สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การผลิตข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

PRODUCTION OF INSTANT *KAO NIEW MUNE* (GLUTINOUS RICE WITH COCONUT MILK)

T110599

ปรีหทัย บุญอากาศ

PREEHATAI BOONARGAS

TW.
ว/474ก
เลขหมู่ 2553
เลขทะเบียน 110599
วัน,เดือน,ปี - 9 ก.ค. 2553
b 12257731
i

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2553
KMITL-2010-AI-M-055-085

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การผลิตข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

PRODUCTION OF INSTANT *KAO NIEW MUNE* (GLUTINOUS RICE WITH COCONUT MILK)

T110599

ปรีหทัย บุญอากาศ

PREEHATAI BOONARGAS

วพ.
ป474ก
สขหมู่ 2553
เลขทะเบียน 110599
วัน,เดือน,ปี - 9 ก.ค. 2553

b. 12252731
i.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2553
KMITL-2010-AI-M-055-085

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRODUCTION OF DRY INSTANT *KAO NIEW MUNE* (GLUTINOUS RICE WITH COCONUT MILK)

PREEHATAI BOONARGAS

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD CATERING TECHNOLOGY

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2010

KMITL-2010-AI-M-055-085

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRODUCTION OF DRY INSTANT *KAO NIEW MUNE* (GLUTINOUS RICE WITH COCONUT MILK)

PREEHATAI BOONARGAS

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD CATERING TECHNOLOGY

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2010

KMITL-2010-AI-M-055-085

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2010

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การผลิตข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

Production of Instant *Kao Niew Mune* (Glutinous Rice with Coconut Milk)

ชื่อนักศึกษา นางสาวปรีหทัย บุญอากาศ

รหัสประจำตัว 48068601

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์	
ผศ.ดร.พอใจ ถามากร	
ดร.กัลยาณี เต็งพงศธร	
รศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ	

วัน / เดือน/ ปีที่สอบ 11 พฤษภาคม 2553 เวลา 09.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง A 303 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณ) ตั้งเจริญชัย)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 7 **เดือน** มิ.ย. **พ.ศ.** 53

สำนักทะเบียนและประมวลผล สจล.
วันที่ส่งเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์
วันที่ 7 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 2553
ลงชื่อ.....

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การผลิตข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป
ชื่อนักศึกษา	นางสาวปรีหทัย บุญอากาศ
รหัสประจำตัว	48068601
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
พ.ศ.	2553
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ การศึกษาลักษณะที่ดีของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป ศึกษาปริมาณไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวอบแห้ง จากนั้นพัฒนาผลิตข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป และศึกษาสภาวะและอายุการเก็บรักษาข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป จากการศึกษาลักษณะสำคัญของข้าวเหนียวมูนที่ดี พบว่าเมล็ดข้าวควรมีลักษณะเรียวยาวเต็มเมล็ด มีความเงาใส เมล็ดไม่บาน ไม่หัก ไม่เละ มีความมันเงาจากน้ำกะทิ และไม่เป็นคราบขาวที่เมล็ด เนื้อสัมผัสต้องไม่นิ่มหรือแข็งจนเกินไป เหนียวนุ่ม เมล็ดไม่เกาะตัวกันเป็นก้อนมากเกินไป และต้องมีรสชาติดี เมื่อศึกษาปริมาณส่วนผสม พบว่าการใช้ปริมาณข้าวเหนียว 168 กรัม กะทิ 52.5 กรัม น้ำตาล 45 กรัม เกลือ 2.5 กรัมเป็นสัดส่วนที่เหมาะสมสำหรับนำไปพัฒนาเป็นข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป จากการศึกษาส่วนประกอบแห้งโดยคำนวณให้มีปริมาณของแข็งขององค์ประกอบเท่ากัน พบว่าข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปที่เหมาะสมประกอบด้วย ข้าวเหนียวอบแห้ง 92.14 กรัม กะทิผง 10.19 กรัม น้ำตาล 45 กรัม เกลือ 2.5 กรัม เนื่องจากเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวอบแห้งหลังจากคืนรูปยังไม่ดีนัก จึงมีการศึกษาการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวอบแห้งโดยใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต โดยการแช่ในสารละลายที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05 อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสม การใช้ความเข้มข้นของสารละลายสูงขึ้นมีผลทำให้เมล็ดข้าวมีสีเหลืองและผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสไม่ยอมรับ เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปที่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้แช่ โดยเก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ที่อุณหภูมิห้อง (30±3 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 4 เดือน พบว่าตัวอย่างทั้งหมดมีค่าความชื้น ค่า TBA และค่าสีเหลือง เพิ่มขึ้น แต่ค่าความเหนียว และสัดส่วนการคืนรูปลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรามีค่าน้อยกว่าค่ากำหนดในมาตรฐาน ข้าวเหนียวที่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตได้คะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านลักษณะเมล็ดข้าว ความเหนียวนุ่ม รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงกว่าข้าวที่ไม่แช่ไตรโซเดียม ออร์โทฟอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Production of Instant *Kao Niew Mune* (Glutinous Rice with Coconut Milk)
Student	Miss Preehatai Boonargas
Student ID.	48068601
Degree	Master of Science
Program	Technology of Food Catering
Year	2010
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Kittiphong Huangrak

