊าซ และมีกรดเกิดขึ้น ทำให้อาหารเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง และมีเอนไซม์ย่อยเจลาตินได้ โดยแช่หลอดในน้ำแข็งประมาณ 30 วินาที เจลาตินที่ถูกย่อยสลายแล้วจะไม่จับตัวเป็นก้อนแข็ง

## ภาคผนวก ง

ตารางที่ ง1 ค่า Water Activity ( $a_w$ ) ของผลิตภัณฑ์ที่ใช้กิจกรรมควมกินที่ปรึกษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ควบคุม				ข้าวแดง 0.50%			
	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ		บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	
	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU
0	<sup>g</sup> 0.942 <sup>a</sup>	<sup>bcd</sup> 0.942 <sup>a</sup>	<sup>i</sup> 0.942 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.942 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 0.945 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 0.945 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 0.945 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 0.945 <sup>b</sup>
3	<sup>h</sup> 0.943 <sup>b</sup>	<sup>o</sup> 0.944 <sup>bcd</sup>	<sup>b</sup> 0.940 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 0.945 <sup>d</sup>	<sup>o</sup> 0.943 <sup>bc</sup>	<sup>d</sup> 0.944 <sup>cd</sup>	<sup>o</sup> 0.944 <sup>bcd</sup>	<sup>e</sup> 0.946 <sup>e</sup>
6	<sup>gh</sup> 0.942 <sup>ab</sup>	<sup>bcd</sup> 0.942 <sup>b</sup>	<sup>i</sup> 0.941 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 0.943 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 0.944 <sup>cd</sup>	<sup>d</sup> 0.945 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 0.943 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 0.945 <sup>d</sup>
9	<sup>f</sup> 0.940 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 0.941 <sup>ab</sup>	<sup>h</sup> 0.940 <sup>ab</sup>	<sup>b</sup> 0.944 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 0.941 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 0.946 <sup>d</sup>	<sup>c</sup> 0.941 <sup>ab</sup>	<sup>de</sup> 0.945 <sup>cd</sup>
12	<sup>o</sup> 0.938 <sup>a</sup>	<sup>o</sup> 0.944 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 0.939 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.942 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 0.940 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 0.943 <sup>cd</sup>	<sup>c</sup> 0.940 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 0.943 <sup>de</sup>
15	<sup>c</sup> 0.933 <sup>a</sup>	<sup>o</sup> 0.945 <sup>c</sup>	<sup>ef</sup> 0.938 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 0.945 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 0.941 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 0.942 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 0.939 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 0.944 <sup>e</sup>
18	<sup>d</sup> 0.934 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.940 <sup>d</sup>	<sup>c</sup> 0.937 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 0.943 <sup>c</sup>	<sup>ab</sup> 0.938 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 0.944 <sup>e</sup>	<sup>ab</sup> 0.938 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 0.943 <sup>e</sup>
21	<sup>b</sup> 0.932 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 0.942 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 0.935 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.942 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.937 <sup>c</sup>	<sup>ab</sup> 0.940 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 0.937 <sup>c</sup>	<sup>ab</sup> 0.942 <sup>e</sup>
24	<sup>a</sup> 0.931 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 0.941 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 0.933 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 0.943 <sup>f</sup>	<sup>b</sup> 0.939 <sup>d</sup>	<sup>bc</sup> 0.941 <sup>e</sup>	<sup>ab</sup> 0.938 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 0.943 <sup>f</sup>
27	<sup>b</sup> 0.932 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 0.942 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 0.932 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.942 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 0.938 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.939 <sup>e</sup>	<sup>a</sup> 0.937 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.941 <sup>d</sup>
30	<sup>a</sup> 0.930 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.940 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.930 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 0.944 <sup>e</sup>	<sup>a</sup> 0.937 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 0.941 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.937 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 0.942 <sup>d</sup>

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿

ตารางที่ ๖2 ความตื่นตัวของผลิตภัณธ์เข้าใ้บริการกรมศวันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

อายุการเก็บ ( วัน )	ควบคุม				ข้าวแดง 0.50 %			
	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ		บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	
	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU
0	<sup>a</sup> 56.67 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 56.67 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 56.67 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 56.67 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 56.35 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 56.35 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 56.35 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 56.35 <sup>b</sup>
3	<sup>f</sup> 56.22 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 56.33 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 56.21 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 56.60 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 56.21 <sup>a</sup>	<sup>gh</sup> 56.33 <sup>b</sup>	<sup>gh</sup> 56.27 <sup>ab</sup>	<sup>ef</sup> 56.32 <sup>b</sup>
6	<sup>ef</sup> 56.15 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 56.21 <sup>ab</sup>	<sup>de</sup> 56.18 <sup>ab</sup>	<sup>e</sup> 56.58 <sup>c</sup>	<sup>fg</sup> 56.18 <sup>ab</sup>	<sup>gh</sup> 56.28 <sup>b</sup>	<sup>fg</sup> 56.22 <sup>ab</sup>	<sup>ef</sup> 56.28 <sup>b</sup>
9	<sup>ef</sup> 56.08 <sup>ab</sup>	<sup>ef</sup> 56.28 <sup>c</sup>	<sup>cd</sup> 56.09 <sup>ab</sup>	<sup>bcd</sup> 56.47 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 56.05 <sup>a</sup>	<sup>efg</sup> 56.21 <sup>bc</sup>	<sup>fg</sup> 56.17 <sup>abc</sup>	<sup>def</sup> 56.21 <sup>bc</sup>
12	<sup>a</sup> 56.05 <sup>a</sup>	<sup>def</sup> 56.23 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 56.07 <sup>a</sup>	<sup>bcd</sup> 56.48 <sup>c</sup>	<sup>ef</sup> 56.08 <sup>a</sup>	<sup>def</sup> 56.17 <sup>ab</sup>	<sup>ef</sup> 56.12 <sup>ab</sup>	<sup>de</sup> 56.18 <sup>ab</sup>
16	<sup>d</sup> 55.89 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 56.19 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 55.97 <sup>ab</sup>	<sup>d</sup> 56.51 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 55.97 <sup>ab</sup>	<sup>de</sup> 56.12 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 56.02 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 56.13 <sup>c</sup>
18	<sup>a</sup> 55.74 <sup>a</sup>	<sup>bcd</sup> 56.12 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 56.01 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 56.49 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 55.81 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 56.05 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 55.89 <sup>ab</sup>	<sup>cd</sup> 56.09 <sup>c</sup>
21	<sup>cd</sup> 55.79 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 56.14 <sup>bc</sup>	<sup>c</sup> 55.98 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 56.38 <sup>d</sup>	<sup>cd</sup> 55.75 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 56.07 <sup>bc</sup>	<sup>cd</sup> 55.83 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 56.11 <sup>bc</sup>
24	<sup>b</sup> 55.38 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 56.03 <sup>c</sup>	<sup>b</sup> 55.61 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 56.34 <sup>f</sup>	<sup>a</sup> 55.65 <sup>bc</sup>	<sup>b</sup> 55.89 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 55.74 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 56.03 <sup>c</sup>
28	<sup>ab</sup> 55.29 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 56.02 <sup>c</sup>	<sup>b</sup> 55.52 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 56.35 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 55.38 <sup>ab</sup>	<sup>bc</sup> 55.98 <sup>c</sup>	<sup>b</sup> 55.45 <sup>ab</sup>	<sup>b</sup> 55.87 <sup>f</sup>
30	<sup>a</sup> 55.23 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 55.87 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 55.39 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 56.28 <sup>e</sup>	<sup>a</sup> 55.21 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 55.63 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 55.34 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 55.71 <sup>c</sup>

① ② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

③ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๓3 ค่า L ภายในของผลิตภัณฑ์ที่ได้กรอกรมครบวันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

อายุการเก็บ ( วัน )	ควบคุม						ข้าวแดง 0.50 %	
	บรรจุนุธรรมดา		บรรจุนุญญาภาส		บรรจุนุธรรมดา		บรรจุนุญญาภาส	
	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU
0	<sup>a</sup> 71.52 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 71.52 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 71.52 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 71.52 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 64.88 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 64.88 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 64.88 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 64.88 <sup>b</sup>
3	<sup>ab</sup> 71.63 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 71.55 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 71.59 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 71.54 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 64.92 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 64.91 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 64.92 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 64.90 <sup>b</sup>
6	<sup>bcd</sup> 71.75 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 71.59 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 71.68 <sup>ab</sup>	<sup>abc</sup> 71.57 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 64.91 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 64.89 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 64.93 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 64.89 <sup>c</sup>
9	<sup>bc</sup> 71.73 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 71.58 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 71.71 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 71.55 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 64.94 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 64.90 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 64.95 <sup>c</sup>	<sup>ab</sup> 64.91 <sup>c</sup>
12	<sup>bc</sup> 71.74 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 71.63 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 71.68 <sup>ab</sup>	<sup>bcd</sup> 71.61 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 64.98 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 64.92 <sup>c</sup>	<sup>ab</sup> 64.97 <sup>c</sup>	<sup>ab</sup> 64.92 <sup>c</sup>
15	<sup>cd</sup> 71.79 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 71.66 <sup>bc</sup>	<sup>cd</sup> 71.73 <sup>ab</sup>	<sup>cd</sup> 71.63 <sup>c</sup>	<sup>cd</sup> 65.05 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 64.95 <sup>d</sup>	<sup>ab</sup> 64.96 <sup>d</sup>	<sup>abc</sup> 64.97 <sup>d</sup>
18	<sup>cd</sup> 71.82 <sup>a</sup>	<sup>def</sup> 71.69 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 71.78 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 71.65 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 65.09 <sup>c</sup>	<sup>ab</sup> 64.98 <sup>de</sup>	<sup>bc</sup> 65.05 <sup>cd</sup>	<sup>abc</sup> 64.95 <sup>e</sup>
21	<sup>cd</sup> 71.80 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 71.68 <sup>ab</sup>	<sup>ef</sup> 71.79 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 71.64 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 65.12 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 64.97 <sup>d</sup>	<sup>c</sup> 65.11 <sup>c</sup>	<sup>abc</sup> 64.98 <sup>cd</sup>
24	<sup>cd</sup> 71.85 <sup>a</sup>	<sup>def</sup> 71.69 <sup>b</sup>	<sup>ef</sup> 71.82 <sup>a</sup>	<sup>def</sup> 71.68 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 65.28 <sup>c</sup>	<sup>bc</sup> 65.09 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 65.24 <sup>c</sup>	<sup>abc</sup> 64.97 <sup>f</sup>
27	<sup>cd</sup> 71.88 <sup>a</sup>	<sup>ef</sup> 71.71 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 71.85 <sup>f</sup>	<sup>ef</sup> 71.71 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 65.32 <sup>c</sup>	<sup>cd</sup> 65.19 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 65.33 <sup>c</sup>	<sup>bc</sup> 65.02 <sup>e</sup>
30	<sup>cd</sup> 71.90 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 71.75 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 71.84 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 71.72 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 65.35 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 65.24 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 65.31 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 65.05 <sup>e</sup>

- ① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )
- ② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ 4 L ภายนอกของผลิตภัณฑ์ใส่กรอกนมวันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ควบคุม						ข้าวแดง 0.50%	
	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ		บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	
	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU
0	<sup>a</sup> 66.17 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 66.17 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 66.17 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 66.17 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 60.26 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 60.26 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 60.26 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 60.26 <sup>b</sup>
3	<sup>ab</sup> 66.28 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 66.25 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 66.23 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 66.19 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 60.35 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 60.31 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 60.33 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 60.35 <sup>b</sup>
6	<sup>b</sup> 66.39 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 66.33 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 66.28 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 66.32 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 60.41 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 60.38 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 60.42 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 60.37 <sup>b</sup>
9	<sup>b</sup> 66.42 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 66.34 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 66.39 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 66.34 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 60.49 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 60.41 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 60.45 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 60.42 <sup>b</sup>
12	<sup>c</sup> 66.58 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 66.39 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 66.55 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 66.38 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 60.58 <sup>c</sup>	<sup>cd</sup> 60.45 <sup>d</sup>	<sup>cd</sup> 60.49 <sup>cd</sup>	<sup>bc</sup> 60.44 <sup>d</sup>
15	<sup>d</sup> 66.78 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 66.48 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 66.69 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 66.49 <sup>b</sup>	<sup>ef</sup> 60.63 <sup>c</sup>	<sup>cds</sup> 60.48 <sup>de</sup>	<sup>de</sup> 60.57 <sup>cd</sup>	<sup>bc</sup> 60.45 <sup>e</sup>
18	<sup>de</sup> 66.89 <sup>a</sup>	<sup>e</sup> 66.56 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 66.81 <sup>a</sup>	<sup>e</sup> 66.54 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 60.71 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 60.52 <sup>de</sup>	<sup>e</sup> 60.64 <sup>cd</sup>	<sup>cd</sup> 60.49 <sup>e</sup>
21	<sup>ef</sup> 66.98 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 66.71 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 66.95 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 66.77 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 60.89 <sup>c</sup>	<sup>ef</sup> 60.58 <sup>de</sup>	<sup>e</sup> 60.67 <sup>d</sup>	<sup>cd</sup> 60.51 <sup>e</sup>
24	<sup>efg</sup> 67.05 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 66.89 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 67.07 <sup>a</sup>	<sup>fg</sup> 66.85 <sup>b</sup>	<sup>gh</sup> 60.92 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 60.63 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 60.78 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 60.58 <sup>b</sup>
27	<sup>fg</sup> 67.08 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 66.97 <sup>b</sup>	<sup>fg</sup> 67.02 <sup>ab</sup>	<sup>g</sup> 66.91 <sup>b</sup>	<sup>hi</sup> 60.99 <sup>c</sup>	<sup>fg</sup> 60.68 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 60.89 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 60.63 <sup>d</sup>
30	<sup>g</sup> 67.18 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 66.99 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 67.15 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 66.92 <sup>b</sup>	<sup>i</sup> 61.07 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 60.75 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 60.98 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 60.67 <sup>d</sup>

- ① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )
- ② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๖5 ค่า  $\alpha$  ภายในของผลึกคณที่ได้ออกมรควนก็บรภักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ควบคุม						ข้าวแดง 0.50%					
	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ		บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ		บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	
	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU
0	<sup>a</sup> 10.43 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 10.43 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 10.43 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 10.43 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 10.43 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 10.43 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 17.48 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 17.48 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 17.48 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 17.48 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 17.48 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 17.48 <sup>b</sup>
3	<sup>a</sup> 10.44 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 10.41 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 10.40 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 10.41 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 10.41 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 10.41 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 17.44 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 17.45 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 17.42 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 17.42 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 17.42 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 17.47 <sup>b</sup>
6	<sup>a</sup> 10.40 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 10.42 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 10.38 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 10.39 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 10.38 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 10.39 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 17.41 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 17.42 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 17.42 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 17.43 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 17.43 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 17.45 <sup>b</sup>
9	<sup>ab</sup> 10.37 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 10.39 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 10.35 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 10.37 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 10.35 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 10.37 <sup>a</sup>	<sup>bcd</sup> 17.35 <sup>b</sup>	<sup>bcd</sup> 17.38 <sup>b</sup>	<sup>bcd</sup> 17.38 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 17.38 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 17.38 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 17.40 <sup>b</sup>
12	<sup>ab</sup> 10.32 <sup>a</sup>	<sup>abcd</sup> 10.35 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 10.33 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 10.33 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 10.33 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 10.38 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 17.33 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 17.35 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 17.35 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 17.35 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 17.35 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 17.37 <sup>b</sup>
15	<sup>bc</sup> 10.28 <sup>a</sup>	<sup>abcde</sup> 10.33 <sup>ab</sup>	<sup>bc</sup> 10.30 <sup>ab</sup>	<sup>abc</sup> 10.36 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 10.30 <sup>ab</sup>	<sup>abc</sup> 10.36 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 17.28 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 17.31 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 17.31 <sup>c</sup>	<sup>cd</sup> 17.29 <sup>c</sup>	<sup>cd</sup> 17.29 <sup>c</sup>	<sup>cdef</sup> 17.33 <sup>c</sup>
18	<sup>cd</sup> 10.21 <sup>a</sup>	<sup>bcd</sup> 10.31 <sup>bc</sup>	<sup>cd</sup> 10.27 <sup>ab</sup>	<sup>bc</sup> 10.34 <sup>c</sup>	<sup>cd</sup> 10.27 <sup>ab</sup>	<sup>bc</sup> 10.34 <sup>c</sup>	<sup>ef</sup> 17.22 <sup>d</sup>	<sup>def</sup> 17.29 <sup>e</sup>	<sup>def</sup> 17.29 <sup>e</sup>	<sup>de</sup> 17.21 <sup>d</sup>	<sup>de</sup> 17.21 <sup>d</sup>	<sup>cdf</sup> 17.35 <sup>c</sup>
21	<sup>de</sup> 10.15 <sup>a</sup>	<sup>cdef</sup> 10.28 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 10.24 <sup>ab</sup>	<sup>bc</sup> 10.33 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 10.24 <sup>ab</sup>	<sup>bc</sup> 10.33 <sup>b</sup>	<sup>fg</sup> 17.18 <sup>c</sup>	<sup>ef</sup> 17.18 <sup>c</sup>	<sup>ef</sup> 17.27 <sup>cd</sup>	<sup>de</sup> 17.19 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 17.19 <sup>c</sup>	<sup>def</sup> 17.31 <sup>d</sup>
24	<sup>def</sup> 10.11 <sup>a</sup>	<sup>def</sup> 10.24 <sup>bc</sup>	<sup>de</sup> 10.19 <sup>ab</sup>	<sup>bc</sup> 10.34 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 10.19 <sup>ab</sup>	<sup>bc</sup> 10.34 <sup>c</sup>	<sup>fg</sup> 17.15 <sup>d</sup>	<sup>fg</sup> 17.15 <sup>d</sup>	<sup>ef</sup> 17.25 <sup>de</sup>	<sup>ef</sup> 17.14 <sup>d</sup>	<sup>ef</sup> 17.14 <sup>d</sup>	<sup>cfg</sup> 17.28 <sup>c</sup>
27	<sup>ef</sup> 10.08 <sup>a</sup>	<sup>ef</sup> 10.22 <sup>b</sup>	<sup>ef</sup> 10.12 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 10.32 <sup>c</sup>	<sup>ef</sup> 10.12 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 10.32 <sup>c</sup>	<sup>gh</sup> 17.11 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 17.19 <sup>de</sup>	<sup>f</sup> 17.19 <sup>de</sup>	<sup>ef</sup> 17.13 <sup>d</sup>	<sup>ef</sup> 17.13 <sup>d</sup>	<sup>fg</sup> 17.25 <sup>c</sup>
30	<sup>f</sup> 10.01 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 10.19 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 10.05 <sup>a</sup>	<sup>o</sup> 10.31 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 10.05 <sup>a</sup>	<sup>o</sup> 10.31 <sup>c</sup>	<sup>b</sup> 17.05 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 17.21 <sup>e</sup>	<sup>f</sup> 17.21 <sup>e</sup>	<sup>f</sup> 17.07 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 17.07 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 17.21 <sup>e</sup>

① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ ง6 ค่า  $\alpha$  ภายนอกของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับกรรมควันก็รับรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ควบคุม						ข้าวแดง 0.50%		
	บรรจุธรรมดา		บรรจุอุญญาท		บรรจุธรรมดา		บรรจุธรรมดา		บรรจุอุญญาท
	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	ALU
0	<sup>a</sup> 10.37 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 10.37 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 10.37 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 10.37 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 15.62 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 15.62 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 15.62 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 15.62 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 15.62 <sup>b</sup>
3	<sup>a</sup> 10.31 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 10.33 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 10.32 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 10.35 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 15.58 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 15.59 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 15.57 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 15.60 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 15.60 <sup>b</sup>
6	<sup>b</sup> 10.24 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 10.31 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 10.27 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 10.32 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 15.51 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 15.55 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 15.49 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 15.57 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 15.57 <sup>b</sup>
9	<sup>c</sup> 10.15 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 10.28 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 10.21 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 10.22 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 15.47 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 15.48 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 15.48 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 15.52 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 15.52 <sup>b</sup>
12	<sup>d</sup> 10.07 <sup>a</sup>	<sup>bcd</sup> 10.24 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 10.12 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 10.21 <sup>a</sup>	<sup>abcd</sup> 15.41 <sup>b</sup>	<sup>abcd</sup> 15.43 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 15.45 <sup>b</sup>	<sup>abcd</sup> 15.49 <sup>b</sup>	<sup>abcd</sup> 15.49 <sup>b</sup>
15	<sup>d</sup> 10.02 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 10.21 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 10.05 <sup>ab</sup>	<sup>abcd</sup> 10.19 <sup>bc</sup>	<sup>cd</sup> 15.34 <sup>d</sup>	<sup>bcd</sup> 15.37 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 15.38 <sup>d</sup>	<sup>bcd</sup> 15.41 <sup>d</sup>	<sup>bcd</sup> 15.41 <sup>d</sup>
18	<sup>e</sup> 9.94 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 10.14 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 10.04 <sup>ab</sup>	<sup>bcd</sup> 10.15 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 15.28 <sup>c</sup>	<sup>bcd</sup> 15.35 <sup>c</sup>	<sup>bc</sup> 15.31 <sup>c</sup>	<sup>cde</sup> 15.38 <sup>c</sup>	<sup>cde</sup> 15.38 <sup>c</sup>
21	<sup>f</sup> 9.85 <sup>a</sup>	<sup>ef</sup> 10.07 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 9.95 <sup>a</sup>	<sup>cdef</sup> 10.12 <sup>b</sup>	<sup>ef</sup> 15.13 <sup>c</sup>	<sup>cdef</sup> 15.31 <sup>d</sup>	<sup>cd</sup> 15.18 <sup>c</sup>	<sup>def</sup> 15.33 <sup>d</sup>	<sup>def</sup> 15.33 <sup>d</sup>
24	<sup>f</sup> 9.81 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 10.01 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 9.84 <sup>a</sup>	<sup>def</sup> 10.02 <sup>b</sup>	<sup>fg</sup> 15.09 <sup>c</sup>	<sup>def</sup> 15.24 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 15.12 <sup>c</sup>	<sup>ef</sup> 15.28 <sup>d</sup>	<sup>ef</sup> 15.28 <sup>d</sup>
27	<sup>g</sup> 9.71 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 9.97 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 9.77 <sup>a</sup>	<sup>ef</sup> 9.98 <sup>b</sup>	<sup>fg</sup> 15.02 <sup>c</sup>	<sup>ef</sup> 15.18 <sup>cd</sup>	<sup>d</sup> 15.08 <sup>cd</sup>	<sup>ef</sup> 15.24 <sup>d</sup>	<sup>ef</sup> 15.24 <sup>d</sup>
30	<sup>h</sup> 9.64 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 9.98 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 9.71 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 9.95 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 14.94 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 15.12 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 15.01 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 15.18 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 15.18 <sup>d</sup>

- ① ②
- ① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )
- ② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ ง7 ค่า b ภายในของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกกรมควันที่ปรึกษาที่อุณหภูมิจึง 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ควบคุม						ข้าวแดง 0.50%		
	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ		บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ		ALU
	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	
0	<sup>a</sup> 16.64 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 16.64 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 16.64 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 16.64 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 16.07 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 16.07 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 16.07 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 16.07 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 16.07 <sup>b</sup>
3	<sup>ab</sup> 16.68 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 16.66 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 16.67 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 16.65 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 16.10 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 16.09 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 16.11 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 16.10 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 16.10 <sup>b</sup>
6	<sup>abc</sup> 16.71 <sup>a</sup>	<sup>abcd</sup> 16.68 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 16.69 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 16.67 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 16.12 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 16.11 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 16.11 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 16.12 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 16.12 <sup>b</sup>
9	<sup>bcd</sup> 16.77 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 16.67 <sup>a</sup>	<sup>abcd</sup> 16.72 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 16.65 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 16.18 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 16.13 <sup>b</sup>	<sup>abcd</sup> 16.15 <sup>b</sup>	<sup>abcd</sup> 16.15 <sup>b</sup>	<sup>abcd</sup> 16.15 <sup>b</sup>
12	<sup>abcd</sup> 16.75 <sup>a</sup>	<sup>abcd</sup> 16.69 <sup>a</sup>	<sup>abcd</sup> 16.73 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 16.68 <sup>a</sup>	<sup>abcd</sup> 16.21 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 16.18 <sup>b</sup>	<sup>abcde</sup> 16.19 <sup>b</sup>	<sup>abcde</sup> 16.19 <sup>b</sup>	<sup>abcde</sup> 16.19 <sup>b</sup>
15	<sup>bcd</sup> 16.78 <sup>a</sup>	<sup>abcd</sup> 16.72 <sup>a</sup>	<sup>bcd</sup> 16.75 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 16.72 <sup>a</sup>	<sup>bcd</sup> 16.27 <sup>b</sup>	<sup>bcd</sup> 16.22 <sup>b</sup>	<sup>abcde</sup> 16.20 <sup>b</sup>	<sup>abcde</sup> 16.20 <sup>b</sup>	<sup>abcde</sup> 16.20 <sup>b</sup>
18	<sup>bcd</sup> 16.80 <sup>a</sup>	<sup>bcd</sup> 16.75 <sup>a</sup>	<sup>bcd</sup> 16.77 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 16.74 <sup>a</sup>	<sup>bcd</sup> 16.28 <sup>b</sup>	<sup>cde</sup> 16.27 <sup>b</sup>	<sup>bcd</sup> 16.28 <sup>b</sup>	<sup>bcd</sup> 16.28 <sup>b</sup>	<sup>bcd</sup> 16.28 <sup>b</sup>
21	<sup>bcd</sup> 16.79 <sup>a</sup>	<sup>abcd</sup> 16.74 <sup>a</sup>	<sup>bcd</sup> 16.75 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 16.73 <sup>a</sup>	<sup>cde</sup> 16.32 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 16.29 <sup>b</sup>	<sup>cde</sup> 16.34 <sup>b</sup>	<sup>cde</sup> 16.34 <sup>b</sup>	<sup>cde</sup> 16.34 <sup>b</sup>
24	<sup>cd</sup> 16.81 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 16.77 <sup>a</sup>	<sup>bcd</sup> 16.79 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 16.75 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 16.37 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 16.31 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 16.35 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 16.28 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 16.28 <sup>b</sup>
27	<sup>cd</sup> 16.83 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 16.78 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 16.81 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 16.77 <sup>a</sup>	<sup>o</sup> 16.38 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 16.33 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 16.37 <sup>b</sup>	<sup>o</sup> 16.30 <sup>b</sup>	<sup>o</sup> 16.30 <sup>b</sup>
30	<sup>d</sup> 16.85 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 16.79 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 16.82 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 16.76 <sup>a</sup>	<sup>o</sup> 16.41 <sup>b</sup>	<sup>o</sup> 16.37 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 16.39 <sup>b</sup>	<sup>o</sup> 16.32 <sup>b</sup>	<sup>o</sup> 16.32 <sup>b</sup>

① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๖8 ค่ำ b ภายนอกของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการควมวันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ควบคุม						ข้าวแดง 0.50 %					
	บรรจฐรรคดา		บรรจฐญญกาศ		บรรจฐรรคดา		บรรจฐรรคดา		PP		ALU	
	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU
0	<sup>a</sup> 19.38 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 19.38 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 19.38 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 19.38 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 18.47 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 18.47 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 18.47 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 18.47 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 18.47 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 18.47 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 18.47 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 18.47 <sup>b</sup>
3	<sup>ab</sup> 19.45 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 19.42 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 19.44 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 19.41 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 18.52 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 18.51 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 18.52 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 18.51 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 18.52 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 18.52 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 18.52 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 18.49 <sup>b</sup>
6	<sup>abc</sup> 19.51 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 19.49 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 19.49 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 19.45 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 18.58 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 18.53 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 18.58 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 18.53 <sup>b</sup>	<sup>abcd</sup> 18.59 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 18.52 <sup>b</sup>	<sup>abcd</sup> 18.59 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 18.52 <sup>b</sup>
9	<sup>abc</sup> 19.55 <sup>a</sup>	<sup>abcd</sup> 19.52 <sup>a</sup>	<sup>abcd</sup> 19.53 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 19.43 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 18.61 <sup>b</sup>	<sup>abcd</sup> 18.57 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 18.61 <sup>b</sup>	<sup>abcd</sup> 18.57 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 18.58 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 18.55 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 18.58 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 18.55 <sup>b</sup>
12	<sup>bc</sup> 19.59 <sup>a</sup>	<sup>bcd</sup> 19.53 <sup>a</sup>	<sup>abcd</sup> 19.54 <sup>a</sup>	<sup>abcd</sup> 19.48 <sup>a</sup>	<sup>abcd</sup> 18.69 <sup>b</sup>	<sup>abcd</sup> 18.59 <sup>b</sup>	<sup>abcd</sup> 18.69 <sup>b</sup>	<sup>abcd</sup> 18.59 <sup>b</sup>	<sup>bcd</sup> 18.62 <sup>b</sup>	<sup>abcd</sup> 18.58 <sup>b</sup>	<sup>bcd</sup> 18.62 <sup>b</sup>	<sup>abcd</sup> 18.58 <sup>b</sup>
15	<sup>cd</sup> 19.63 <sup>a</sup>	<sup>cde</sup> 19.58 <sup>a</sup>	<sup>bcd</sup> 19.59 <sup>a</sup>	<sup>abcd</sup> 19.52 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 18.72 <sup>b</sup>	<sup>abcd</sup> 18.62 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 18.72 <sup>b</sup>	<sup>abcd</sup> 18.62 <sup>b</sup>	<sup>cde</sup> 18.67 <sup>bc</sup>	<sup>abcd</sup> 18.59 <sup>c</sup>	<sup>cde</sup> 18.67 <sup>bc</sup>	<sup>abcd</sup> 18.59 <sup>c</sup>
18	<sup>cd</sup> 19.67 <sup>a</sup>	<sup>cdef</sup> 19.61 <sup>a</sup>	<sup>cde</sup> 19.63 <sup>a</sup>	<sup>bcd</sup> 19.54 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 18.81 <sup>b</sup>	<sup>bcd</sup> 18.67 <sup>bc</sup>	<sup>de</sup> 18.81 <sup>b</sup>	<sup>bcd</sup> 18.67 <sup>bc</sup>	<sup>def</sup> 18.73 <sup>bc</sup>	<sup>abcde</sup> 18.62 <sup>c</sup>	<sup>def</sup> 18.73 <sup>bc</sup>	<sup>abcde</sup> 18.62 <sup>c</sup>
21	<sup>de</sup> 19.78 <sup>a</sup>	<sup>def</sup> 19.64 <sup>a</sup>	<sup>def</sup> 19.69 <sup>a</sup>	<sup>cdef</sup> 19.58 <sup>a</sup>	<sup>ef</sup> 18.89 <sup>b</sup>	<sup>cde</sup> 18.69 <sup>bc</sup>	<sup>ef</sup> 18.89 <sup>b</sup>	<sup>cde</sup> 18.69 <sup>bc</sup>	<sup>efg</sup> 18.79 <sup>bc</sup>	<sup>bcd</sup> 18.65 <sup>c</sup>	<sup>efg</sup> 18.79 <sup>bc</sup>	<sup>bcd</sup> 18.65 <sup>c</sup>
24	<sup>e</sup> 19.85 <sup>a</sup>	<sup>efg</sup> 19.71 <sup>bc</sup>	<sup>efg</sup> 19.77 <sup>ab</sup>	<sup>def</sup> 19.62 <sup>c</sup>	<sup>efg</sup> 18.93 <sup>d</sup>	<sup>def</sup> 18.82 <sup>d</sup>	<sup>efg</sup> 18.93 <sup>d</sup>	<sup>def</sup> 18.82 <sup>d</sup>	<sup>fgh</sup> 18.85 <sup>d</sup>	<sup>cde</sup> 18.69 <sup>e</sup>	<sup>fgh</sup> 18.85 <sup>d</sup>	<sup>cde</sup> 18.69 <sup>e</sup>
27	<sup>e</sup> 19.89 <sup>a</sup>	<sup>fg</sup> 19.75 <sup>ab</sup>	<sup>fg</sup> 19.81 <sup>ab</sup>	<sup>ef</sup> 19.68 <sup>b</sup>	<sup>fg</sup> 18.98 <sup>c</sup>	<sup>ef</sup> 18.85 <sup>cd</sup>	<sup>fg</sup> 18.98 <sup>c</sup>	<sup>ef</sup> 18.85 <sup>cd</sup>	<sup>gh</sup> 18.89 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 18.72 <sup>d</sup>	<sup>gh</sup> 18.89 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 18.72 <sup>d</sup>
30	<sup>e</sup> 19.94 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 19.79 <sup>bc</sup>	<sup>g</sup> 19.89 <sup>ab</sup>	<sup>f</sup> 19.72 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 19.03 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 18.92 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 19.03 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 18.92 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 18.95 <sup>d</sup>	<sup>o</sup> 18.77 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 18.95 <sup>d</sup>	<sup>o</sup> 18.77 <sup>e</sup>

- ① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )
- ②
- ③ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๑9 ค่า H ภายในของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการควมวันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ความคม						ข้าวแดง 0.50 %	
	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ		บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	
	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU
0	<sup>a</sup> 57.92 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 57.92 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 57.92 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 57.92 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 42.59 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 42.59 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 42.59 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 42.59 <sup>b</sup>
3	<sup>a</sup> 57.96 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 58.00 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 58.04 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 57.99 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 42.71 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 42.68 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 42.76 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 42.66 <sup>b</sup>
6	<sup>b</sup> 58.10 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 58.01 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 58.12 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 58.07 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 42.80 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 42.76 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 42.71 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 42.73 <sup>b</sup>
9	<sup>c</sup> 58.27 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 58.07 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 58.24 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 58.08 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 43.00 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 42.86 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 42.85 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 42.87 <sup>b</sup>
12	<sup>c</sup> 58.36 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 58.20 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 58.31 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 58.11 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 43.09 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 43.00 <sup>bc</sup>	<sup>bc</sup> 42.95 <sup>bc</sup>	<sup>cd</sup> 42.99 <sup>b</sup>
15	<sup>d</sup> 58.51 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 58.29 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 58.41 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 58.22 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 43.28 <sup>b</sup>	<sup>ef</sup> 43.14 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 43.17 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 43.07 <sup>b</sup>
18	<sup>e</sup> 58.71 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 58.39 <sup>ab</sup>	<sup>e</sup> 58.52 <sup>ab</sup>	<sup>d</sup> 58.30 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 43.39 <sup>c</sup>	<sup>fg</sup> 43.26 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 43.41 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 43.09 <sup>c</sup>
21	<sup>f</sup> 58.85 <sup>a</sup>	<sup>e</sup> 58.45 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 58.56 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 58.31 <sup>c</sup>	<sup>def</sup> 43.53 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 43.33 <sup>c</sup>	<sup>ef</sup> 43.55 <sup>d</sup>	<sup>def</sup> 43.19 <sup>f</sup>
24	<sup>f</sup> 58.98 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 58.59 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 58.75 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 58.31 <sup>c</sup>	<sup>efg</sup> 43.67 <sup>d</sup>	<sup>gh</sup> 43.40 <sup>c</sup>	<sup>efg</sup> 43.65 <sup>d</sup>	<sup>efg</sup> 43.29 <sup>e</sup>
27	<sup>f</sup> 59.08 <sup>a</sup>	<sup>fg</sup> 58.66 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 58.95 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 58.39 <sup>c</sup>	<sup>fg</sup> 43.75 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 43.53 <sup>ef</sup>	<sup>fg</sup> 43.70 <sup>de</sup>	<sup>fg</sup> 43.38 <sup>f</sup>
30	<sup>b</sup> 59.29 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 58.75 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 59.14 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 58.40 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 43.90 <sup>d</sup>	<sup>i</sup> 43.57 <sup>e</sup>	<sup>g</sup> 43.84 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 43.48 <sup>e</sup>

①

②

③

① ค่ามัธยฐานที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

② ค่ามัธยฐานที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ ๖10 ค่ำ H ภายนอกของผลิตภัณฑืที่ได้รับกรกรมควนเก็กรักภษาที่อุณหภูมื 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ความคุม						เข้าแคง 0.50%					
	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญาภาส		บรรจุธรรมดา		บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญาภาส		บรรจุสุญญาภาส	
	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU
0	<sup>a</sup> 61.85 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 61.85 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 61.85 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 61.85 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 49.78 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 49.78 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 49.78 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 49.78 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 49.78 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 49.78 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 49.78 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 49.78 <sup>b</sup>
3	<sup>b</sup> 62.07 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 61.99 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 62.04 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 61.93 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 49.93 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 49.89 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 49.95 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 49.95 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 49.95 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 49.95 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 49.95 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 49.85 <sup>b</sup>
6	<sup>c</sup> 62.31 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 62.12 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 62.21 <sup>ab</sup>	<sup>b</sup> 62.05 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 50.15 <sup>cd</sup>	<sup>abc</sup> 50.00 <sup>de</sup>	<sup>b</sup> 50.15 <sup>cd</sup>	<sup>bc</sup> 50.20 <sup>c</sup>	<sup>bc</sup> 50.20 <sup>c</sup>	<sup>bc</sup> 50.20 <sup>c</sup>	<sup>bc</sup> 50.20 <sup>c</sup>	<sup>ab</sup> 49.95 <sup>c</sup>
9	<sup>d</sup> 62.56 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 62.23 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 62.40 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 62.26 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 50.26 <sup>b</sup>	<sup>bcd</sup> 50.19 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 50.26 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 50.20 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 50.20 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 50.20 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 50.20 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 50.08 <sup>b</sup>
12	<sup>e</sup> 62.80 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 62.33 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 62.62 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 62.34 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 50.49 <sup>c</sup>	<sup>cd</sup> 50.31 <sup>cd</sup>	<sup>c</sup> 50.49 <sup>c</sup>	<sup>cd</sup> 50.32 <sup>cd</sup>	<sup>cd</sup> 50.32 <sup>cd</sup>	<sup>cd</sup> 50.32 <sup>cd</sup>	<sup>cd</sup> 50.32 <sup>cd</sup>	<sup>bcd</sup> 50.18 <sup>d</sup>
15	<sup>e</sup> 62.96 <sup>a</sup>	<sup>e</sup> 62.46 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 62.84 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 62.43 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 50.67 <sup>c</sup>	<sup>def</sup> 50.46 <sup>cd</sup>	<sup>d</sup> 50.67 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 50.52 <sup>cd</sup>	<sup>de</sup> 50.52 <sup>cd</sup>	<sup>de</sup> 50.52 <sup>cd</sup>	<sup>de</sup> 50.52 <sup>cd</sup>	<sup>cde</sup> 50.34 <sup>d</sup>
18	<sup>f</sup> 63.19 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 62.66 <sup>bc</sup>	<sup>e</sup> 62.91 <sup>ab</sup>	<sup>de</sup> 62.55 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 50.91 <sup>d</sup>	<sup>ef</sup> 50.57 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 50.91 <sup>d</sup>	<sup>e</sup> 50.74 <sup>de</sup>	<sup>e</sup> 50.74 <sup>de</sup>	<sup>e</sup> 50.74 <sup>de</sup>	<sup>de</sup> 50.44 <sup>e</sup>	<sup>def</sup> 50.44 <sup>e</sup>
21	<sup>g</sup> 63.53 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 62.85 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 63.19 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 62.67 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 51.31 <sup>d</sup>	<sup>fg</sup> 50.68 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 51.31 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 51.07 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 51.07 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 51.07 <sup>d</sup>	<sup>ef</sup> 50.58 <sup>f</sup>	<sup>efg</sup> 50.58 <sup>f</sup>
24	<sup>g</sup> 63.70 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 63.08 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 63.54 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 62.95 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 51.44 <sup>e</sup>	<sup>gh</sup> 51.00 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 51.44 <sup>e</sup>	<sup>fg</sup> 51.27 <sup>c</sup>	<sup>fg</sup> 51.27 <sup>c</sup>	<sup>fg</sup> 51.27 <sup>c</sup>	<sup>fgh</sup> 50.73 <sup>g</sup>	<sup>fgh</sup> 50.73 <sup>g</sup>
27	<sup>h</sup> 63.98 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 63.21 <sup>b</sup>	<sup>gh</sup> 63.75 <sup>a</sup>	<sup>fg</sup> 63.11 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 51.64 <sup>e</sup>	<sup>hi</sup> 51.16 <sup>de</sup>	<sup>g</sup> 51.64 <sup>e</sup>	<sup>gh</sup> 51.40 <sup>cd</sup>	<sup>gh</sup> 51.40 <sup>cd</sup>	<sup>gh</sup> 51.40 <sup>cd</sup>	<sup>gh</sup> 50.85 <sup>g</sup>	<sup>gh</sup> 50.85 <sup>g</sup>
30	<sup>i</sup> 64.20 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 63.24 <sup>c</sup>	<sup>h</sup> 63.98 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 63.23 <sup>c</sup>	<sup>h</sup> 51.87 <sup>d</sup>	<sup>i</sup> 51.37 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 51.87 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 51.62 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 51.62 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 51.62 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 51.04 <sup>g</sup>	<sup>h</sup> 51.04 <sup>g</sup>

① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )  
 ② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ ง11 ค่า  $\Delta E$  ภายในของผลิตภัณฑ์ได้กรอกครบถ้วนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ควบคุม						ข้าวแดง 0.50%		
	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ		บรรจุธรรมดา		บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ
	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	ALU
0	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>
3	<sup>b</sup> 0.117 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 0.041 <sup>c</sup>	<sup>b</sup> 0.082 <sup>ab</sup>	<sup>b</sup> 0.030 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 0.051 <sup>bc</sup>	<sup>b</sup> 0.047 <sup>bc</sup>	<sup>b</sup> 0.082 <sup>ab</sup>	<sup>b</sup> 0.037 <sup>c</sup>	<sup>b</sup> 0.037 <sup>c</sup>
6	<sup>c</sup> 0.242 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 0.081 <sup>cd</sup>	<sup>c</sup> 0.175 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 0.071 <sup>cd</sup>	<sup>c</sup> 0.091 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 0.073 <sup>cd</sup>	<sup>c</sup> 0.073 <sup>d</sup>	<sup>c</sup> 0.059 <sup>d</sup>	<sup>c</sup> 0.059 <sup>d</sup>
9	<sup>cd</sup> 0.254 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 0.078 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 0.221 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 0.068 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 0.181 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 0.118 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 0.132 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 0.117 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 0.117 <sup>b</sup>
12	<sup>d</sup> 0.269 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 0.145 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 0.209 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 0.110 <sup>d</sup>	<sup>c</sup> 0.228 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 0.175 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 0.177 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 0.168 <sup>cd</sup>	<sup>c</sup> 0.168 <sup>cd</sup>
15	<sup>c</sup> 0.339 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 0.190 <sup>d</sup>	<sup>c</sup> 0.270 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 0.153 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 0.330 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 0.237 <sup>bc</sup>	<sup>c</sup> 0.255 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 0.218 <sup>cd</sup>	<sup>f</sup> 0.218 <sup>cd</sup>
18	<sup>f</sup> 0.405 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 0.235 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 0.332 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 0.187 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 0.395 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 0.293 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 0.382 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 0.218 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 0.218 <sup>d</sup>
21	<sup>g</sup> 0.423 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 0.241 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 0.348 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 0.180 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 0.458 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 0.317 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 0.453 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 0.267 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 0.267 <sup>c</sup>
24	<sup>h</sup> 0.490 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 0.286 <sup>f</sup>	<sup>g</sup> 0.412 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 0.214 <sup>b</sup>	<sup>i</sup> 0.599 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 0.393 <sup>c</sup>	<sup>h</sup> 0.569 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 0.304 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 0.304 <sup>f</sup>
27	<sup>i</sup> 0.537 <sup>c</sup>	<sup>h</sup> 0.316 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 0.484 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 0.255 <sup>a</sup>	<sup>j</sup> 0.653 <sup>f</sup>	<sup>i</sup> 0.498 <sup>d</sup>	<sup>i</sup> 0.644 <sup>f</sup>	<sup>i</sup> 0.354 <sup>e</sup>	<sup>i</sup> 0.354 <sup>e</sup>
30	<sup>j</sup> 0.604 <sup>e</sup>	<sup>i</sup> 0.365 <sup>b</sup>	<sup>i</sup> 0.528 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 0.262 <sup>a</sup>	<sup>k</sup> 0.722 <sup>g</sup>	<sup>j</sup> 0.541 <sup>d</sup>	<sup>j</sup> 0.675 <sup>f</sup>	<sup>j</sup> 0.405 <sup>e</sup>	<sup>j</sup> 0.405 <sup>e</sup>

- ① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )
- ② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ ง12 ค่า  $\Delta E$  ภายนอกของผลิตภัณฑ์ที่ใส่การยอมรับวันเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ควบคุม						ข้าวแดง 0.50 %					
	บรรจุกรรมดา			บรรจุสุญญากาศ			บรรจุกรรมดา			บรรจุสุญญากาศ		
	PP	ALU	ALU	PP	ALU	ALU	PP	ALU	ALU	PP	ALU	ALU
0	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>
3	<sup>b</sup> 0.144 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 0.098 <sup>bc</sup>	<sup>b</sup> 0.041 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 0.098 <sup>bc</sup>	<sup>b</sup> 0.041 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 0.041 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 0.110 <sup>ab</sup>	<sup>b</sup> 0.071 <sup>cd</sup>	<sup>b</sup> 0.071 <sup>cd</sup>	<sup>b</sup> 0.099 <sup>bc</sup>	<sup>b</sup> 0.099 <sup>bc</sup>	<sup>b</sup> 0.094 <sup>bc</sup>
6	<sup>c</sup> 0.287 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 0.203 <sup>cd</sup>	<sup>c</sup> 0.173 <sup>ef</sup>	<sup>c</sup> 0.185 <sup>de</sup>	<sup>c</sup> 0.173 <sup>ef</sup>	<sup>c</sup> 0.173 <sup>ef</sup>	<sup>c</sup> 0.216 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 0.151 <sup>fg</sup>	<sup>c</sup> 0.151 <sup>fg</sup>	<sup>c</sup> 0.239 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 0.239 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 0.131 <sup>g</sup>
9	<sup>d</sup> 0.374 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 0.238 <sup>cd</sup>	<sup>d</sup> 0.232 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 0.311 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 0.232 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 0.232 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 0.308 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 0.228 <sup>de</sup>	<sup>d</sup> 0.228 <sup>de</sup>	<sup>d</sup> 0.260 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 0.260 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 0.205 <sup>e</sup>
12	<sup>e</sup> 0.550 <sup>a</sup>	<sup>e</sup> 0.296 <sup>cd</sup>	<sup>e</sup> 0.282 <sup>cd</sup>	<sup>e</sup> 0.482 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 0.282 <sup>cd</sup>	<sup>e</sup> 0.282 <sup>cd</sup>	<sup>e</sup> 0.441 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 0.294 <sup>cd</sup>	<sup>e</sup> 0.294 <sup>cd</sup>	<sup>e</sup> 0.323 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 0.323 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 0.248 <sup>d</sup>
15	<sup>f</sup> 0.746 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 0.402 <sup>de</sup>	<sup>f</sup> 0.393 <sup>e</sup>	<sup>f</sup> 0.646 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 0.393 <sup>e</sup>	<sup>f</sup> 0.393 <sup>e</sup>	<sup>f</sup> 0.527 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 0.365 <sup>e</sup>	<sup>f</sup> 0.365 <sup>e</sup>	<sup>f</sup> 0.440 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 0.440 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 0.308 <sup>f</sup>
18	<sup>g</sup> 0.887 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 0.508 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 0.456 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 0.762 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 0.456 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 0.456 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 0.659 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 0.425 <sup>f</sup>	<sup>g</sup> 0.425 <sup>f</sup>	<sup>g</sup> 0.555 <sup>e</sup>	<sup>g</sup> 0.555 <sup>e</sup>	<sup>g</sup> 0.365 <sup>h</sup>
21	<sup>h</sup> 1.042 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 0.670 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 0.680 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 0.936 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 0.680 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 0.680 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 0.902 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 0.497 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 0.497 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 0.681 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 0.681 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 0.423 <sup>e</sup>
24	<sup>i</sup> 0.998 <sup>a</sup>	<sup>i</sup> 0.792 <sup>e</sup>	<sup>i</sup> 0.721 <sup>d</sup>	<sup>i</sup> 0.981 <sup>ab</sup>	<sup>i</sup> 0.721 <sup>d</sup>	<sup>i</sup> 0.721 <sup>d</sup>	<sup>i</sup> 0.963 <sup>b</sup>	<sup>i</sup> 0.635 <sup>e</sup>	<sup>i</sup> 0.635 <sup>e</sup>	<sup>i</sup> 0.815 <sup>e</sup>	<sup>i</sup> 0.815 <sup>e</sup>	<sup>i</sup> 0.516 <sup>f</sup>
27	<sup>j</sup> 1.234 <sup>a</sup>	<sup>j</sup> 0.968 <sup>b</sup>	<sup>j</sup> 0.889 <sup>d</sup>	<sup>j</sup> 1.126 <sup>c</sup>	<sup>j</sup> 0.889 <sup>d</sup>	<sup>j</sup> 0.889 <sup>d</sup>	<sup>j</sup> 1.074 <sup>c</sup>	<sup>j</sup> 0.717 <sup>f</sup>	<sup>j</sup> 0.717 <sup>f</sup>	<sup>j</sup> 0.930 <sup>g</sup>	<sup>j</sup> 0.930 <sup>g</sup>	<sup>j</sup> 0.586 <sup>h</sup>
30	<sup>k</sup> 1.366 <sup>a</sup>	<sup>k</sup> 0.996 <sup>b</sup>	<sup>k</sup> 0.924 <sup>d</sup>	<sup>k</sup> 1.287 <sup>c</sup>	<sup>k</sup> 0.924 <sup>d</sup>	<sup>k</sup> 0.924 <sup>d</sup>	<sup>k</sup> 1.197 <sup>c</sup>	<sup>k</sup> 0.832 <sup>f</sup>	<sup>k</sup> 0.832 <sup>f</sup>	<sup>k</sup> 1.059 <sup>g</sup>	<sup>k</sup> 1.059 <sup>g</sup>	<sup>k</sup> 0.672 <sup>h</sup>

- ① ② ① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )  
 ② ③ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ 13 ค่า Water Activity ( $a_w$ ) ของผลิตภัณฑ์ขนมเรียงเก็บรักษาที่สภาวะต่างๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ควบคุม						ข้าวแดง 0.50 %					
	อุณหภูมิห้อง		อุณหภูมิ 8 °C		อุณหภูมิห้อง		อุณหภูมิ 8 °C		อุณหภูมิ 8 °C		อุณหภูมิ 8 °C	
	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา
0	<sup>a</sup> 0.810 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.810 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.810 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.810 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.810 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>
5	<sup>b</sup> 0.708 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.805 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.810 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 0.707 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 0.708 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>
10	<sup>c</sup> 0.668 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 0.805 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.810 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 0.659 <sup>ab</sup>	<sup>c</sup> 0.652 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>
15	<sup>d</sup> 0.604 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.805 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.808 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 0.613 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 0.612 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.813 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>
20	<sup>d</sup> 0.607 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.804 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.808 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 0.603 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 0.609 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.813 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.813 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>
25	<sup>d</sup> 0.600 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.804 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.808 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 0.601 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 0.595 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.811 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.813 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.812 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>b</sup>
30	<sup>e</sup> 0.542 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.804 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.808 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.808 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 0.565 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 0.568 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.811 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.813 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.811 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.814 <sup>c</sup>
35	<sup>f</sup> 0.531 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.804 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.808 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 0.537 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 0.559 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.810 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.811 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.813 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.813 <sup>c</sup>
40	<sup>f</sup> 0.521 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.807 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.807 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.808 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.808 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 0.523 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 0.530 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.810 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.811 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.813 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.813 <sup>c</sup>
45	<sup>f</sup> 0.488 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.789 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.807 <sup>bc</sup>	<sup>a</sup> 0.808 <sup>bc</sup>	<sup>a</sup> 0.807 <sup>bc</sup>	<sup>b</sup> 0.487 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 0.497 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>bc</sup>	<sup>a</sup> 0.810 <sup>bc</sup>	<sup>a</sup> 0.810 <sup>bc</sup>	<sup>a</sup> 0.813 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 0.813 <sup>c</sup>
50	<sup>f</sup> 0.485 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.797 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.808 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.808 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.807 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 0.480 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 0.489 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.805 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.810 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.812 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.812 <sup>b</sup>
55	<sup>f</sup> 0.482 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.798 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.808 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.807 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.807 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 0.480 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 0.485 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.805 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.812 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.812 <sup>b</sup>
60	<sup>f</sup> 0.471 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.797 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.808 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.807 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.807 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 0.473 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 0.475 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0.805 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.809 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.812 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 0.812 <sup>b</sup>

① ② ③ ตัวอย่างที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

③ ตัวอย่างที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ 14 ความชื้นของผลิตภัณฑ์เชิงเก็บรักษาที่สภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ควบคุม						ข้าวแดง 0.50 %					
	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C			อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C		
	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุสุญญากาศ
0	<sup>a</sup> 24.04 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 24.04 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 24.04 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 24.04 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 24.04 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 24.04 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 24.63 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 24.63 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 24.63 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 24.63 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 24.63 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 24.63 <sup>b</sup>
5	<sup>b</sup> 18.92 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 23.93 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 23.98 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 23.97 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 24.01 <sup>cd</sup>	<sup>a</sup> 24.01 <sup>cd</sup>	<sup>b</sup> 19.77 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 19.75 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 24.43 <sup>de</sup>	<sup>a</sup> 24.54 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 24.60 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 24.58 <sup>c</sup>
10	<sup>c</sup> 16.90 <sup>ab</sup>	<sup>ab</sup> 23.91 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 23.96 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 23.93 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 24.02 <sup>cd</sup>	<sup>a</sup> 24.02 <sup>cd</sup>	<sup>d</sup> 16.51 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 16.79 <sup>ab</sup>	<sup>ab</sup> 24.39 <sup>de</sup>	<sup>a</sup> 24.47 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 24.54 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 24.55 <sup>c</sup>
15	<sup>d</sup> 14.88 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 23.88 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.95 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.90 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.99 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.99 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 14.88 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 14.89 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 24.19 <sup>bc</sup>	<sup>a</sup> 24.43 <sup>c</sup>	<sup>ab</sup> 24.48 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 24.53 <sup>c</sup>
20	<sup>d</sup> 13.98 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 23.86 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.93 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.87 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.98 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.98 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 14.08 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 14.01 <sup>a</sup>	<sup>bcd</sup> 23.98 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 24.43 <sup>c</sup>	<sup>ab</sup> 24.50 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 24.52 <sup>c</sup>
25	<sup>d</sup> 13.28 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 23.84 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.92 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.84 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.98 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.98 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 13.57 <sup>ab</sup>	<sup>e</sup> 13.72 <sup>b</sup>	<sup>bcd</sup> 23.94 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 24.40 <sup>d</sup>	<sup>ab</sup> 24.46 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 24.51 <sup>d</sup>
30	<sup>e</sup> 11.87 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 23.83 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.91 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.83 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.97 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.97 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 11.71 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 11.78 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 23.86 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 24.36 <sup>d</sup>	<sup>ab</sup> 24.43 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 24.52 <sup>d</sup>
35	<sup>e</sup> 11.00 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 23.80 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.91 <sup>cd</sup>	<sup>a</sup> 23.83 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.97 <sup>cd</sup>	<sup>a</sup> 23.97 <sup>cd</sup>	<sup>g</sup> 11.63 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 11.64 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 23.79 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 24.30 <sup>de</sup>	<sup>ab</sup> 24.42 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 24.46 <sup>d</sup>
40	<sup>e</sup> 10.92 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 23.77 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.90 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 23.82 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.96 <sup>cd</sup>	<sup>a</sup> 23.96 <sup>cd</sup>	<sup>g</sup> 11.60 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 11.62 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 23.71 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 24.28 <sup>de</sup>	<sup>ab</sup> 24.38 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 24.41 <sup>d</sup>
45	<sup>e</sup> 10.45 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 23.74 <sup>cd</sup>	<sup>a</sup> 23.89 <sup>cd</sup>	<sup>a</sup> 23.81 <sup>cd</sup>	<sup>a</sup> 23.97 <sup>cd</sup>	<sup>a</sup> 23.97 <sup>cd</sup>	<sup>h</sup> 10.56 <sup>ab</sup>	<sup>g</sup> 10.87 <sup>b</sup>	<sup>def</sup> 23.61 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 24.14 <sup>de</sup>	<sup>ab</sup> 24.37 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 24.33 <sup>d</sup>
50	<sup>e</sup> 10.16 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 23.21 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 23.89 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 23.80 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 23.96 <sup>de</sup>	<sup>a</sup> 23.96 <sup>de</sup>	<sup>h</sup> 10.24 <sup>ab</sup>	<sup>g</sup> 10.57 <sup>b</sup>	<sup>efg</sup> 23.30 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 23.98 <sup>de</sup>	<sup>ab</sup> 24.28 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 24.27 <sup>d</sup>
55	<sup>e</sup> 10.11 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 23.18 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.78 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 23.80 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 23.96 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 23.96 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 10.19 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 10.22 <sup>a</sup>	<sup>fg</sup> 23.18 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.95 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 23.99 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 24.12 <sup>d</sup>
60	<sup>e</sup> 9.99 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 23.05 <sup>bc</sup>	<sup>a</sup> 23.72 <sup>de</sup>	<sup>a</sup> 23.79 <sup>de</sup>	<sup>a</sup> 23.95 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 23.95 <sup>d</sup>	<sup>i</sup> 9.98 <sup>a</sup>	<sup>i</sup> 10.01 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 22.89 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.94 <sup>d</sup>	<sup>c</sup> 23.43 <sup>cd</sup>	<sup>a</sup> 23.98 <sup>d</sup>

①

②

① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ 15 ค่า L ภายในของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่รักษาที่สภาวะต่างๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ควบคุม						ข้าวแดง 0.50 %					
	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C			อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C		
	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ
	PP	ALU	ALU	PP	ALU	ALU	PP	ALU	ALU	PP	ALU	ALU
0	<sup>a</sup> 44.97 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 44.97 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 44.97 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 44.97 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 44.97 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 44.97 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 41.34 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 41.34 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 41.34 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 41.34 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 41.34 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 41.34 <sup>b</sup>
5	<sup>b</sup> 43.70 <sup>c</sup>	<sup>b</sup> 43.82 <sup>cd</sup>	<sup>b</sup> 44.25 <sup>e</sup>	<sup>b</sup> 44.16 <sup>de</sup>	<sup>b</sup> 44.39 <sup>g</sup>	<sup>b</sup> 44.39 <sup>g</sup>	<sup>b</sup> 39.89 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 40.01 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 41.14 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 41.26 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 41.33 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 41.33 <sup>b</sup>
10	<sup>c</sup> 42.29 <sup>e</sup>	<sup>c</sup> 42.40 <sup>e</sup>	<sup>bc</sup> 43.96 <sup>e</sup>	<sup>bc</sup> 43.72 <sup>e</sup>	<sup>b</sup> 44.13 <sup>g</sup>	<sup>b</sup> 44.13 <sup>g</sup>	<sup>bc</sup> 39.52 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 39.55 <sup>a</sup>	<sup>abc</sup> 41.01 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 41.23 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 41.03 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 41.31 <sup>b</sup>
15	<sup>d</sup> 41.53 <sup>cd</sup>	<sup>d</sup> 41.69 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 41.60 <sup>cd</sup>	<sup>c</sup> 43.30 <sup>e</sup>	<sup>c</sup> 43.65 <sup>e</sup>	<sup>c</sup> 43.65 <sup>e</sup>	<sup>d</sup> 39.35 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 39.42 <sup>a</sup>	<sup>abcd</sup> 40.89 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 41.18 <sup>bc</sup>	<sup>abcd</sup> 40.91 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 41.28 <sup>bcd</sup>
20	<sup>e</sup> 40.43 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 40.56 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 40.75 <sup>bc</sup>	<sup>d</sup> 42.51 <sup>e</sup>	<sup>d</sup> 43.13 <sup>f</sup>	<sup>d</sup> 43.13 <sup>f</sup>	<sup>d</sup> 38.83 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 38.97 <sup>a</sup>	<sup>bode</sup> 40.72 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 41.15 <sup>cd</sup>	<sup>bod</sup> 40.82 <sup>bcd</sup>	<sup>ab</sup> 41.22 <sup>d</sup>
25	<sup>f</sup> 39.11 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 39.34 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 39.85 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 41.62 <sup>f</sup>	<sup>d</sup> 42.96 <sup>h</sup>	<sup>d</sup> 42.96 <sup>h</sup>	<sup>de</sup> 38.51 <sup>a</sup>	<sup>ef</sup> 38.61 <sup>a</sup>	<sup>cdde</sup> 40.63 <sup>d</sup>	<sup>abc</sup> 41.06 <sup>de</sup>	<sup>bode</sup> 40.73 <sup>de</sup>	<sup>abc</sup> 41.17 <sup>e</sup>
30	<sup>g</sup> 38.22 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 38.20 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 39.68 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 40.85 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 42.34 <sup>f</sup>	<sup>e</sup> 42.34 <sup>f</sup>	<sup>ef</sup> 38.23 <sup>a</sup>	<sup>fg</sup> 38.25 <sup>a</sup>	<sup>cddef</sup> 40.58 <sup>e</sup>	<sup>abc</sup> 41.02 <sup>cde</sup>	<sup>cddef</sup> 40.61 <sup>e</sup>	<sup>abc</sup> 41.13 <sup>de</sup>
35	<sup>gh</sup> 37.87 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 38.11 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 38.98 <sup>b</sup>	<sup>fg</sup> 40.59 <sup>cd</sup>	<sup>f</sup> 41.75 <sup>f</sup>	<sup>f</sup> 41.75 <sup>f</sup>	<sup>efg</sup> 38.01 <sup>a</sup>	<sup>fg</sup> 38.08 <sup>a</sup>	<sup>defg</sup> 40.41 <sup>c</sup>	<sup>abc</sup> 40.94 <sup>cde</sup>	<sup>defg</sup> 40.49 <sup>cd</sup>	<sup>abcd</sup> 41.02 <sup>de</sup>
40	<sup>hi</sup> 37.66 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 38.02 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 38.05 <sup>a</sup>	<sup>gh</sup> 40.21 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 41.09 <sup>e</sup>	<sup>g</sup> 41.09 <sup>e</sup>	<sup>fgh</sup> 37.84 <sup>a</sup>	<sup>gh</sup> 37.94 <sup>a</sup>	<sup>efgh</sup> 40.29 <sup>b</sup>	<sup>bod</sup> 40.85 <sup>c</sup>	<sup>efg</sup> 40.32 <sup>b</sup>	<sup>bode</sup> 40.89 <sup>e</sup>
45	<sup>hij</sup> 37.51 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 37.91 <sup>ab</sup>	<sup>h</sup> 38.00 <sup>b</sup>	<sup>hi</sup> 40.02 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 40.96 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 40.96 <sup>d</sup>	<sup>ghi</sup> 37.62 <sup>ab</sup>	<sup>ghi</sup> 37.71 <sup>ab</sup>	<sup>fghi</sup> 40.12 <sup>c</sup>	<sup>cde</sup> 40.66 <sup>d</sup>	<sup>fgh</sup> 40.18 <sup>c</sup>	<sup>cdef</sup> 40.76 <sup>d</sup>
50	<sup>hij</sup> 37.39 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 37.44 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 37.87 <sup>a</sup>	<sup>hij</sup> 39.78 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 40.73 <sup>c</sup>	<sup>h</sup> 40.73 <sup>c</sup>	<sup>hij</sup> 37.41 <sup>a</sup>	<sup>hi</sup> 37.48 <sup>a</sup>	<sup>ghij</sup> 40.01 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 40.51 <sup>c</sup>	<sup>gh</sup> 40.05 <sup>b</sup>	<sup>def</sup> 40.63 <sup>c</sup>
55	<sup>i</sup> 37.22 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 37.25 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 37.71 <sup>a</sup>	<sup>hij</sup> 39.55 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 40.47 <sup>c</sup>	<sup>h</sup> 40.47 <sup>c</sup>	<sup>hij</sup> 37.25 <sup>a</sup>	<sup>hij</sup> 37.27 <sup>a</sup>	<sup>hij</sup> 39.85 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 40.42 <sup>c</sup>	<sup>gh</sup> 39.94 <sup>b</sup>	<sup>ef</sup> 40.52 <sup>c</sup>
60	<sup>j</sup> 37.08 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 37.12 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 37.62 <sup>b</sup>	<sup>hij</sup> 39.38 <sup>c</sup>	<sup>i</sup> 40.12 <sup>de</sup>	<sup>i</sup> 40.12 <sup>de</sup>	<sup>hij</sup> 37.11 <sup>a</sup>	<sup>hij</sup> 37.18 <sup>a</sup>	<sup>hij</sup> 39.76 <sup>cd</sup>	<sup>e</sup> 40.31 <sup>c</sup>	<sup>h</sup> 39.82 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 40.39 <sup>e</sup>

① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ 16 ค่า L ภายนอกของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็งเก็บรักษาที่สภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ควบคุม						ข้าวแดง 0.50%					
	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C			อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C		
	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ
	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU
0	<sup>a</sup> 41.23 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 41.23 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 41.23 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 41.23 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 41.23 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 41.23 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 37.55 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 37.55 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 37.55 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 37.55 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 37.55 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 37.55 <sup>b</sup>
5	<sup>b</sup> 39.25 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 40.25 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 40.98 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 40.57 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 40.95 <sup>h</sup>	<sup>b</sup> 40.95 <sup>h</sup>	<sup>b</sup> 36.13 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 36.44 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 37.32 <sup>d</sup>	<sup>ab</sup> 37.39 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 37.41 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 37.41 <sup>d</sup>
10	<sup>c</sup> 37.28 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 39.59 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 40.53 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 39.17 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 40.68 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 40.68 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 35.57 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 36.07 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 37.09 <sup>e</sup>	<sup>b</sup> 36.96 <sup>c</sup>	<sup>ab</sup> 37.25 <sup>c</sup>	<sup>ab</sup> 37.25 <sup>c</sup>
15	<sup>c</sup> 37.09 <sup>de</sup>	<sup>d</sup> 38.43 <sup>f</sup>	<sup>c</sup> 40.11 <sup>e</sup>	<sup>d</sup> 38.67 <sup>f</sup>	<sup>c</sup> 40.13 <sup>e</sup>	<sup>c</sup> 40.13 <sup>e</sup>	<sup>d</sup> 34.81 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 35.93 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 36.01 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 36.75 <sup>c</sup>	<sup>bc</sup> 37.02 <sup>c</sup>	<sup>bc</sup> 37.02 <sup>c</sup>
20	<sup>d</sup> 36.41 <sup>d</sup>	<sup>c</sup> 38.21 <sup>f</sup>	<sup>d</sup> 39.55 <sup>e</sup>	<sup>c</sup> 38.32 <sup>f</sup>	<sup>d</sup> 39.68 <sup>e</sup>	<sup>d</sup> 39.68 <sup>e</sup>	<sup>d</sup> 34.65 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 35.91 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 35.77 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 36.52 <sup>d</sup>	<sup>cd</sup> 36.89 <sup>cd</sup>	<sup>bcd</sup> 36.89 <sup>e</sup>
25	<sup>c</sup> 36.05 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 37.57 <sup>g</sup>	<sup>c</sup> 39.23 <sup>f</sup>	<sup>c</sup> 38.13 <sup>f</sup>	<sup>c</sup> 39.32 <sup>e</sup>	<sup>c</sup> 39.32 <sup>e</sup>	<sup>c</sup> 34.24 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 35.56 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 35.31 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 35.92 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 35.33 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 36.69 <sup>d</sup>
30	<sup>f</sup> 35.12 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 36.56 <sup>g</sup>	<sup>c</sup> 38.97 <sup>e</sup>	<sup>f</sup> 37.68 <sup>f</sup>	<sup>c</sup> 39.02 <sup>e</sup>	<sup>c</sup> 39.02 <sup>e</sup>	<sup>c</sup> 34.02 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 34.84 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 35.02 <sup>bc</sup>	<sup>de</sup> 35.28 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 35.51 <sup>c</sup>	<sup>def</sup> 36.51 <sup>d</sup>
35	<sup>f</sup> 35.01 <sup>bc</sup>	<sup>h</sup> 35.92 <sup>g</sup>	<sup>h</sup> 38.45 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 37.12 <sup>g</sup>	<sup>h</sup> 38.67 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 38.67 <sup>b</sup>	<sup>ef</sup> 33.97 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 34.86 <sup>b</sup>	<sup>fg</sup> 34.84 <sup>b</sup>	<sup>ef</sup> 35.12 <sup>c</sup>	<sup>ef</sup> 36.37 <sup>d</sup>	<sup>ef</sup> 36.37 <sup>d</sup>
40	<sup>fg</sup> 34.79 <sup>bc</sup>	<sup>i</sup> 35.29 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 38.18 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 36.68 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 38.31 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 38.31 <sup>e</sup>	<sup>fg</sup> 33.72 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 34.56 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 34.67 <sup>bc</sup>	<sup>f</sup> 35.24 <sup>d</sup>	<sup>fg</sup> 36.18 <sup>d</sup>	<sup>fg</sup> 36.18 <sup>d</sup>
45	<sup>g</sup> 34.59 <sup>c</sup>	<sup>j</sup> 35.02 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 37.71 <sup>f</sup>	<sup>i</sup> 36.12 <sup>g</sup>	<sup>i</sup> 37.87 <sup>a</sup>	<sup>i</sup> 37.87 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 33.61 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 33.99 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 34.21 <sup>b</sup>	<sup>fg</sup> 35.02 <sup>d</sup>	<sup>gh</sup> 36.11 <sup>e</sup>	<sup>gh</sup> 36.11 <sup>e</sup>
50	<sup>h</sup> 34.13 <sup>c</sup>	<sup>j</sup> 34.97 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 37.43 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 36.02 <sup>g</sup>	<sup>j</sup> 37.59 <sup>a</sup>	<sup>j</sup> 37.59 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 33.43 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 33.71 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 34.05 <sup>c</sup>	<sup>gh</sup> 34.81 <sup>d</sup>	<sup>hi</sup> 35.97 <sup>d</sup>	<sup>hi</sup> 35.97 <sup>d</sup>
55	<sup>h</sup> 33.89 <sup>b</sup>	<sup>j</sup> 34.98 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 37.07 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 35.91 <sup>d</sup>	<sup>j</sup> 37.21 <sup>a</sup>	<sup>j</sup> 37.21 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 33.29 <sup>a</sup>	<sup>i</sup> 33.43 <sup>a</sup>	<sup>hi</sup> 33.98 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 34.73 <sup>c</sup>	<sup>hi</sup> 35.88 <sup>d</sup>	<sup>hi</sup> 35.88 <sup>d</sup>
60	<sup>i</sup> 33.58 <sup>b</sup>	<sup>k</sup> 34.43 <sup>e</sup>	<sup>i</sup> 36.77 <sup>f</sup>	<sup>j</sup> 35.72 <sup>d</sup>	<sup>k</sup> 36.79 <sup>a</sup>	<sup>k</sup> 36.79 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 33.24 <sup>a</sup>	<sup>j</sup> 33.18 <sup>a</sup>	<sup>i</sup> 33.73 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 34.65 <sup>c</sup>	<sup>h</sup> 34.71 <sup>c</sup>	<sup>i</sup> 35.71 <sup>d</sup>

① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ 17 ค่า a ภายในของผลิตภัณฑ์ขนมเชิงเก็บรักษาที่สภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ควบคุม						ข้าวแดง 0.50%					
	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C			อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C		
	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ
0	<sup>a</sup> 9.81 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 9.81 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 9.81 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 9.81 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 9.81 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 9.81 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 14.27 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 14.27 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 14.27 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 14.27 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 14.27 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 14.27 <sup>b</sup>
5	<sup>ab</sup> 9.43 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 9.37 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 9.71 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 9.72 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 9.77 <sup>c</sup>	<sup>b</sup> 13.49 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 13.53 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 14.02 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 14.15 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 14.05 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 14.05 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 14.20 <sup>c</sup>
10	<sup>bc</sup> 9.12 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 9.01 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 9.53 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 9.63 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 9.74 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 13.35 <sup>c</sup>	<sup>b</sup> 13.44 <sup>c</sup>	<sup>bc</sup> 13.91 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 14.09 <sup>d</sup>	<sup>bc</sup> 13.95 <sup>d</sup>	<sup>bc</sup> 13.95 <sup>d</sup>	<sup>abc</sup> 14.11 <sup>d</sup>
15	<sup>cd</sup> 8.89 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 8.97 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 9.51 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 9.51 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 9.75 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 13.21 <sup>c</sup>	<sup>b</sup> 13.31 <sup>c</sup>	<sup>cd</sup> 13.82 <sup>d</sup>	<sup>ab</sup> 14.05 <sup>d</sup>	<sup>bc</sup> 13.89 <sup>d</sup>	<sup>bc</sup> 13.89 <sup>d</sup>	<sup>bc</sup> 14.06 <sup>d</sup>
20	<sup>cd</sup> 8.74 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 8.93 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 9.35 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 9.49 <sup>b</sup>	<sup>abc</sup> 9.63 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 13.06 <sup>c</sup>	<sup>bc</sup> 13.19 <sup>c</sup>	<sup>cd</sup> 13.78 <sup>d</sup>	<sup>bc</sup> 13.84 <sup>d</sup>	<sup>cd</sup> 13.81 <sup>d</sup>	<sup>cd</sup> 13.81 <sup>d</sup>	<sup>cd</sup> 13.91 <sup>d</sup>
25	<sup>def</sup> 8.63 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 8.82 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 9.11 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 9.32 <sup>c</sup>	<sup>bcd</sup> 9.53 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 12.77 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 12.81 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 13.69 <sup>d</sup>	<sup>cd</sup> 13.71 <sup>d</sup>	<sup>cd</sup> 13.73 <sup>d</sup>	<sup>cd</sup> 13.73 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 13.82 <sup>d</sup>
30	<sup>def</sup> 8.55 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 8.78 <sup>ab</sup>	<sup>d</sup> 8.99 <sup>bc</sup>	<sup>d</sup> 9.15 <sup>c</sup>	<sup>cd</sup> 9.47 <sup>d</sup>	<sup>de</sup> 12.56 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 12.60 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 13.53 <sup>f</sup>	<sup>cd</sup> 13.64 <sup>f</sup>	<sup>de</sup> 13.65 <sup>f</sup>	<sup>de</sup> 13.65 <sup>f</sup>	<sup>de</sup> 13.73 <sup>f</sup>
35	<sup>ef</sup> 8.41 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 8.64 <sup>ab</sup>	<sup>de</sup> 8.91 <sup>bc</sup>	<sup>ef</sup> 9.01 <sup>c</sup>	<sup>cd</sup> 9.35 <sup>d</sup>	<sup>ef</sup> 12.49 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 12.52 <sup>c</sup>	<sup>ef</sup> 13.43 <sup>f</sup>	<sup>def</sup> 13.52 <sup>f</sup>	<sup>ef</sup> 13.52 <sup>f</sup>	<sup>ef</sup> 13.52 <sup>f</sup>	<sup>ef</sup> 13.61 <sup>f</sup>
40	<sup>ef</sup> 8.35 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 8.59 <sup>ab</sup>	<sup>de</sup> 8.82 <sup>b</sup>	<sup>ef</sup> 8.97 <sup>bc</sup>	<sup>ef</sup> 9.28 <sup>d</sup>	<sup>ef</sup> 12.42 <sup>d</sup>	<sup>de</sup> 12.43 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 13.35 <sup>f</sup>	<sup>ef</sup> 13.46 <sup>f</sup>	<sup>f</sup> 13.42 <sup>f</sup>	<sup>f</sup> 13.42 <sup>f</sup>	<sup>fg</sup> 13.52 <sup>f</sup>
45	<sup>fg</sup> 8.25 <sup>a</sup>	<sup>def</sup> 8.47 <sup>ab</sup>	<sup>ef</sup> 8.69 <sup>bc</sup>	<sup>fg</sup> 8.86 <sup>cd</sup>	<sup>fg</sup> 9.19 <sup>d</sup>	<sup>fg</sup> 12.38 <sup>d</sup>	<sup>de</sup> 12.37 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 13.22 <sup>f</sup>	<sup>fg</sup> 13.38 <sup>f</sup>	<sup>fg</sup> 13.31 <sup>f</sup>	<sup>fg</sup> 13.31 <sup>f</sup>	<sup>fgh</sup> 13.47 <sup>f</sup>
50	<sup>g</sup> 8.11 <sup>a</sup>	<sup>ef</sup> 8.35 <sup>ab</sup>	<sup>fg</sup> 8.55 <sup>bc</sup>	<sup>gh</sup> 8.79 <sup>c</sup>	<sup>gh</sup> 9.12 <sup>d</sup>	<sup>gh</sup> 12.32 <sup>d</sup>	<sup>de</sup> 12.34 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 13.04 <sup>f</sup>	<sup>gh</sup> 13.18 <sup>f</sup>	<sup>g</sup> 13.15 <sup>f</sup>	<sup>g</sup> 13.15 <sup>f</sup>	<sup>gh</sup> 13.34 <sup>f</sup>
55	<sup>g</sup> 8.05 <sup>a</sup>	<sup>fg</sup> 8.23 <sup>ab</sup>	<sup>gh</sup> 8.41 <sup>bc</sup>	<sup>h</sup> 8.63 <sup>c</sup>	<sup>h</sup> 9.06 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 12.29 <sup>d</sup>	<sup>de</sup> 12.31 <sup>d</sup>	<sup>i</sup> 12.89 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 13.05 <sup>fg</sup>	<sup>h</sup> 12.91 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 12.91 <sup>f</sup>	<sup>hi</sup> 13.27 <sup>f</sup>
60	<sup>g</sup> 8.02 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 8.18 <sup>ab</sup>	<sup>h</sup> 8.29 <sup>abc</sup>	<sup>h</sup> 8.53 <sup>bc</sup>	<sup>h</sup> 9.01 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 12.26 <sup>d</sup>	<sup>e</sup> 12.28 <sup>d</sup>	<sup>j</sup> 12.65 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 12.95 <sup>fg</sup>	<sup>h</sup> 12.74 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 12.74 <sup>f</sup>	<sup>i</sup> 13.22 <sup>f</sup>

- ① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )
- ② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ 18 ค่า a ภายนอกของผลิตภัณฑ์เซกเมนต์ที่รักษาที่สภาวะต่างๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ควบคุม						ข้าวแดง 0.50 %					
	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C			อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C		
	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ
	PP	ALU		PP	ALU		PP	ALU		PP	ALU	
0	<sup>a</sup> 10.58 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 10.58 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 10.58 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 10.58 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 10.58 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 10.58 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 11.76 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 11.76 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 11.76 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 11.76 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 11.76 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 11.76 <sup>b</sup>
5	<sup>b</sup> 8.93 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 9.48 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 9.85 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 9.95 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 10.02 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 10.98 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 10.93 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 10.98 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 11.01 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 10.98 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 11.09 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 11.15 <sup>d</sup>
10	<sup>c</sup> 8.22 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 8.82 <sup>b</sup>	<sup>bc</sup> 9.69 <sup>bc</sup>	<sup>bc</sup> 9.71 <sup>bc</sup>	<sup>bc</sup> 9.78 <sup>bc</sup>	<sup>c</sup> 9.28 <sup>cd</sup>	<sup>c</sup> 9.17 <sup>bc</sup>	<sup>c</sup> 9.28 <sup>cd</sup>	<sup>c</sup> 10.55 <sup>f</sup>	<sup>c</sup> 10.51 <sup>f</sup>	<sup>c</sup> 10.67 <sup>f</sup>	<sup>b</sup> 10.94 <sup>f</sup>
15	<sup>d</sup> 7.74 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 8.56 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 9.50 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 9.62 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 9.63 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 8.52 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 8.35 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 8.52 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 10.07 <sup>ef</sup>	<sup>d</sup> 9.93 <sup>de</sup>	<sup>d</sup> 10.25 <sup>f</sup>	<sup>c</sup> 10.61 <sup>g</sup>
20	<sup>e</sup> 7.33 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 8.28 <sup>bc</sup>	<sup>d</sup> 8.52 <sup>cd</sup>	<sup>d</sup> 8.72 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 9.21 <sup>d</sup>	<sup>de</sup> 8.28 <sup>bc</sup>	<sup>e</sup> 7.94 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 8.28 <sup>bc</sup>	<sup>e</sup> 9.78 <sup>f</sup>	<sup>d</sup> 9.65 <sup>f</sup>	<sup>e</sup> 9.89 <sup>f</sup>	<sup>c</sup> 10.55 <sup>g</sup>
25	<sup>f</sup> 7.19 <sup>a</sup>	<sup>ef</sup> 8.11 <sup>cd</sup>	<sup>d</sup> 8.32 <sup>de</sup>	<sup>d</sup> 8.48 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 9.13 <sup>d</sup>	<sup>e</sup> 7.82 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 7.52 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 7.82 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 9.25 <sup>fg</sup>	<sup>e</sup> 9.11 <sup>f</sup>	<sup>f</sup> 9.51 <sup>g</sup>	<sup>d</sup> 10.31 <sup>h</sup>
30	<sup>f</sup> 6.87 <sup>a</sup>	<sup>fg</sup> 7.82 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 8.02 <sup>e</sup>	<sup>f</sup> 8.11 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 8.99 <sup>de</sup>	<sup>ef</sup> 7.11 <sup>ab</sup>	<sup>g</sup> 7.11 <sup>ab</sup>	<sup>f</sup> 7.21 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 8.79 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 8.83 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 9.25 <sup>g</sup>	<sup>de</sup> 10.24 <sup>h</sup>
35	<sup>f</sup> 6.72 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 7.72 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 7.96 <sup>bc</sup>	<sup>f</sup> 8.02 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 8.45 <sup>d</sup>	<sup>fg</sup> 8.87 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 6.97 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 7.01 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 8.56 <sup>d</sup>	<sup>fg</sup> 8.70 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 8.89 <sup>de</sup>	<sup>def</sup> 10.19 <sup>o</sup>
40	<sup>f</sup> 6.74 <sup>ab</sup>	<sup>h</sup> 7.31 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 7.42 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 7.68 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 8.16 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 8.68 <sup>gh</sup>	<sup>h</sup> 6.56 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 6.85 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 8.24 <sup>e</sup>	<sup>g</sup> 8.51 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 8.38 <sup>ef</sup>	<sup>efg</sup> 10.05 <sup>h</sup>
45	<sup>gh</sup> 6.68 <sup>b</sup>	<sup>i</sup> 6.89 <sup>bc</sup>	<sup>g</sup> 7.06 <sup>c</sup>	<sup>h</sup> 7.19 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 7.98 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 8.21 <sup>d</sup>	<sup>i</sup> 6.11 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 6.21 <sup>a</sup>	<sup>i</sup> 7.01 <sup>bc</sup>	<sup>h</sup> 8.25 <sup>d</sup>	<sup>i</sup> 7.99 <sup>d</sup>	<sup>efg</sup> 10.05 <sup>o</sup>
50	<sup>gh</sup> 6.66 <sup>b</sup>	<sup>ij</sup> 6.71 <sup>b</sup>	<sup>gh</sup> 6.89 <sup>bc</sup>	<sup>hi</sup> 6.98 <sup>bc</sup>	<sup>g</sup> 7.59 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 7.98 <sup>e</sup>	<sup>j</sup> 5.74 <sup>a</sup>	<sup>gh</sup> 5.89 <sup>a</sup>	<sup>i</sup> 6.89 <sup>bc</sup>	<sup>i</sup> 7.07 <sup>c</sup>	<sup>j</sup> 7.51 <sup>d</sup>	<sup>fg</sup> 10.00 <sup>f</sup>
55	<sup>gh</sup> 6.58 <sup>b</sup>	<sup>ij</sup> 6.62 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 6.79 <sup>bc</sup>	<sup>ij</sup> 6.82 <sup>bc</sup>	<sup>h</sup> 7.05 <sup>cd</sup>	<sup>h</sup> 7.56 <sup>e</sup>	<sup>jk</sup> 5.61 <sup>a</sup>	<sup>gh</sup> 5.71 <sup>a</sup>	<sup>j</sup> 6.56 <sup>b</sup>	<sup>i</sup> 7.05 <sup>cd</sup>	<sup>k</sup> 7.11 <sup>d</sup>	<sup>fg</sup> 9.97 <sup>f</sup>
60	<sup>h</sup> 6.32 <sup>b</sup>	<sup>j</sup> 6.47 <sup>bc</sup>	<sup>h</sup> 6.67 <sup>cd</sup>	<sup>j</sup> 6.71 <sup>cd</sup>	<sup>h</sup> 6.96 <sup>e</sup>	<sup>j</sup> 7.35 <sup>f</sup>	<sup>k</sup> 5.32 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 5.54 <sup>a</sup>	<sup>j</sup> 6.32 <sup>b</sup>	<sup>i</sup> 7.01 <sup>c</sup>	<sup>k</sup> 6.87 <sup>de</sup>	<sup>g</sup> 9.85 <sup>g</sup>