ABSTRACT

The objectives of this research were to study on important characteristics of *Kao Niew Mune*, on optimum amount of trisodiumorthophosphate to improve the texture of dried glutinous rice, then instant *Kao Niew Mune* was develop and its shelf life was studied. From the study on important characteristics of *Kao Niew Mune*, the result showed that glutinous rice kernel should be long, full, transparent, shiny from coconut milk without the white stain. The texture of rice should neither too soft nor too hard, tender, and rice kernel should not too much stick together and had good taste. It was also found that the product should contain 168 g glutinous rice, 52.5 g coconut milk, 45 g sugar, and 2.5 g salt. This proportion should be used in further experiment. After calculating the amount of dried ingredient of same dry basis, dried instant glutinous rice with coconut milk consisted of 92.14 g. dried glutinous rice, 10.19 g coconut milk power, 45 g sugar, and 2.5 g salt. Because the texture of rehydrated products was still not good, therefore trisodiumorthrophosphate was used to improve the texture. It was found that soaking the rice in 0.05 % solution at 90°C 40 minute was the optimum condition. Higher concentration made the rice more yellow which was not accepted from sensory panels. From the study on changing during storage of dried instant glutinous rice with coconut milk soaking in trisodiumorthrophosphate solution packed in aluminum foil laminated bag comparing with non-soaking samples at room temperature (30±3°C) for 4 months, it could be seen that with the increasing time, moisture content, thiobarbituric value (TBA) and yellowness of product increased while stickiness and rehydration ratio decreased. The total plate count and also yeast and mold value were less than values from the standard. Soaked samples got higher sensory evaluation score of rice appearance, soft, taste and overall liking than unsoaked samples.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาโทของสาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาและข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ ผศ.ดร.พอใจ ถามากร รศ.ดร.ระติพร เรือนหากิจ และดร.กัลยาณี เต็งพงศธร กรรมการสอบหัวข้อวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะ และจนในที่สุดทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบคุณ ผศ.อภิรัติ โสพัศ ผศ.พจนีย์ บุญนา ผศ.สมคิด ชมสุข ผศ.อภิญญา มานะโรจน์ อ.วไลภรณ์ สุทธา อ.วันดี ณ สงขลา อ.นวลเพ็ญ ธรรมษา อ.ขนิษฐา แก้วสุพรรณ อ.อุไรรัตน์ พืชสิงห์ และ อ.จุฑาภรณ์ ชนถ ที่ได้ให้ข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างการทำงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณดร.ธงชัย พุฒทองศิริ เจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ เจ้าหน้าที่ช่างเทคนิค และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ช่วยเหลืองานวิจัยนี้

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

ปรีหทัย บุญอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....IV

สารบัญ..... V

สารบัญตาราง.....VIII

สารบัญภาพ..... X

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับข้าว.....3

2.1.1 ข้าวเหนียว.....3

2.1.2 โครงสร้างทางกายภาพของเมล็ดข้าว.....4

2.1.3 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าว.....5

2.1.4 องค์ประกอบที่ทำให้คุณภาพของข้าวสุกแตกต่างกัน.....8

2.1.5 ข้าวกึ่งสำเร็จรูป.....11

2.1.6 กระบวนการผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูป.....12

2.2 สารประกอบฟอสเฟต.....12

2.2.1 ประโยชน์ของสารประกอบฟอสเฟตที่มีต่อวงการอุตสาหกรรม.....13

2.2.2 สารประกอบฟอสเฟตที่นิยมใช้ในอาหาร.....12

2.2.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไตรโซเดียมฟอสเฟต สำหรับอุตสาหกรรม.....13

2.3 กะทิผง.....14

2.4 เทคโนโลยีการผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูป.....15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 การทำแห้ง....20
2.5.1 ผลของการทำแห้งต่ออาหาร....21
2.5.2 สภาวะแวดล้อมในการเก็บรักษาอาหารแห้ง....21
2.5.3 คุณภาพของเมล็ดพืชกับการอบแห้ง....22

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง....23
3.1 เครื่องมือ....23
3.2 วัตถุดิบ....23
3.3 สารเคมี....23
3.4 อุปกรณ์....24
3.5 วิธีการดำเนินงาน....24

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์....28
4.1 การศึกษาลักษณะสำคัญของข้าวเหนียวมูน....28
4.2 การศึกษาส่วนผสมของข้าวเหนียวมูนที่เหมาะสม....28
4.3 การคำนวณเพื่อปรับส่วนผสมให้เป็นข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป....30
4.4 ศึกษาปริมาณไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่เหมาะสมในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวอบแห้งเมื่อคืนรูป....31
4.5 ศึกษาสภาวะการเก็บรักษาข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป....36

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ....48

บรรณานุกรม....50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก

ก การวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ.....55

ข แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส.....61

ค การคำนวณเพื่อปรับส่วนผสมให้เป็นข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป.....65

ง การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์.....71

ประวัติผู้เขียน.....74

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะไมโลส....6

2.2 ปริมาณสารอาหารในข้าวเหนียว....7

2.3 การแบ่งประเภทข้าวตามความคงตัวของแป้งสุก....8

2.4 ลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมีของไตรโซเดียมฟอสเฟต....14

2.5 คุณลักษณะทางเคมีของกะทิผง....14

2.6 เกณฑ์กำหนดทางจุลินทรีย์ของกะทิผง....15

3.1 ส่วนผสมข้าวเหนียวมูนที่ใช้ในการทดลอง....25

4.1 ผลการศึกษาลักษณะสำคัญของข้าวเหนียวมูน....28

4.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านความเหนียว และค่าสีของข้าวเหนียวที่มีส่วนผสมของกะทิ น้ำตาล และเกลือที่ต่างกัน....29

4.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเหนียวมูน ที่มีส่วนผสมกะทิ น้ำตาล และเกลือที่ต่างกัน....29

4.4 ความชื้นของวัตถุดิบสดและแห้งที่ใช้ทำข้าวเหนียวมูนและข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป....31

4.5 องค์ประกอบของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปและปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการคืนรูป....31

4.6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตตกค้างในข้าวเหนียว อบแห้งเมื่อแช่ในสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ความเข้มข้นต่างกัน....32

4.7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าการคืนรูปของข้าวเหนียวอบแห้งและค่าความเหนียว ของข้าวเหนียวคืนรูปเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต ที่ต่างกัน....33

4.8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการวัดค่าสีในระบบ L a b ของข้าวเหนียวมูนคืนรูป ที่ได้จากข้าวเหนียวอบแห้งที่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่มีความเข้มข้น ต่างกัน....34

4.9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนความชอบทดสอบของการทดสอบทางประสาทสัมผัส ข้าวเหนียวมูนคืนรูปที่ได้จากข้าวเหนียวอบแห้งที่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต ที่มีความเข้มข้นต่างกัน....35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.10 ค่า p-value ที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อศึกษาผลของการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและระยะเวลารวมทั้งอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองต่อค่าความชื้น ค่าAw ค่าTBA ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง ค่าความเหนียว และสัดส่วนการคืนรูป เมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 4 เดือน.....37

4.11 ผลของการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตต่อค่าความชื้น ค่าAw ค่า TBA ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง สัดส่วนการคืนรูป และค่าความเหนียวของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 เดือน.....38

4.12 ผลของระยะเวลาการเก็บต่อค่าความชื้น ค่า Aw ค่า TBA ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง สัดส่วนการคืนรูป และค่าความเหนียวของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป.....39

4.13 ผลของการใช้และไม่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและระยะเวลาการเก็บต่อค่าความชื้น ค่าAw ค่าTBA ความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b) สัดส่วนการคืนรูป และค่าความเหนียวของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป.....41

4.14 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราของการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตในข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป.....45

4.15 คะแนนเฉลี่ยคะแนนความชอบในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปคืนรูปที่มีการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและไม่ใช้สารระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน โดยการใช้ Hedonic test 9ระดับ.....46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แสดงโครงสร้างของเมล็ดข้าว....4

2.2 แสดงโครงสร้างของอะไมโลส....5

2.3 แสดงโครงสร้างของอะไมโลเพคติน....6

4.1 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและระยะเวลาการเก็บต่อค่าความชื้นเมื่อเก็บไว้ 4 เดือน....42

4.2 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและระยะเวลาการเก็บต่อค่าTBA เมื่อเก็บไว้ 4 เดือน....43

4.3 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและระยะเวลาการเก็บต่อสัดส่วนการคืนรูปเมื่อเก็บไว้ 4 เดือน....44

ก1 แสดงกราฟการวัดเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวมูน....57

ก2 แสดงกราฟการวัดสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต....60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพที่สำคัญของข้าวเหนียวมูน

1.2.2 ศึกษาปริมาณไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

1.2.3 ศึกษาสภาวะและอายุการเก็บรักษาข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.3.1 ทราบลักษณะทางกายภาพที่สำคัญของข้าวเหนียวมูน

1.3.2 ทราบผลของการใช้ไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตต่อเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

1.3.3 ทราบสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บและอายุการเก็บของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับข้าว

ข้าวเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว อยู่ในวงศ์หญ้า เป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตทั้งในสภาพที่มีและไม่มีน้ำขัง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* L. และ *O. glabberima* เมล็ดข้าวเปลือกเป็นผลประเภทผลธัญพืช (caryopsis) ที่มีเมล็ดเดี่ยวประสานรวมกับผนังรังไข่ เมื่อเมล็ดพัฒนาสมบูรณ์และแก่เต็มที่ ผนังรังไข่จะกลายเป็นเยื่อหุ้มผล

2.1.1 ข้าวเหนียว

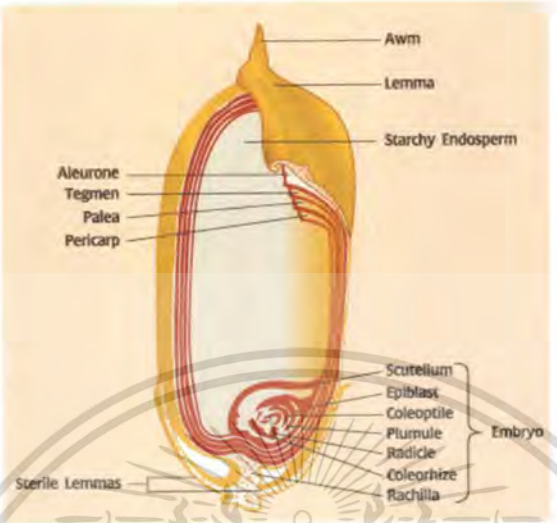
2.1.1.1 ในอดีตชาวไทยในแถบล้านนาซึ่งกินข้าวเหนียวเป็นหลักจะปลูกข้าวเหนียวคุณภาพดี มีลักษณะเมล็ดเล็ก เรียวยาว นุ่ม มีกลิ่นหอม ซึ่งสันนิษฐานว่าเป็นข้าวเหนียวเขี้ยวงู ต่อมากรมการข้าวและสถาบันวิจัยข้าวได้ออกใบรับรองข้าวเหนียวพันธุ์สันป่าตองในปี 2505 และข้าวเหนียว กข 6 ในปี 2520 ซึ่งเป็นข้าวให้ผลผลิตสูง ทำให้ชาวนาภาคเหนือหันมาปลูกข้าวเหนียวพันธุ์ดังกล่าวแทน โรงสีจึงหันมาเรียกข้าวเหนียว กข 6 เป็นข้าวเหนียวเขี้ยวงูแทน พันธุ์เดิมจึงค่อย ๆ หายไป จะมีอยู่แต่ชื่อข้าวทางการค้าเท่านั้น ในปี 2548 ศูนย์วิจัยข้าวเชียงรายได้ปรับปรุงพันธุ์ข้าวเหนียวเขี้ยวงู โดยนำเมล็ดพันธุ์จากศูนย์ปฏิบัติการและเก็บเมล็ดเชื้อพันธุ์ข้าวแห่งชาติมาคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อให้ได้สายพันธุ์บริสุทธิ์ จึงได้ข้าวเหนียวเขี้ยวงูพันธุ์เดิมกลับมาเป็นทางเลือกใหม่ให้กับชาวนา โรงสี ผู้แปรรูป และผู้บริโภ ลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวเหนียวเขี้ยวงู คือ เป็นข้าวไวต่อช่วงแสง ออกดอกประมาณปลายเดือนตุลาคม สูงประมาณ 150 เซนติเมตร ต้นแข็ง คอรวงยาว รวงเล็ก เมล็ดเล็กเรียวยาว ข้าวที่นึ่งแล้วจะมีลักษณะเมล็ด เรียวยาว เป็นมันวาว นุ่ม และมีกลิ่นหอม