- ① ② ③
- ① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )
- ② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ ง19 ค่า b ภายในของผลิตภัณฑ์เนื้อแข็งเก็บรักษาที่สภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ควบคุม						ข้าวแดง 0.50%						
	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C			อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C			
	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	
PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU
0	<sup>a</sup> 4.90 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 4.90 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 4.90 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 4.90 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 4.90 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 4.90 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.74 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.74 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.74 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.74 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.74 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.74 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.74 <sup>a</sup>
5	<sup>a</sup> 5.11 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 4.93 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 4.92 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 4.92 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 4.87 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 4.87 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.70 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.75 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.73 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.76 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.75 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.75 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.75 <sup>a</sup>
10	<sup>a</sup> 5.14 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 4.92 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 4.88 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 4.98 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 4.92 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 4.89 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.81 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.78 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.80 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.79 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.73 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.78 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.78 <sup>a</sup>
15	<sup>a</sup> 5.13 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 5.03 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 4.91 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 5.23 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 4.87 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 4.86 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.84 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.75 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.81 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.91 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.72 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.76 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.76 <sup>a</sup>
20	<sup>a</sup> 5.18 <sup>bc</sup>	<sup>a</sup> 5.05 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 4.95 <sup>ab</sup>	<sup>bc</sup> 5.37 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 4.92 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 4.88 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.83 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.76 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.79 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.93 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.78 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.79 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.79 <sup>d</sup>
25	<sup>a</sup> 5.20 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 5.11 <sup>bc</sup>	<sup>a</sup> 4.92 <sup>ab</sup>	<sup>bcd</sup> 5.43 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 4.98 <sup>abc</sup>	<sup>a</sup> 4.86 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.85 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.78 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.95 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.95 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.77 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.81 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.81 <sup>a</sup>
30	<sup>a</sup> 5.19 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 5.14 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 4.98 <sup>ab</sup>	<sup>cde</sup> 5.58 <sup>e</sup>	<sup>a</sup> 5.04 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 4.88 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.89 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.73 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.94 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.94 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.76 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.80 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.80 <sup>d</sup>
35	<sup>a</sup> 5.15 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 5.22 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 4.97 <sup>ab</sup>	<sup>def</sup> 5.66 <sup>f</sup>	<sup>a</sup> 5.07 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 4.89 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.90 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.76 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.96 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.96 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.75 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.82 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.82 <sup>d</sup>
40	<sup>a</sup> 5.22 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 5.24 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 5.02 <sup>ab</sup>	<sup>ef</sup> 5.68 <sup>e</sup>	<sup>a</sup> 5.09 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 4.92 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.91 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.75 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.95 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.95 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.79 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.83 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.83 <sup>d</sup>
45	<sup>a</sup> 5.25 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 5.18 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 5.03 <sup>ab</sup>	<sup>efg</sup> 5.78 <sup>f</sup>	<sup>a</sup> 5.11 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 4.94 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.89 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.78 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.98 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.98 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.81 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.79 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.79 <sup>d</sup>
50	<sup>a</sup> 5.29 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 5.22 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 5.01 <sup>ab</sup>	<sup>fgh</sup> 5.89 <sup>f</sup>	<sup>a</sup> 5.13 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 4.93 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.92 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.76 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.94 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.94 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.79 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.84 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.84 <sup>d</sup>
55	<sup>a</sup> 5.30 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 5.26 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 5.09 <sup>ab</sup>	<sup>gh</sup> 5.93 <sup>f</sup>	<sup>a</sup> 5.18 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 4.96 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.93 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.81 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.98 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.98 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.81 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.83 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.83 <sup>d</sup>
60	<sup>a</sup> 5.31 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 5.22 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 5.05 <sup>ab</sup>	<sup>b</sup> 6.10 <sup>g</sup>	<sup>a</sup> 5.22 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 4.98 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 7.91 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.83 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.96 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.96 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.82 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.85 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 7.85 <sup>d</sup>

① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวอนแนบแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ 20 ค่า b ภายนอกของผลิตภัณฑ์เนื้อแช่แข็งที่สภาวะต่างๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ควบคุม						ข้าวแดง 0.50 %					
	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C			อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C		
	บรรจุกรรมดา		บรรจุกรรมดา	บรรจุกรรมดา		บรรจุกรรมดา	บรรจุกรรมดา		บรรจุกรรมดา	บรรจุกรรมดา		บรรจุกรรมดา
	PP	ALU	ALU	PP	ALU	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU
0	<sup>a</sup> 5.07 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 5.07 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 5.07 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 5.07 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 5.07 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 5.07 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 6.65 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 6.65 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 6.65 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 6.65 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 6.65 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 6.65 <sup>b</sup>
5	<sup>a</sup> 4.88 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 5.11 <sup>ab</sup>	<sup>ab</sup> 5.21 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 5.11 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 5.09 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 5.09 <sup>ab</sup>	<sup>b</sup> 5.97 <sup>c</sup>	<sup>b</sup> 6.01 <sup>c</sup>	<sup>ab</sup> 6.82 <sup>d</sup>	<sup>ab</sup> 6.82 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 6.67 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 6.64 <sup>d</sup>
10	<sup>a</sup> 4.79 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 5.23 <sup>bc</sup>	<sup>bc</sup> 5.49 <sup>de</sup>	<sup>a</sup> 5.11 <sup>abc</sup>	<sup>a</sup> 5.11 <sup>abc</sup>	<sup>a</sup> 5.11 <sup>abc</sup>	<sup>bc</sup> 5.80 <sup>ef</sup>	<sup>bc</sup> 5.86 <sup>f</sup>	<sup>abc</sup> 6.85 <sup>h</sup>	<sup>abc</sup> 6.85 <sup>h</sup>	<sup>a</sup> 6.64 <sup>h</sup>	<sup>a</sup> 6.67 <sup>h</sup>
15	<sup>b</sup> 4.21 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 5.48 <sup>bc</sup>	<sup>cd</sup> 5.78 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 5.23 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 5.23 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 5.23 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 5.61 <sup>cd</sup>	<sup>cd</sup> 5.64 <sup>cd</sup>	<sup>abcd</sup> 6.89 <sup>e</sup>	<sup>abcd</sup> 6.89 <sup>e</sup>	<sup>a</sup> 6.67 <sup>e</sup>	<sup>a</sup> 6.65 <sup>e</sup>
20	<sup>b</sup> 3.89 <sup>a</sup>	<sup>cd</sup> 5.69 <sup>bc</sup>	<sup>de</sup> 5.91 <sup>c</sup>	<sup>b</sup> 5.56 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 5.56 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 5.56 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 5.42 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 5.58 <sup>b</sup>	<sup>bcdde</sup> 6.98 <sup>e</sup>	<sup>bcdde</sup> 6.98 <sup>e</sup>	<sup>a</sup> 6.68 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 6.68 <sup>d</sup>
25	<sup>b</sup> 3.71 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 5.98 <sup>cd</sup>	<sup>ef</sup> 6.23 <sup>d</sup>	<sup>c</sup> 5.88 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 5.88 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 5.88 <sup>c</sup>	<sup>ef</sup> 5.21 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 5.32 <sup>b</sup>	<sup>bcdde</sup> 7.01 <sup>f</sup>	<sup>bcdde</sup> 7.01 <sup>f</sup>	<sup>a</sup> 6.67 <sup>e</sup>	<sup>a</sup> 6.65 <sup>e</sup>
30	<sup>c</sup> 3.45 <sup>a</sup>	<sup>ef</sup> 6.28 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 6.57 <sup>d</sup>	<sup>cd</sup> 6.08 <sup>c</sup>	<sup>cd</sup> 6.08 <sup>c</sup>	<sup>cd</sup> 6.08 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 4.98 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 5.03 <sup>b</sup>	<sup>cdde</sup> 7.08 <sup>e</sup>	<sup>cdde</sup> 7.08 <sup>e</sup>	<sup>a</sup> 6.69 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 6.68 <sup>d</sup>
35	<sup>cd</sup> 3.37 <sup>a</sup>	<sup>fg</sup> 6.45 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 6.98 <sup>d</sup>	<sup>de</sup> 6.28 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 6.28 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 6.28 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 4.52 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 4.55 <sup>b</sup>	<sup>bcdde</sup> 7.06 <sup>e</sup>	<sup>bcdde</sup> 7.06 <sup>e</sup>	<sup>a</sup> 6.70 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 6.69 <sup>d</sup>
40	<sup>cd</sup> 3.22 <sup>a</sup>	<sup>gh</sup> 6.78 <sup>cd</sup>	<sup>h</sup> 7.10 <sup>d</sup>	<sup>e</sup> 6.42 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 6.42 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 6.42 <sup>c</sup>	<sup>gh</sup> 4.32 <sup>b</sup>	<sup>gh</sup> 4.35 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 7.11 <sup>d</sup>	<sup>de</sup> 7.11 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 6.68 <sup>e</sup>	<sup>a</sup> 6.65 <sup>e</sup>
45	<sup>cd</sup> 3.11 <sup>a</sup>	<sup>hi</sup> 6.94 <sup>cd</sup>	<sup>i</sup> 7.12 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 6.73 <sup>cd</sup>	<sup>f</sup> 6.73 <sup>cd</sup>	<sup>f</sup> 6.73 <sup>cd</sup>	<sup>hi</sup> 4.18 <sup>b</sup>	<sup>hi</sup> 4.23 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 7.15 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 7.15 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 6.67 <sup>e</sup>	<sup>a</sup> 6.62 <sup>e</sup>
50	<sup>cd</sup> 3.17 <sup>a</sup>	<sup>hi</sup> 7.11 <sup>c</sup>	<sup>i</sup> 7.18 <sup>d</sup>	<sup>fg</sup> 6.99 <sup>de</sup>	<sup>fg</sup> 6.99 <sup>de</sup>	<sup>fg</sup> 6.99 <sup>de</sup>	<sup>ij</sup> 4.01 <sup>b</sup>	<sup>ij</sup> 4.11 <sup>b</sup>	<sup>de</sup> 7.13 <sup>c</sup>	<sup>de</sup> 7.13 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 6.71 <sup>cd</sup>	<sup>a</sup> 6.63 <sup>e</sup>
55	<sup>cd</sup> 3.12 <sup>a</sup>	<sup>i</sup> 7.25 <sup>d</sup>	<sup>j</sup> 7.21 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 7.13 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 7.13 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 7.13 <sup>d</sup>	<sup>j</sup> 3.84 <sup>a</sup>	<sup>j</sup> 3.91 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 7.18 <sup>d</sup>	<sup>de</sup> 7.18 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 6.72 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 6.64 <sup>e</sup>
60	<sup>d</sup> 3.02 <sup>a</sup>	<sup>i</sup> 7.30 <sup>d</sup>	<sup>j</sup> 7.29 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 7.19 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 7.19 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 7.19 <sup>d</sup>	<sup>k</sup> 3.50 <sup>a</sup>	<sup>k</sup> 3.56 <sup>a</sup>	<sup>o</sup> 7.23 <sup>d</sup>	<sup>o</sup> 7.23 <sup>d</sup>	<sup>a</sup> 6.73 <sup>c</sup>	<sup>a</sup> 6.67 <sup>e</sup>

① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ ง21 ค่า H ภายในของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่เย็นที่รักษาที่สภาวะต่างๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ความคุม						ข้าวแดง 0.50 %					
	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C			อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C		
	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ
0	<sup>a</sup> 26.54 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 26.54 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 26.54 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 26.54 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 26.54 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 26.54 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 28.48 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 28.48 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 28.48 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 28.48 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 28.48 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 28.48 <sup>b</sup>
5	<sup>b</sup> 28.45 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 27.11 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 26.82 <sup>ab</sup>	<sup>a</sup> 26.61 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 26.49 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 26.49 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 29.72 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 29.80 <sup>h</sup>	<sup>b</sup> 28.96 <sup>f</sup>	<sup>a</sup> 28.65 <sup>de</sup>	<sup>b</sup> 28.88 <sup>ef</sup>	<sup>a</sup> 28.62 <sup>d</sup>
10	<sup>c</sup> 29.41 <sup>e</sup>	<sup>b</sup> 27.12 <sup>b</sup>	<sup>ab</sup> 26.85 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 27.06 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 26.66 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 26.66 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 30.33 <sup>f</sup>	<sup>c</sup> 30.37 <sup>i</sup>	<sup>c</sup> 29.25 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 28.97 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 28.99 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 28.87 <sup>cd</sup>
15	<sup>d</sup> 29.99 <sup>g</sup>	<sup>b</sup> 27.31 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 27.16 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 27.12 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 26.49 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 26.49 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 30.69 <sup>h</sup>	<sup>c</sup> 30.21 <sup>g</sup>	<sup>d</sup> 29.79 <sup>f</sup>	<sup>b</sup> 29.07 <sup>de</sup>	<sup>b</sup> 29.07 <sup>de</sup>	<sup>b</sup> 28.90 <sup>d</sup>
20	<sup>e</sup> 30.65 <sup>g</sup>	<sup>c</sup> 27.90 <sup>c</sup>	<sup>bc</sup> 27.45 <sup>ab</sup>	<sup>b</sup> 27.50 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 26.87 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 26.87 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 30.94 <sup>h</sup>	<sup>c</sup> 30.47 <sup>g</sup>	<sup>de</sup> 29.92 <sup>f</sup>	<sup>c</sup> 29.37 <sup>de</sup>	<sup>c</sup> 29.40 <sup>de</sup>	<sup>c</sup> 29.25 <sup>d</sup>
25	<sup>f</sup> 31.07 <sup>g</sup>	<sup>d</sup> 28.37 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 27.88 <sup>ab</sup>	<sup>d</sup> 28.09 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 27.02 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 27.02 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 31.58 <sup>f</sup>	<sup>d</sup> 31.27 <sup>e</sup>	<sup>e</sup> 30.14 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 29.70 <sup>d</sup>	<sup>c</sup> 29.51 <sup>d</sup>	<sup>cd</sup> 29.47 <sup>d</sup>
30	<sup>g</sup> 31.26 <sup>f</sup>	<sup>e</sup> 28.98 <sup>bc</sup>	<sup>d</sup> 28.46 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 28.64 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 27.26 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 27.26 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 32.14 <sup>f</sup>	<sup>de</sup> 31.53 <sup>f</sup>	<sup>f</sup> 30.41 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 29.70 <sup>d</sup>	<sup>cd</sup> 29.62 <sup>cd</sup>	<sup>d</sup> 29.60 <sup>cd</sup>
35	<sup>g</sup> 31.48 <sup>f</sup>	<sup>e</sup> 29.15 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 28.78 <sup>ab</sup>	<sup>d</sup> 29.07 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 27.61 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 27.61 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 32.31 <sup>h</sup>	<sup>ef</sup> 31.79 <sup>g</sup>	<sup>f</sup> 30.66 <sup>d</sup>	<sup>e</sup> 29.95 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 29.82 <sup>d</sup>	<sup>e</sup> 29.88 <sup>c</sup>
40	<sup>h</sup> 32.01 <sup>f</sup>	<sup>f</sup> 29.65 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 28.79 <sup>ab</sup>	<sup>e</sup> 29.74 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 27.93 <sup>a</sup>	<sup>e</sup> 27.93 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 32.49 <sup>g</sup>	<sup>f</sup> 31.94 <sup>f</sup>	<sup>g</sup> 30.77 <sup>d</sup>	<sup>e</sup> 30.03 <sup>d</sup>	<sup>e</sup> 30.13 <sup>d</sup>	<sup>e</sup> 30.08 <sup>c</sup>
45	<sup>h</sup> 32.47 <sup>f</sup>	<sup>g</sup> 30.06 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 29.29 <sup>ab</sup>	<sup>h</sup> 30.03 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 28.26 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 28.26 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 32.51 <sup>g</sup>	<sup>g</sup> 32.17 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 31.12 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 30.59 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 30.40 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 30.04 <sup>b</sup>
50	<sup>i</sup> 33.12 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 30.37 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 29.53 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 30.50 <sup>bc</sup>	<sup>f</sup> 28.39 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 28.39 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 32.74 <sup>g</sup>	<sup>g</sup> 32.16 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 31.34 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 30.94 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 30.64 <sup>bc</sup>	<sup>f</sup> 30.44 <sup>bc</sup>
55	<sup>jk</sup> 33.36 <sup>f</sup>	<sup>i</sup> 31.18 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 29.94 <sup>bc</sup>	<sup>i</sup> 30.97 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 28.70 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 28.70 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 32.83 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 32.39 <sup>e</sup>	<sup>i</sup> 31.76 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 31.16 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 31.17 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 30.51 <sup>c</sup>
60	<sup>k</sup> 33.51 <sup>h</sup>	<sup>i</sup> 31.35 <sup>cd</sup>	<sup>g</sup> 30.33 <sup>bc</sup>	<sup>h</sup> 31.29 <sup>c</sup>	<sup>h</sup> 28.93 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 28.93 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 32.83 <sup>h</sup>	<sup>h</sup> 32.52 <sup>f</sup>	<sup>j</sup> 32.18 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 31.45 <sup>cd</sup>	<sup>i</sup> 31.54 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 30.70 <sup>b</sup>