2.1.1.2 ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 มีลักษณะโดดเด่นเหมือนกับข้าวพันธุ์โบราณที่คนไทยนิยมนำมาทำข้าวเหนียวมูนคือข้าวเหนียวเขี้ยวงู ด้วยเหตุนี้ ข้าวเหนียว กข 6 ซึ่งมีลักษณะที่เหมือนกันข้าวเหนียวเขี้ยวงูจึงจัดอยู่ในกลุ่มข้าวเหนียวคุณภาพดีและเป็นที่นิยมบริโภค ลักษณะประจำพันธุ์ คือ เป็นข้าวเหนียวต้นสูงประมาณ 154 เซนติเมตร เป็นพันธุ์ข้าวไวต่อช่วงแสง ปลูกได้ครั้งเดียวเฉพาะในฤดูนาปี ปลูกได้ทั้งภาคเหนือตอนบนและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ต้นข้าวจะมีรูปทรงกอแตกกระจายเล็กน้อย ใบยาวสีเขียวเข้ม ใบธงตั้ง รูปร่างเมล็ด เรียว ยาว คุณภาพข้าวหุงสุก นุ่ม เหนียว และมีความหอม ลักษณะเด่น คือ เป็นข้าวเหนียวพันธุ์เดียวในโลกที่มีความหอม และรูปร่างสวยงาม คือ มีความเรียวยาว ข้าวหุงสุกจะมีความใส เลื่อมเป็นมัน เป็นข้าวที่ให้ผลผลิตสูงกว่าข้าวเหนียวสันป่าตอง และทนแล้งดีกว่า มีลำต้นแข็งแรง ไม่ล้มง่าย เก็บเกี่ยวผลผลิตง่าย เมล็ดไม่ร่วงง่าย คุณภาพการขัดสีดี (สำนักงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว กรมการข้าว. 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 โครงสร้างทางกายภาพของเมล็ดข้าว (anatomical structure of rice)

เมล็ดข้าวประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของเมล็ดข้าว
ที่มา เต็กเส็ง ไรซ์มิลล์ (2551)

2.1.2.1 สิ่งที่ห่อหุ้มเรียกว่า เปลือก หรือ แกลบ มีลักษณะเป็นเยื่อหยาบหุ้มรอบเมล็ด ข้าวกล้องประกอบด้วยเปลือก 2 ฝ่า ประกบกันคนละข้างของเมล็ดตามแนวยาว เปลือกใหญ่เรียกว่า เล็มม่า (lemma) เปลือกเล็กเรียกว่า พาเลีย (palea) ข้าวบางพันธุ์ที่ปลายของเปลือกใหญ่อาจมีขนแข็งยื่นยาวออกไป เรียกว่า หาง

2.1.2.2 ส่วนที่รับประทานได้ เรียกว่า ข้าวกล้อง ประกอบด้วย

เยื่อหุ้มผล (pericarp) เป็นผิวชั้นนอกสุด มีหน้าที่ห่อหุ้มป้องกันเมล็ด ผนังเซลล์ของเยื่อหุ้มผลมีความหนาประมาณ 2 ไมครอน ประกอบด้วยสารโปรตีน เฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส

เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อบางชั้นเดียว มีความหนาประมาณ 0.5 ไมครอน ภายในมีพิกเมนต์ (pigment) ที่ให้สีแก่เปลือกข้าว

เยื่ออัลลูโรน (aleurone layer) ห่อหุ้มส่วนเอนโดสเปอร์มและคัพภะ เยื่ออัลลูโรนประกอบด้วยเซลล์ 1-7 ชั้น ภายในข้าวเมล็ดเดียวกัน ความหนาของเยื่อนี้แตกต่างกันไปตามพันธุ์ข้าว ข้าวเมล็ดสั้นมักมีเนื้อเยื่อหนากว่าข้าวเมล็ดยาว

เอนโดสเปอร์ม (endosperm) ภายในประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบางจัดเรียงกันตามแนวรัศมี เอนโดสเปอร์มมีส่วนประกอบแป้ง (starch) และโปรตีน (protein) มีเม็ดแป้ง (starch

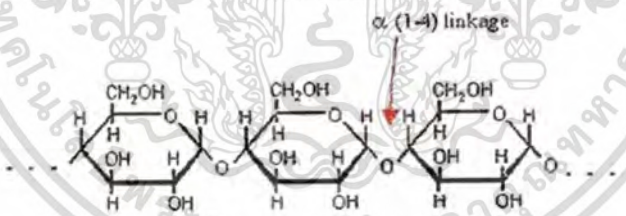
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

granule) ซึ่งมีรูปร่างหลายเหลี่ยมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-12 ไมครอน อัดรวมกันอยู่ภายใน โดยมีโปรตีนแทรกอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดแป้ง (สงกรานต์ จิตรากร. 2544)

2.1.3 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าว

2.1.3.1 คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) เป็นองค์ประกอบที่มีมากที่สุดในข้าว คือมีประมาณร้อยละ 60-90 โดยองค์ประกอบหลักคือ เม็ดสตาร์ช ประกอบด้วยคาร์บอนร้อยละ 44.4 ไฮโดรเจนร้อยละ 6.2 และออกซิเจนร้อยละ 49.4 โดยอยู่ในรูปของเดกซ์โตรสเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นจะมีโปรตีน ไขมัน ฟอสฟอรัส และเถ้า แป้งโดยทั่วไปเป็นของแข็งสีขาว ไม่ละลายในน้ำเย็น แต่ละลายในสารละลายอินทรีย์ มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.50-1.53 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดแป้ง เม็ดแป้งมีขนาดตั้งแต่ 2-100 ไมครอน โดยรูปร่างของเม็ดแป้งมีหลายแบบ เช่น ทรงกลม รูปไข่ หรือรูปหลายเหลี่ยม โครงสร้างของเม็ดแป้งประกอบด้วย อะไมโลเพคตินเป็นองค์ประกอบหลัก และอะไมโลสเป็นองค์ประกอบรอง

อะไมโลส (amylose) เป็นโพลิเมอร์ของหน่วยกลูโคสที่ต่อกันเป็นเส้นตรงด้วยพันธะแอลฟา 1,4 ไกลโคซิดิก (glycosidic) ความยาวประมาณ 200-2,000 แอนไฮดรัสกลูโคสยูนิต(Anhydrous Glucose Unit; AGU) และมีน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 20,000-200,000 จำนวนน้ำหนักของโมเลกุลที่ต่างกันนี้ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์และกรรมวิธีในการสกัดแป้ง ดังภาพที่ 2.2 โดยทั่วไปข้าวเจ้ามีปริมาณอะไมโลสแตกต่างกันหลายระดับ ขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ พันธุ์ข้าวที่มีอะไมโลสต่ำมาก ต่ำ ปานกลาง และสูง ดังตารางที่ 2.1



ภาพที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของอะไมโลส

ที่มา : กล้าณรงค์ ศรีรอด และคณะ (2541)

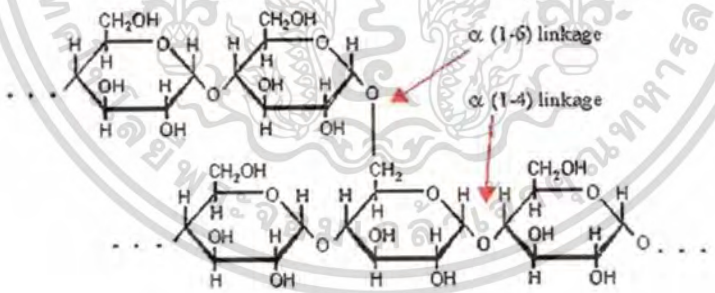
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะไมโลส

ประเภทข้าว	ปริมาณอะไมโลส (ร้อยละ)	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	1-2	เหนียวมาก
ข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำมาก	2-9	เหนียว นุ่ม
ข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำ	9-20	เหนียว นุ่ม
ข้าวเจ้าอะไมโลสปานกลาง	20-25	นุ่ม ค่อนข้างเหนียว
ข้าวเจ้าอะไมโลสสูง	25-33	ร่วน แข็ง

ที่มา: งามชื่น คงเสรี (2546)

อะไมโลเพคติน (amylopectin) เป็นโพลิเมอร์ที่แตกสาขามากมาย มีโครงสร้างโมเลกุลเหมือนกิ่งไม้ ประกอบด้วยกลูโคสเชื่อมต่อกันด้วยพันธะแอลฟา 1,4 ไกลโคซิดิก (glycosidic) เป็นส่วนใหญ่และมีส่วนแตกสาขาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะแอลฟา 1,6 ไกลโคซิดิก แต่ละสาขาประกอบด้วยกลูโคส (glucose) ประมาณ 15-25 แอนไฮดรัสกลูโคสยูนิต และมีน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 10-20 ล้าน ดังภาพที่ 2.3 ซึ่งโดยส่วนใหญ่โครงสร้างของเมล็ดข้าวสารจะมีอะไมโลเพคตินเป็นองค์ประกอบหลัก อะไมโลเพคตินเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวสุกมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ความเหนียวของข้าวสุกขึ้นอยู่กับสัดส่วนอะไมโลเพคตินในสตาร์ช ข้าวเหนียวมักจะมีอะไมโลเพคตินเกือบทั้งหมด ทำให้ดูดน้ำและขยายตัวน้อยกว่าข้าวเจ้า ข้าวสุกที่ได้จะเหนียวและนุ่มกว่า



ภาพที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของอะไมโลเพคติน

ที่มา : กล้าณรงค์ ศรีรอด และคณะ (2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินส่งผลให้ข้าวมีลักษณะแตกต่างกัน ซึ่งแบ่งได้ 2 ประเภทคือ

1. ข้าวเจ้า (non-glutinous rice) ข้าวสารมีสีขาวใส หลังจากหุงหรือนึ่งแล้วจะได้ข้าวที่มีสีขาวขุ่นและร่วน

2. ข้าวเหนียว (glutinous rice หรือ waxy rice) ประกอบด้วยอะไมโลเพคตินประมาณร้อยละ 95 หรือบางพันธุ์แทบไม่มีเลย มีเดกซ์ตริน (dextrin) ในเม็ดแป้ง ข้าวสารของข้าวเหนียวจะมีสีขาวขุ่นมีการดูดน้ำและขยายตัวน้อยกว่าข้าวเจ้า เมื่อนึ่งแล้วจะได้ข้าวสุกที่เหนียวจับติดกันแน่นและมีลักษณะใส ข้าวเหนียวสามารถจัดแบ่งคุณภาพทางกายภาพด้านปริมาณสารอาหารได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ปริมาณสารอาหารในข้าวเหนียว