①

② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

③ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

อายุการเก็บ (วัน)	ความชื้น						ข้าวแดง 0.50%			
	อุณหภูมิห้อง		อุณหภูมิ 8 °C		อุณหภูมิห้อง		อุณหภูมิ 8 °C		อุณหภูมิ 8 °C	
	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU
0	<sup>a</sup> 25.60 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 25.60 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 25.60 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 25.60 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 25.60 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 25.60 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 29.49 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 29.49 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 29.49 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 29.49 <sup>b</sup>
5	<sup>b</sup> 28.66 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 27.29 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 27.18 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 26.93 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 28.64 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 28.69 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 31.78 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 31.43 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 31.02 <sup>f</sup>	<sup>b</sup> 30.77 <sup>b</sup>
10	<sup>b</sup> 32.15 <sup>e</sup>	<sup>b</sup> 28.96 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 28.41 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 27.42 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 32.31 <sup>e</sup>	<sup>c</sup> 32.27 <sup>e</sup>	<sup>c</sup> 33.00 <sup>i</sup>	<sup>c</sup> 32.63 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 31.89 <sup>f</sup>	<sup>c</sup> 31.37 <sup>c</sup>
15	<sup>c</sup> 28.54 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 26.03 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 29.37 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 28.31 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 33.90 <sup>i</sup>	<sup>d</sup> 33.50 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 34.38 <sup>j</sup>	<sup>d</sup> 34.09 <sup>i</sup>	<sup>d</sup> 33.05 <sup>e</sup>	<sup>d</sup> 32.08 <sup>f</sup>
20	<sup>c</sup> 27.95 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 25.45 <sup>a</sup>	<sup>e</sup> 31.48 <sup>d</sup>	<sup>e</sup> 30.40 <sup>d</sup>	<sup>e</sup> 34.32 <sup>h</sup>	<sup>e</sup> 33.98 <sup>e</sup>	<sup>e</sup> 35.52 <sup>k</sup>	<sup>e</sup> 34.97 <sup>j</sup>	<sup>e</sup> 34.04 <sup>g</sup>	<sup>e</sup> 32.34 <sup>d</sup>
25	<sup>d</sup> 27.29 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 24.82 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 32.83 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 32.53 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 34.71 <sup>f</sup>	<sup>f</sup> 34.23 <sup>h</sup>	<sup>f</sup> 37.16 <sup>l</sup>	<sup>f</sup> 36.62 <sup>h</sup>	<sup>f</sup> 35.04 <sup>g</sup>	<sup>f</sup> 32.82 <sup>d</sup>
30	<sup>d</sup> 26.67 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 23.74 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 34.16 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 33.98 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 35.01 <sup>g</sup>	<sup>g</sup> 34.90 <sup>i</sup>	<sup>g</sup> 38.85 <sup>m</sup>	<sup>g</sup> 37.52 <sup>g</sup>	<sup>g</sup> 35.88 <sup>f</sup>	<sup>g</sup> 33.12 <sup>c</sup>
35	<sup>d</sup> 26.63 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 24.14 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 36.75 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 35.30 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 32.96 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 32.99 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 39.51 <sup>n</sup>	<sup>h</sup> 37.81 <sup>g</sup>	<sup>h</sup> 37.00 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 33.29 <sup>d</sup>
40	<sup>bc</sup> 25.54 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 23.44 <sup>a</sup>	<sup>i</sup> 38.88 <sup>h</sup>	<sup>i</sup> 36.49 <sup>f</sup>	<sup>i</sup> 33.37 <sup>f</sup>	<sup>i</sup> 32.42 <sup>g</sup>	<sup>i</sup> 40.79 <sup>o</sup>	<sup>i</sup> 38.54 <sup>h</sup>	<sup>i</sup> 38.56 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 33.23 <sup>d</sup>
45	<sup>a</sup> 24.97 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 24.43 <sup>a</sup>	<sup>j</sup> 41.44 <sup>i</sup>	<sup>j</sup> 39.34 <sup>g</sup>	<sup>j</sup> 34.38 <sup>g</sup>	<sup>j</sup> 34.26 <sup>h</sup>	<sup>j</sup> 45.57 <sup>p</sup>	<sup>j</sup> 39.12 <sup>i</sup>	<sup>j</sup> 39.85 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 33.37 <sup>d</sup>
50	<sup>bc</sup> 25.45 <sup>b</sup>	<sup>cd</sup> 24.87 <sup>a</sup>	<sup>k</sup> 43.74 <sup>j</sup>	<sup>k</sup> 41.22 <sup>g</sup>	<sup>k</sup> 34.94 <sup>h</sup>	<sup>k</sup> 34.91 <sup>g</sup>	<sup>k</sup> 45.98 <sup>q</sup>	<sup>k</sup> 43.59 <sup>h</sup>	<sup>k</sup> 41.78 <sup>f</sup>	<sup>ij</sup> 33.54 <sup>c</sup>
55	<sup>b</sup> 25.37 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 25.23 <sup>a</sup>	<sup>l</sup> 45.28 <sup>k</sup>	<sup>l</sup> 43.32 <sup>h</sup>	<sup>l</sup> 34.39 <sup>g</sup>	<sup>l</sup> 34.40 <sup>g</sup>	<sup>l</sup> 47.58 <sup>r</sup>	<sup>l</sup> 43.84 <sup>i</sup>	<sup>l</sup> 43.38 <sup>d</sup>	<sup>l</sup> 33.66 <sup>b</sup>
60	<sup>a</sup> 24.85 <sup>a</sup>	<sup>e</sup> 25.33 <sup>b</sup>	<sup>m</sup> 46.75 <sup>l</sup>	<sup>m</sup> 44.41 <sup>i</sup>	<sup>m</sup> 33.34 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 32.72 <sup>e</sup>	<sup>m</sup> 48.84 <sup>s</sup>	<sup>m</sup> 44.13 <sup>j</sup>	<sup>m</sup> 44.41 <sup>e</sup>	<sup>k</sup> 34.10 <sup>c</sup>

① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

②

③ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ 23 ค่า  $\Delta E$  ภายในของผลิตภัณฑ์ชุมชนเชิงเก็บรักษาที่สภาวะต่างๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ควบคุม						ข้าวแดง 0.50%					
	อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C			อุณหภูมิห้อง			อุณหภูมิ 8 °C		
	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา	บรรจุธรรมดา
0	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>
5	<sup>b</sup> 1.34 <sup>f</sup>	<sup>b</sup> 1.22 <sup>f</sup>	<sup>b</sup> 0.73 <sup>de</sup>	<sup>b</sup> 0.82 <sup>e</sup>	<sup>b</sup> 0.58 <sup>d</sup>	<sup>b</sup> 1.65 <sup>g</sup>	<sup>b</sup> 1.52 <sup>g</sup>	<sup>b</sup> 0.32 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 0.29 <sup>bc</sup>	<sup>b</sup> 0.14 <sup>ab</sup>	<sup>b</sup> 0.07 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 0.07 <sup>a</sup>
10	<sup>c</sup> 2.78 <sup>f</sup>	<sup>c</sup> 2.12 <sup>e</sup>	<sup>c</sup> 1.02 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 1.26 <sup>d</sup>	<sup>c</sup> 0.84 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 2.04 <sup>e</sup>	<sup>c</sup> 1.97 <sup>e</sup>	<sup>c</sup> 0.49 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 0.45 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 0.21 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 0.16 <sup>a</sup>	<sup>bc</sup> 0.16 <sup>a</sup>
15	<sup>d</sup> 3.57 <sup>f</sup>	<sup>d</sup> 3.38 <sup>f</sup>	<sup>d</sup> 1.44 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 1.70 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 1.32 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 2.26 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 2.15 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 0.64 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 0.57 <sup>b</sup>	<sup>d</sup> 0.27 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 0.22 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 0.22 <sup>a</sup>
20	<sup>e</sup> 4.67 <sup>h</sup>	<sup>e</sup> 4.25 <sup>g</sup>	<sup>e</sup> 2.37 <sup>f</sup>	<sup>e</sup> 2.49 <sup>e</sup>	<sup>e</sup> 1.85 <sup>d</sup>	<sup>e</sup> 2.79 <sup>f</sup>	<sup>e</sup> 2.61 <sup>ef</sup>	<sup>e</sup> 0.79 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 0.69 <sup>bc</sup>	<sup>e</sup> 0.47 <sup>ab</sup>	<sup>e</sup> 0.38 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 0.38 <sup>a</sup>
25	<sup>f</sup> 5.99 <sup>h</sup>	<sup>f</sup> 5.17 <sup>f</sup>	<sup>f</sup> 3.08 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 3.39 <sup>e</sup>	<sup>f</sup> 2.03 <sup>cd</sup>	<sup>f</sup> 3.20 <sup>de</sup>	<sup>f</sup> 3.10 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 0.92 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 0.82 <sup>bc</sup>	<sup>f</sup> 0.63 <sup>ab</sup>	<sup>f</sup> 0.48 <sup>a</sup>	<sup>de</sup> 0.48 <sup>a</sup>
30	<sup>g</sup> 6.87 <sup>g</sup>	<sup>g</sup> 5.35 <sup>f</sup>	<sup>g</sup> 4.23 <sup>e</sup>	<sup>g</sup> 3.66 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 2.65 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 3.55 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 3.51 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 1.06 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 0.96 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 0.71 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 0.58 <sup>a</sup>	<sup>e</sup> 0.58 <sup>a</sup>
35	<sup>h</sup> 7.24 <sup>h</sup>	<sup>h</sup> 6.06 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 4.52 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 3.69 <sup>c</sup>	<sup>h</sup> 3.25 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 3.78 <sup>c</sup>	<sup>h</sup> 3.70 <sup>c</sup>	<sup>h</sup> 1.25 <sup>c</sup>	<sup>h</sup> 1.13 <sup>bc</sup>	<sup>h</sup> 0.85 <sup>ab</sup>	<sup>h</sup> 0.73 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 0.73 <sup>a</sup>
40	<sup>i</sup> 7.46 <sup>f</sup>	<sup>i</sup> 6.99 <sup>e</sup>	<sup>i</sup> 4.90 <sup>d</sup>	<sup>i</sup> 4.70 <sup>d</sup>	<sup>i</sup> 3.92 <sup>b</sup>	<sup>i</sup> 3.96 <sup>b</sup>	<sup>i</sup> 3.87 <sup>b</sup>	<sup>i</sup> 1.40 <sup>b</sup>	<sup>i</sup> 1.33 <sup>b</sup>	<sup>i</sup> 0.95 <sup>a</sup>	<sup>i</sup> 0.87 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 0.87 <sup>a</sup>
45	<sup>j</sup> 7.63 <sup>f</sup>	<sup>j</sup> 7.06 <sup>e</sup>	<sup>j</sup> 5.12 <sup>d</sup>	<sup>j</sup> 5.09 <sup>d</sup>	<sup>j</sup> 4.06 <sup>b</sup>	<sup>j</sup> 4.18 <sup>c</sup>	<sup>j</sup> 4.10 <sup>c</sup>	<sup>j</sup> 1.61 <sup>b</sup>	<sup>j</sup> 1.51 <sup>b</sup>	<sup>j</sup> 1.12 <sup>a</sup>	<sup>j</sup> 0.99 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 0.99 <sup>a</sup>
50	<sup>k</sup> 7.78 <sup>f</sup>	<sup>k</sup> 7.21 <sup>e</sup>	<sup>k</sup> 5.38 <sup>d</sup>	<sup>k</sup> 5.13 <sup>d</sup>	<sup>k</sup> 4.30 <sup>b</sup>	<sup>k</sup> 4.39 <sup>c</sup>	<sup>k</sup> 4.32 <sup>c</sup>	<sup>k</sup> 1.81 <sup>b</sup>	<sup>k</sup> 1.71 <sup>b</sup>	<sup>k</sup> 1.37 <sup>a</sup>	<sup>k</sup> 1.17 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 1.17 <sup>a</sup>
55	<sup>l</sup> 7.96 <sup>h</sup>	<sup>l</sup> 7.40 <sup>e</sup>	<sup>l</sup> 5.64 <sup>d</sup>	<sup>l</sup> 5.26 <sup>c</sup>	<sup>l</sup> 4.56 <sup>b</sup>	<sup>l</sup> 4.55 <sup>d</sup>	<sup>l</sup> 4.52 <sup>d</sup>	<sup>l</sup> 2.03 <sup>c</sup>	<sup>l</sup> 1.95 <sup>c</sup>	<sup>l</sup> 1.53 <sup>b</sup>	<sup>l</sup> 1.28 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 1.28 <sup>a</sup>
60	<sup>m</sup> 8.10 <sup>i</sup>	<sup>m</sup> 7.51 <sup>h</sup>	<sup>m</sup> 5.86 <sup>d</sup>	<sup>m</sup> 5.39 <sup>c</sup>	<sup>m</sup> 4.92 <sup>b</sup>	<sup>m</sup> 4.69 <sup>d</sup>	<sup>m</sup> 4.62 <sup>d</sup>	<sup>m</sup> 2.27 <sup>c</sup>	<sup>m</sup> 2.16 <sup>c</sup>	<sup>m</sup> 1.67 <sup>b</sup>	<sup>m</sup> 1.42 <sup>a</sup>	<sup>i</sup> 1.42 <sup>a</sup>

① ② ③ ④  
 ① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )  
 ② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

ตารางที่ ง24 ค่า  $\Delta E$  ภายนอกของผลิตภัณฑ์ขนมเชิงเก็บรักษาที่สภาวะต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 60 วัน

อายุการเก็บ (วัน)	ความคม											
	อุณหภูมิห้อง						อุณหภูมิ 8 °C					
	บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ		บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ		บรรจุธรรมดา		บรรจุสุญญากาศ	
	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU
0	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>	<sup>a</sup> 0 <sup>a</sup>
5	<sup>b</sup> 3.58 <sup>i</sup>	<sup>b</sup> 2.27 <sup>h</sup>	<sup>b</sup> 1.23 <sup>c</sup>	<sup>b</sup> 0.73 <sup>abc</sup>	<sup>b</sup> 0.91 <sup>de</sup>	<sup>b</sup> 0.63 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 1.78 <sup>g</sup>	<sup>b</sup> 1.50 <sup>f</sup>	<sup>b</sup> 0.82 <sup>cd</sup>	<sup>b</sup> 0.69 <sup>ab</sup>	<sup>b</sup> 0.63 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 0.63 <sup>a</sup>
10	<sup>c</sup> 4.61 <sup>h</sup>	<sup>c</sup> 4.45 <sup>h</sup>	<sup>c</sup> 1.91 <sup>d</sup>	<sup>c</sup> 1.13 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 2.22 <sup>e</sup>	<sup>c</sup> 0.91 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 3.37 <sup>g</sup>	<sup>c</sup> 2.99 <sup>f</sup>	<sup>c</sup> 1.33 <sup>c</sup>	<sup>c</sup> 1.24 <sup>bc</sup>	<sup>c</sup> 0.87 <sup>a</sup>	<sup>c</sup> 0.87 <sup>a</sup>
15	<sup>d</sup> 5.09 <sup>j</sup>	<sup>d</sup> 4.66 <sup>i</sup>	<sup>d</sup> 3.08 <sup>g</sup>	<sup>d</sup> 1.53 <sup>bc</sup>	<sup>d</sup> 2.75 <sup>f</sup>	<sup>d</sup> 1.41 <sup>ab</sup>	<sup>d</sup> 4.50 <sup>i</sup>	<sup>d</sup> 3.76 <sup>h</sup>	<sup>d</sup> 1.95 <sup>d</sup>	<sup>d</sup> 1.71 <sup>c</sup>	<sup>d</sup> 1.27 <sup>a</sup>	<sup>d</sup> 1.27 <sup>a</sup>
20	<sup>e</sup> 5.93 <sup>k</sup>	<sup>e</sup> 5.49 <sup>j</sup>	<sup>e</sup> 3.75 <sup>f</sup>	<sup>e</sup> 2.58 <sup>d</sup>	<sup>e</sup> 3.27 <sup>e</sup>	<sup>e</sup> 1.97 <sup>b</sup>	<sup>e</sup> 4.95 <sup>i</sup>	<sup>e</sup> 3.99 <sup>h</sup>	<sup>e</sup> 2.68 <sup>de</sup>	<sup>e</sup> 2.81 <sup>c</sup>	<sup>e</sup> 1.38 <sup>a</sup>	<sup>e</sup> 1.38 <sup>a</sup>
25	<sup>f</sup> 6.34 <sup>h</sup>	<sup>f</sup> 5.97 <sup>g</sup>	<sup>f</sup> 4.46 <sup>e</sup>	<sup>f</sup> 3.04 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 3.52 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 2.48 <sup>b</sup>	<sup>f</sup> 5.57 <sup>i</sup>	<sup>f</sup> 4.61 <sup>f</sup>	<sup>f</sup> 3.38 <sup>d</sup>	<sup>f</sup> 3.16 <sup>c</sup>	<sup>f</sup> 1.69 <sup>a</sup>	<sup>f</sup> 1.69 <sup>a</sup>
30	<sup>g</sup> 7.33 <sup>h</sup>	<sup>g</sup> 6.95 <sup>g</sup>	<sup>g</sup> 5.53 <sup>e</sup>	<sup>g</sup> 3.56 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 4.02 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 2.89 <sup>b</sup>	<sup>g</sup> 6.07 <sup>i</sup>	<sup>g</sup> 5.54 <sup>f</sup>	<sup>g</sup> 3.93 <sup>d</sup>	<sup>g</sup> 3.38 <sup>c</sup>	<sup>g</sup> 1.84 <sup>a</sup>	<sup>g</sup> 1.84 <sup>a</sup>
35	<sup>h</sup> 7.52 <sup>j</sup>	<sup>h</sup> 7.07 <sup>i</sup>	<sup>h</sup> 6.23 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 4.02 <sup>d</sup>	<sup>h</sup> 4.79 <sup>f</sup>	<sup>h</sup> 3.31 <sup>b</sup>	<sup>h</sup> 6.35 <sup>h</sup>	<sup>h</sup> 5.85 <sup>g</sup>	<sup>h</sup> 4.21 <sup>e</sup>	<sup>h</sup> 3.76 <sup>c</sup>	<sup>h</sup> 1.96 <sup>a</sup>	<sup>h</sup> 1.96 <sup>a</sup>
40	<sup>i</sup> 7.72 <sup>j</sup>	<sup>i</sup> 7.53 <sup>j</sup>	<sup>i</sup> 7.03 <sup>h</sup>	<sup>i</sup> 4.54 <sup>e</sup>	<sup>i</sup> 5.37 <sup>f</sup>	<sup>i</sup> 3.74 <sup>b</sup>	<sup>i</sup> 6.87 <sup>h</sup>	<sup>i</sup> 6.19 <sup>g</sup>	<sup>i</sup> 4.57 <sup>f</sup>	<sup>i</sup> 4.20 <sup>d</sup>	<sup>i</sup> 2.11 <sup>a</sup>	<sup>i</sup> 2.11 <sup>a</sup>
45	<sup>j</sup> 7.95 <sup>j</sup>	<sup>j</sup> 7.78 <sup>k</sup>	<sup>j</sup> 7.43 <sup>h</sup>	<sup>j</sup> 5.23 <sup>d</sup>	<sup>j</sup> 5.99 <sup>f</sup>	<sup>j</sup> 4.43 <sup>b</sup>	<sup>j</sup> 7.32 <sup>h</sup>	<sup>j</sup> 7.02 <sup>g</sup>	<sup>j</sup> 5.83 <sup>f</sup>	<sup>j</sup> 4.59 <sup>e</sup>	<sup>j</sup> 2.24 <sup>a</sup>	<sup>j</sup> 2.24 <sup>a</sup>
50	<sup>k</sup> 8.33 <sup>j</sup>	<sup>k</sup> 8.37 <sup>k</sup>	<sup>k</sup> 7.57 <sup>h</sup>	<sup>k</sup> 5.62 <sup>e</sup>	<sup>k</sup> 6.30 <sup>f</sup>	<sup>k</sup> 4.87 <sup>b</sup>	<sup>k</sup> 7.76 <sup>h</sup>	<sup>k</sup> 7.46 <sup>h</sup>	<sup>k</sup> 6.02 <sup>f</sup>	<sup>k</sup> 5.06 <sup>c</sup>	<sup>k</sup> 2.37 <sup>a</sup>	<sup>k</sup> 2.37 <sup>a</sup>
55	<sup>l</sup> 8.58 <sup>h</sup>	<sup>l</sup> 8.60 <sup>h</sup>	<sup>l</sup> 7.63 <sup>f</sup>	<sup>l</sup> 6.01 <sup>e</sup>	<sup>l</sup> 6.71 <sup>f</sup>	<sup>l</sup> 5.43 <sup>b</sup>	<sup>l</sup> 7.99 <sup>g</sup>	<sup>l</sup> 7.82 <sup>g</sup>	<sup>l</sup> 6.33 <sup>d</sup>	<sup>l</sup> 5.44 <sup>b</sup>	<sup>l</sup> 2.45 <sup>a</sup>	<sup>l</sup> 2.45 <sup>a</sup>
60	<sup>m</sup> 8.99 <sup>j</sup>	<sup>m</sup> 8.83 <sup>i</sup>	<sup>m</sup> 8.15 <sup>g</sup>	<sup>m</sup> 6.31 <sup>d</sup>	<sup>m</sup> 6.93 <sup>f</sup>	<sup>m</sup> 5.89 <sup>c</sup>	<sup>m</sup> 8.36 <sup>h</sup>	<sup>m</sup> 8.21 <sup>g</sup>	<sup>m</sup> 6.67 <sup>e</sup>	<sup>m</sup> 5.66 <sup>b</sup>	<sup>m</sup> 2.65 <sup>a</sup>	<sup>m</sup> 2.65 <sup>a</sup>

- ① ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )  
 ② ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$ )

## ภาคผนวก จ

ตารางที่ จ1 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์ไส้กรองรวมคว้นสูตรควบคุมเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

SOV	df	P – value											
		ความชื้น	a <sub>w</sub>	L(in)	L(out)	a(in)	a(out)	b(in)	b(out)	H(in)	H(out)	E(in)	E(out)
A	1	.000	.166	.000	.366	.002	.034	.165	.001	.000	.000	.000	.000
B	1	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
C	10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
A×B	1	.000	.713	.050	.005	.480	.020	.374	.729	.646	.009	.005	.000
A×C	10	.000	.839	.686	.833	.042	.894	1.000	.975	.000	.249	.000	.000
B×C	10	.000	.001	.000	.000	.000	.000	.865	.296	.000	.000	.000	.000
A×B×C	10	.139	.827	.984	.508	.946	.967	1.000	1.000	.335	.915	.082	.000

ตารางที่ จ2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์ไส้กรองรวมคว้นสูตรที่ใช้ข้าวแดง ร้อยละ 0.50 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 30 วัน

SOV	df	P – value											
		ความชื้น	a <sub>w</sub>	L(in)	L(out)	a(in)	a(out)	b(in)	b(out)	H(in)	H(out)	E(in)	E(out)
A	1	.001	.691	.005	.000	.068	.067	.204	.000	.009	.000	.000	.000
B	1	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.035	.000	.000	.000	.000	.000
C	10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
A×B	1	.042	.304	.130	.007	.362	.814	.847	.935	.615	.716	.000	.000
A×C	10	.371	.999	.048	.020	.996	.997	1.000	.532	.991	.228	.000	.000
B×C	10	.000	.696	.000	.000	.001	.140	.906	.147	.003	.000	.000	.000
A×B×C	10	.796	.996	.117	.828	.992	1.000	.985	.995	.801	.997	.000	.000

หมายเหตุ : A คือ สภาพการบรรจุ

B คือ ภาชนะบรรจุ

C คือ อายุการเก็บ

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P \leq 0.05$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ จ3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์กุ้งเชิงสูตรควบคุมเก็บรักษาที่ อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน

SOV	df	P - value											
		ความชื้น	a <sub>w</sub>	L(in)	L(out)	a(in)	a(out)	b(in)	b(out)	H(in)	H(out)	E(in)	E(out)
A	1	.000	.028	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.000	.000	.000	.000
B	1	.000	.015	.000	.000	.000	.000	.177	.100	.000	.000	.000	.000
C	12	.000	.765	.000	.000	.000	.000	.006	.000	.000	.000	.000	.000
A×B	1	.061	.034	.000	.000	.038	.001	.000	.570	.000	.015	.000	.000
A×C	12	.000	.993	.000	.001	.008	.000	.631	.047	.000	.000	.000	.000
B×C	12	.002	.987	.000	.000	.128	.016	.149	.178	.000	.000	.000	.000
A×B×C	12	.074	.992	.003	.002	.530	.104	.652	.386	.000	.000	.005	.000

ตารางที่ จ4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลิตภัณฑ์กุ้งเชิงสูตรที่ใช้ข้าวแดงร้อยละ 0.50 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 วัน

SOV	df	P - value											
		ความชื้น	a <sub>w</sub>	L(in)	L(out)	a(in)	a(out)	b(in)	b(out)	H(in)	H(out)	E(in)	E(out)
A	1	.000	.264	.065	.000	.002	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000
B	1	.000	.171	.000	.000	.000	.004	.102	.000	.000	.000	.000	.000
C	10	.000	.554	.000	.000	.000	.000	.023	.006	.000	.000	.000	.000
A×B	1	.000	.822	.757	.001	.706	.080	.002	.000	.000	.007	.184	.000
A×C	10	.223	1.000	1.000	.000	.897	.010	.909	.075	.000	.176	.670	.000
B×C	10	.103	1.000	.120	.000	.032	.006	.997	.168	.000	.001	.000	.000
A×B×C	10	.909	1.000	1.000	.000	.827	.072	.974	.708	.000	.068	.991	.000

หมายเหตุ : A คือ สภาพการบรรจุ

B คือ ภาชนะบรรจุ

C คือ อายุการเก็บ

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P \leq 0.05$ )

## ภาคผนวก ฉ

ตารางที่ ฉ1 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ไส้กรองรวมคว้น บรรจุในสถานะ  
บรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (โคโลนีต่อกรัม)

อายุการเก็บรักษา (วัน)	ควบคุม		ข้าวแดง 0.50 %	
	PP	ALU	PP	ALU
0	0	0	0	0
3	$2.1 \times 10^2$	$1.9 \times 10^2$	$2.2 \times 10^2$	$2.3 \times 10^2$
6	$1.9 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$2.1 \times 10^3$	$2.2 \times 10^3$
9	$2.5 \times 10^3$	$2.6 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.7 \times 10^3$
12	$7.1 \times 10^3$	$6.9 \times 10^3$	$7.5 \times 10^3$	$7.3 \times 10^3$
15	$9.0 \times 10^3$	$8.9 \times 10^3$	$9.6 \times 10^3$	$9.5 \times 10^3$
18	$4.3 \times 10^4$	$4.5 \times 10^4$	$4.8 \times 10^4$	$4.7 \times 10^4$
21	$5.8 \times 10^4$	$5.9 \times 10^4$	$6.0 \times 10^4$	$6.1 \times 10^4$
24	$2.1 \times 10^5$	$2.5 \times 10^5$	$2.7 \times 10^5$	$2.6 \times 10^5$
27	$1.5 \times 10^6$	$1.3 \times 10^6$	$1.8 \times 10^6$	$1.6 \times 10^6$
30	$7.3 \times 10^6$	$7.0 \times 10^6$	$7.8 \times 10^6$	$7.6 \times 10^6$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑๒ แสดงปริมาณแอนแอโรบิกแบคทีเรียของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกรมควัน บรรจุในสภาวะ  
สุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส (โคโลนีต่อกรัม)

อายุการเก็บรักษา (วัน)	ควบคุม		ข้าวแดง 0.50 %	
	PP	ALU	PP	ALU
0	0	0	0	0
3	$1.2 \times 10^2$	$1.1 \times 10^2$	$1.5 \times 10^2$	$1.3 \times 10^2$
6	$6.6 \times 10^2$	$6.3 \times 10^2$	$6.8 \times 10^2$	$6.9 \times 10^2$
9	$9.4 \times 10^2$	$9.5 \times 10^2$	$9.7 \times 10^2$	$9.6 \times 10^2$
12	$2.8 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$3.4 \times 10^3$	$3.2 \times 10^3$
15	$9.0 \times 10^3$	$8.9 \times 10^3$	$9.6 \times 10^3$	$9.5 \times 10^3$
18	$1.3 \times 10^4$	$1.1 \times 10^4$	$1.7 \times 10^4$	$1.6 \times 10^4$
21	$3.5 \times 10^4$	$3.1 \times 10^4$	$3.8 \times 10^4$	$3.4 \times 10^4$
24	$4.2 \times 10^4$	$3.9 \times 10^4$	$5.1 \times 10^4$	$5.2 \times 10^4$
27	$7.2 \times 10^5$	$7.1 \times 10^5$	$7.7 \times 10^5$	$7.5 \times 10^5$
30	$1.8 \times 10^6$	$1.7 \times 10^6$	$2.2 \times 10^6$	$2.1 \times 10^6$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓3 แสดงปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง บรรจุในสภาวะบรรยากาศปกติ ที่อุณหภูมิห้อง และ 8 องศาเซลเซียส (โคโลนีต่อกรัม)

ระยะเวลา (วัน)	ควบคุม				ข้าวแดง 0.50 %			
	อุณหภูมิห้อง		อุณหภูมิ 8 °C		อุณหภูมิห้อง		อุณหภูมิ 8 °C	
	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU	PP	ALU
0	$7.0 \times 10^3$	$7.0 \times 10^3$	$7.0 \times 10^3$	$7.0 \times 10^3$	$7.2 \times 10^3$	$7.2 \times 10^3$	$7.2 \times 10^3$	$7.2 \times 10^3$
5	$7.1 \times 10^3$	$7.0 \times 10^3$	$7.3 \times 10^3$	$7.2 \times 10^3$	$7.2 \times 10^3$	$7.3 \times 10^3$	$7.4 \times 10^3$	$7.4 \times 10^3$
10	$6.5 \times 10^3$	$6.4 \times 10^3$	$7.4 \times 10^3$	$7.4 \times 10^3$	$6.8 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$7.5 \times 10^3$	$7.5 \times 10^3$
15	$3.8 \times 10^3$	$3.2 \times 10^3$	$7.5 \times 10^3$	$7.5 \times 10^3$	$3.7 \times 10^3$	$3.4 \times 10^3$	$7.6 \times 10^3$	$7.6 \times 10^3$
20	$1.5 \times 10^3$	$1.3 \times 10^3$	$7.6 \times 10^3$	$7.6 \times 10^3$	$1.7 \times 10^3$	$1.5 \times 10^3$	$7.7 \times 10^3$	$7.7 \times 10^3$
25	$1.3 \times 10^3$	$1.2 \times 10^3$	$7.7 \times 10^3$	$7.7 \times 10^3$	$1.3 \times 10^3$	$1.2 \times 10^3$	$8.1 \times 10^3$	$8.1 \times 10^3$
30	$1.2 \times 10^3$	$1.1 \times 10^3$	$7.8 \times 10^3$	$7.9 \times 10^3$	$1.2 \times 10^3$	$1.1 \times 10^3$	$8.2 \times 10^3$	$8.2 \times 10^3$
35	$9.8 \times 10^2$	$9.1 \times 10^2$	$8.0 \times 10^3$	$8.0 \times 10^3$	$9.9 \times 10^2$	$9.2 \times 10^2$	$8.3 \times 10^3$	$8.3 \times 10^3$
40	$8.7 \times 10^2$	$8.3 \times 10^2$	$8.2 \times 10^3$	$8.1 \times 10^3$	$9.2 \times 10^2$	$9.3 \times 10^2$	$8.4 \times 10^3$	$8.4 \times 10^3$
45	$5.1 \times 10^2$	$4.9 \times 10^2$	$8.4 \times 10^3$	$8.2 \times 10^3$	$5.5 \times 10^2$	$5.2 \times 10^2$	$8.4 \times 10^3$	$8.4 \times 10^3$
50	$3.8 \times 10^2$	$3.7 \times 10^2$	$8.4 \times 10^3$	$8.3 \times 10^3$	$3.8 \times 10^2$	$3.8 \times 10^2$	$8.5 \times 10^3$	$8.5 \times 10^3$
55	$3.5 \times 10^2$	$3.4 \times 10^2$	$8.5 \times 10^3$	$8.3 \times 10^3$	$3.6 \times 10^2$	$3.9 \times 10^2$	$8.5 \times 10^3$	$8.6 \times 10^3$
60	$3.1 \times 10^2$	$3.2 \times 10^2$	$8.5 \times 10^3$	$8.3 \times 10^3$	$3.5 \times 10^2$	$3.4 \times 10^2$	$8.6 \times 10^3$	$8.5 \times 10^3$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑๔ แสดงปริมาณแอนโอมิกแบคที่เรียของผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง บรรจุในสภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 8 องศาเซลเซียส (โคโลนีต่อกรัม)

ระยะเวลา ( วัน )	ควบคุม		ข้าวแดง 0.50 %	
	PP	ALU	PP	ALU
0	$2.0 \times 10^2$	$2.0 \times 10^2$	$2.1 \times 10^2$	$2.1 \times 10^2$
5	$2.0 \times 10^2$	$2.0 \times 10^2$	$2.1 \times 10^2$	$2.2 \times 10^2$
10	$2.2 \times 10^2$	$2.1 \times 10^2$	$2.2 \times 10^2$	$2.3 \times 10^2$
15	$2.0 \times 10^2$	$2.2 \times 10^2$	$2.2 \times 10^2$	$2.4 \times 10^2$
20	$2.3 \times 10^2$	$2.3 \times 10^2$	$2.1 \times 10^2$	$2.2 \times 10^2$
25	$2.3 \times 10^2$	$2.1 \times 10^2$	$2.3 \times 10^2$	$2.2 \times 10^2$
30	$2.2 \times 10^2$	$2.2 \times 10^2$	$2.5 \times 10^2$	$2.5 \times 10^2$
35	$2.3 \times 10^2$	$2.3 \times 10^2$	$2.6 \times 10^2$	$2.5 \times 10^2$
40	$2.4 \times 10^2$	$2.4 \times 10^2$	$2.6 \times 10^2$	$2.5 \times 10^2$
45	$2.6 \times 10^2$	$2.5 \times 10^2$	$2.7 \times 10^2$	$2.6 \times 10^2$
50	$2.5 \times 10^2$	$2.3 \times 10^2$	$2.8 \times 10^2$	$2.7 \times 10^2$
55	$2.6 \times 10^2$	$2.5 \times 10^2$	$3.0 \times 10^2$	$2.8 \times 10^2$
60	$2.7 \times 10^2$	$2.7 \times 10^2$	$3.1 \times 10^2$	$3.0 \times 10^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

นางสาวสุภาวดี อินทร์เขียว เกิดเมื่อวันที่ 19 สิงหาคม พ.ศ. 2521 ที่จังหวัดลำปาง สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร จาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2543 และในปีการศึกษา 2543 ได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้