ประเภท	ปริมาณสารอาหารในส่วนที่กินได้ 100 กรัม (ข้าวสาร)					
	พลังงาน (แคลอรี่)	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	วิตามิน บี1 (มิลลิกรัม)	วิตามิน บี2 (มิลลิกรัม)	ใยอาหาร (กรัม)
ข้าวเหนียว	359	8.4	1.6	0.16	0.06	0.8
ข้าวเหนียวไม่ขัดสี	360	7.4	2.1	0.30	0.12	0.8
ข้าวเหนียวหมัก	164	1.8	0.1	0.01	0.03	0.3

ที่มา : สำนักงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว กรมการข้าว (2550)

2.1.3.2 โปรตีน (protein) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ มีปริมาณรองจากสตาร์ช ปริมาณโปรตีนนิยมหาด้วยวิธี Kjeldahl โปรตีนในข้าวอยู่กันเป็นกลุ่มเรียกว่า โปรตีนบอดี้ (protein bodies) แทรกอยู่ระหว่างองค์ประกอบของแป้ง มีขนาด 1-4 ไมครอน โปรตีนอาจแบ่งตามคุณสมบัติการละลายได้ 4 ชนิด คือ อัลบูมิน (albumin) ละลายได้ในน้ำ โกลบูลิน (globulin) ละลายได้ในสารละลายเกลือ โพรลามีน (prolamine) ละลายในแอลกอฮอล์ และ กลูทิลิน (glutelin) ละลายในสารละลายกรดหรือด่างเจือจาง ข้าวมีสารกลูทิลินอยู่ประมาณร้อยละ 80 ของโปรตีนทั้งหมด มีโกลบูลินอยู่ประมาณร้อยละ 10 มีอัลบูมินอยู่ประมาณร้อยละ 5 และมีโพรลามีนไม่เกินร้อยละ 5

2.1.3.3 ไขมัน (fat) ไขมันในเมล็ดข้าวส่วนใหญ่อยู่บริเวณเยื่ออัลลูโรนและคัพภะ ซึ่งจะถูกขัดออกเมื่อผ่านกระบวนการสีข้าว โดยไขมันส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปเม็ดไขมัน ไขมันในเอนโดสเปอร์มจะอยู่รวมกับกลุ่มโปรตีน และในเม็ดแป้งก็มีไขมันยึดเกาะอยู่ด้วย เมล็ดข้าวมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่น้อย คือประมาณร้อยละ 1.5-2.5 ในข้าวกล้อง และในข้าวสารร้อยละ 0.3-0.7 กรดไขมันส่วนใหญ่ที่พบคือ โอเลอิก (oleic) ไลโนเลอิก (linoleic) พาล์มมีติก (palmitic) ไขมันจากทุกส่วนของเมล็ดมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกันไม่ว่าจะสกัดมาจากข้าวเหนียวหรือข้าวเจ้า ไขมันของข้าวยังมีสารต้านอนุมูลอิสระคือ โอไรซานอล (oryzanol) และ โทโคเฟอรอล (tocopherol) ซึ่งสารนี้ช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ทำให้ไขมันอยู่ได้นานโดยไม่มีกลิ่นหืน แป้งข้าวเจ้าที่ดีควรมีปริมาณไขมันอยู่เล็กน้อย ถ้ามีปริมาณมากอาจทำให้มีกลิ่นหืน (rancidity)

2.1.3.4 เถ้า แร่ธาตุ และวิตามิน โดยทั่วไปข้าวสารมีเถ้าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.26-1.95 โดยน้ำหนัก องค์ประกอบในเถ้าที่พบได้แก่ ฟอสฟอรัส โปตัสเซียม ซิลิคอน แมกนีเซียม แคลเซียม โซเดียม และเหล็ก ปริมาณแร่ธาตุในเมล็ดข้าวขึ้นอยู่กับแร่ธาตุในดินที่ปลูกข้าว พบว่ามีการกระจายตัวของปริมาณเถ้าดังนี้ ในรำร้อยละ 51 คัพภะร้อยละ 10 เปลือกร้อยละ 11 และในข้าวสารร้อยละ 28 สำหรับวิตามินจะพบมากในข้าวกล้องมากกว่าข้าวสาร โดยเฉพาะส่วนของคัพภะและอัลลูโรน พบไทอามีนและไนอาซีนเป็นวิตามินที่สำคัญที่สุดในข้าว จากการศึกษาพบว่า กระบวนการสีข้าวทำให้ข้าวสูญเสียวิตามินไปถึงร้อยละ 50

2.1.4 องค์ประกอบที่ทำให้คุณภาพของข้าวสุกแตกต่างกัน

2.1.4.1 ความคงตัวของแป้งสุก (gel consistency) เป็นผลมาจากปริมาณอะไมโลสเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวสุกมีคุณภาพแตกต่างกัน เนื่องจากข้าวสุกเมื่อเย็นตัวแล้วจะมีความแข็งหรือความคงตัวแตกต่างกัน ข้าวที่มีความคงตัวของแป้งสุกอ่อนจะนุ่มกว่าข้าวพันธุ์ที่มีความคงตัวของแป้งสุกแข็ง การหาค่าความคงตัวของแป้งสุกอาศัยหลักการทำให้แป้งใสโดยการต้มในสารละลายเบส ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง และวัดระยะทางที่แป้งไหลไปเมื่อวางบนพื้นราบ ได้จัดแบ่งประเภทข้าวตามความคงตัวของแป้งสุกดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การแบ่งประเภทข้าวตามความคงตัวของแป้งสุก

ความคงตัวของแป้งสุก	ระยะทางที่แป้งไหล (มม.) (แป้ง 100 มก. ใน KOH 0.2 N. 2 มล.)
แข็ง	น้อยกว่า 35
ค่อนข้างแข็ง	36-40
ปานกลาง	41-60
อ่อน	มากกว่า 60

ที่มา : Juliano (1980)

2.1.4.2 อุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature) หมายถึง อุณหภูมิที่เม็ดสตาร์ชเริ่มพองในน้ำร้อนและเปลี่ยนลักษณะทึบเป็นโปร่งใส อุณหภูมิแป้งสุกมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการหุงต้ม ข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกสูงจะหุงสุกช้ากว่าข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ แม้ระยะเวลาการหุงต้มจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิก็ตาม แต่ความกว้างและความหนาของเมล็ดข้าวก็มีผลต่อเวลาหุงต้มด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับข้าวเหนียวหรือข้าวอะไมโลสต่ำจะใช้เวลาหุงต้มนานกว่า เมล็ดข้าวจึงดูดน้ำได้มากทำให้ข้าวสุกมีลักษณะแฉะ (Julino. 1972)

2.1.4.3 อัตราการยืดตัวของเมล็ดข้าวสุก (elongatuion ratio) เป็นผลมาจากการให้ความร้อนระหว่างหุงต้ม โดยเมล็ดข้าวจะขยายตัวออกรอบด้านโดยเฉพาะด้านยาว ซึ่งผู้บริโภคจะนิยมข้าวพันธุ์ที่มีอัตราการยืดตัวมากมากกว่าข้าวพันธุ์ที่มีอัตราการยืดตัวได้น้อย ข้าวสุกที่ยืดตัวได้มากและไม่เหนียวติดกันจัดเป็นข้าวที่หุงขึ้นหม้อ การที่เมล็ดขยายตัวได้มากทำให้เนื้อภายในโปร่งไม่อัดแน่นและช่วยให้ข้าวนุ่มมากขึ้น

2.1.4.4 กลิ่นหอม (aroma) ในข้าวทั่วไปมีสารระเหยหลายชนิด Yajima และคณะ (1978) ได้วิเคราะห์สารระเหยที่ได้จากข้าวพันธุ์ Koshihikari ของญี่ปุ่น พบว่ามีสารระเหยอยู่ 114 ชนิด สารแต่ละชนิดจะมีกลิ่นแตกต่างกัน ในพันธุ์ข้าวหอมมี 2-แอซิทิล-1-ไพโรลีน มากกว่าข้าวทั่วไป โดยข้าวสารหอม 1 กรัมอาจมีสารนี้ 0.04-0.09 ไมโครกรัม และในข้าวกล้องหอมอาจมีสารนี้ 0.1-0.2 ไมโครกรัม สารหอมชนิดนี้ยังมีปริมาณสูงมากในพืชตระกูลเดยโดยมีสูงถึง 1 ไมโครกรัม/กรัม สำหรับพันธุ์ข้าวไม่หอมนั้น Paule และ Powers (1989) พบว่าปริมาณเฮกซานอลมีความสัมพันธ์ทางด้านลบกับกลิ่นหอมของข้าวคือ ข้าวที่มีปริมาณเฮกซานอลมากจะมีกลิ่นหอมลดน้อยลง

2.1.4.5 ปริมาณความชื้น (moisture content) ความชื้นในเมล็ดข้าวจะมีผลต่อการหุงขึ้นหม้อและความร่วนของข้าวเช่นกัน ข้าวที่มีปริมาณความชื้นต่ำ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้าวเก่าจะหุงขึ้นหม้อและมีความร่วนมากกว่าข้าวที่มีความชื้นสูงหรือข้าวใหม่ ในประเทศไทยผู้บริโภคข้าวเจ้านิยมบริโภคข้าวเก่าที่หุงขึ้นหม้อและราคาข้าวเก่าจะสูงกว่าข้าวใหม่ นอกจากนี้ความชื้นในข้าวยังเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาข้าว ถ้าเมล็ดข้าวมีความชื้นสูงทำให้เชื้อราและจุลินทรีย์ต่าง ๆ เจริญเติบโต ข้าวจะเสื่อมคุณภาพในระยะเวลาอันสั้น ดังนั้นมาตรฐานข้าวของประเทศต่าง ๆ จึงได้กำหนดระดับความชื้นของข้าวไว้ เช่น ประเทศไทยกำหนดความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 สำหรับประเทศที่มีอากาศหนาวเย็นระดับความชื้นอาจสูงถึงร้อยละ 16

2.1.4.6 วิธีการหุงต้ม การหุงต้มมีส่วนทำให้คุณภาพข้าวสุกต่างกัน เช่น การหุงต้มข้าวอะไมโลสสูงหากใส่น้ำน้อย จะแข็งกระด้าง หากใส่น้ำมาก จะช่วยให้ข้าวนุ่มขึ้น และทำให้การขยายปริมาตรมากขึ้น การหุงข้าวโดยรินน้ำทิ้งแบบเช็ดน้ำ เป็นการทำให้เมล็ดข้าวมีโอกาสดูดน้ำได้มาก และทำให้ข้าวแข็งกระด้างน้อยลง เพราะระหว่างทิ้งข้าวให้ระอุบนเตาไปเต็มที่ เพื่อไล่ความชื้นที่มีมากเกินไป ข้าวยังคงได้รับความร้อนสูง ซึ่งมีผลทำให้เมล็ดข้าวสุกดี หากการรินน้ำทำเมื่อข้าวค่อนข้างสุกอาจทำให้ข้าวแฉะได้ โดยเฉพาะข้าวอะไมโลสต่ำจะมีโอกาสแฉะง่าย

2.1.4.7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวในระหว่างการเก็บรักษา เกิดขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยว 3-4 เดือน เนื่องจากปริมาณความชื้นลดลงทำให้มีผลต่อคุณภาพข้าวสุก คือ ทำให้ข้าวสุกแข็งร่วนมากขึ้น ข้าวสุกขยายปริมาตรได้มากขึ้นหรือหุงขึ้นหม้อ เมล็ดข้าวจะดูดน้ำได้มากขึ้น การเปลี่ยนแปลงในเมล็ดข้าวเกิดขึ้นจาก 3 องค์ประกอบ คือ แป้ง ไขมัน และโปรตีน กรดไขมันอิสระที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้จากการย่อยของเอนไซม์เมื่อทำปฏิกิริยากับเม็ดแป้งโดยเฉพาะโมเลกุลของอะไมโลสมีผลยับยั้งการขยายของเม็ดแป้งในระหว่างการหุงต้ม และส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของข้าวสวย โปรตีนเมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะได้สารที่มีส่วนประกอบ -SS- ที่คงตัวมากขึ้น ทำให้สารระเหยที่มีส่วนประกอบของซัลเฟอร์ลดลง และส่งผลด้านการเปลี่ยนแปลงกลิ่นของข้าว นอกจากนี้ยังมีผลต่อการพองตัวของเม็ดแป้งในระหว่างการหุงต้ม ทำให้ข้าวสวยมีความนุ่มลดลง ปฏิกิริยาระหว่างโปรตีนทำให้ข้าวเก่ามีสีคล้ำกว่าข้าวใหม่ ผลการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้มีส่วนกระทบต่อสมบัติการหุงต้มของเมล็ดข้าวและข้าวสุก กล่าวคือ ข้าวเก่าเมื่อหุงเป็นข้าวสวย ข้าวสุกจะแข็งและร่วนมากขึ้น หรือเหนียวเกาะติดกันน้อยลง และมีผลให้ข้าวสุกขยายปริมาตรรวมได้มากขึ้นหรือขึ้นหม้อดีขึ้น ทั้งนี้เมล็ดข้าวจะดูดน้ำได้มากขึ้นโดยไม่แตกตัว น้ำข้าวจะใสขึ้น เมล็ดข้าวอาจต้องใช้เวลาต้มให้สุกนานขึ้นเล็กน้อย สีของข้าวจะคล้ำมากขึ้น ในข้าวเก่าจะมีกลิ่นสาบ เมล็ดจะมีสีเหลืองมากขึ้น ส่วนไขมันเมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศได้สารประกอบประเภทไฮโดรเฟอร์ออกไซด์ คาร์บอนิล (hydroperoxides carbonyl) ทำให้ข้าวมีกลิ่นหืน วิธีการเร่งข้าวใหม่ให้กลายเป็นข้าวที่หุงขึ้นหม้อและไม่แฉะได้โดยเพิ่มความร้อนให้ข้าวสารสูงถึง 110 องศาเซลเซียสในภาชนะปิดฝา โดยไม่ให้ความร้อนสูญหายไป การเป่าลมร้อน 150-260 องศาเซลเซียส หรือ อาจแช่เมล็ดข้าวสารในน้ำมันดอกทานตะวันที่ 60 องศาเซลเซียสค้างคืนช่วยให้ความเหนียวของข้าวลดลง การนำข้าวเปลือกไปนึ่งในระยะเวลาสั้น ๆ จะช่วยลดความเหนียวของข้าวสุกได้ (Juliano, 1980) ได้เร่งข้าวใหม่ทั้งข้าวเหนียวและข้าวเจ้าให้เป็นข้าวเก่าโดยเก็บข้าวไว้ที่ 2-4 องศาเซลเซียส นานกว่า 4 ชั่วโมง หลังจากนั้นนั้นนำไปเก็บที่ 42 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง พบว่าข้าวที่ได้มีเนื้อสัมผัสแข็งขึ้น

2.1.5 ข้าวกึ่งสำเร็จรูป (quick cooking rice or instant rice)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้เวลาหุงต้มหรือคืนรูปสั้น ๆ ด้วยวิธีที่ไม่ยุ่งยาก เมื่อต้องการบริโภคหลังจากคืนรูปแล้ว ผลิตภัณฑ์ยังมีรสชาติ กลิ่น และเนื้อสัมผัส ใกล้เคียงกับข้าวที่หุงต้มปกติ กระบวนการผลิตไม่ยุ่งยาก รวมทั้งสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน ผลิตภัณฑ์ข้าวกึ่งสำเร็จรูปมีหลายรูปแบบ

2.1.5.1 cup rice คืนรูปโดยเติมน้ำร้อนหรือน้ำเดือด แล้วตั้งทิ้งไว้ 1-5 นาที จะได้ผลิตภัณฑ์คืนรูปพร้อมบริโภค เช่น Nissin's Cup Rice

2.1.5.2 standing rice คืนรูปโดยต้มในน้ำเดือด ใส่ข้าวกึ่งสำเร็จรูปคนให้เข้ากัน แล้วลดความร้อน ตั้งทิ้งไว้ 5-7 นาที นำมาบริโภคได้

2.1.5.3 simmering rice ต้มน้ำและข้าวกึ่งสำเร็จรูปด้วยกัน แล้วจึงลดความร้อน ทิ้งไว้ให้ระอุ 5-10 นาที เช่น ผลิตภัณฑ์ของ Uncle Ben

2.1.5.4 saute rice เป็นข้าวกึ่งสำเร็จรูปปรุงรส คืนรูปโดยผัดข้าวกับน้ำมันหรือเนยจนทั่ว เติมน้ำต้มเดือดและทิ้งให้ระอุนาน 10 นาที จะได้ข้าวปรุงรส เช่น ผลิตภัณฑ์ของ Uncle Ben , Suzi Wan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.5 boil in bag rice บรรจุข้าวกึ่งสำเร็จรูปในถุงที่มีรูพรุน เมื่อต้มในน้ำเดือด 10 นาที จะได้ข้าวพร้อมบริโภค

2.1.5.6 microwave rice คืนรูปโดยใส่ข้าวและน้ำในชาม นำไปต้มในไมโครเวฟนาน 5-10 นาที จะได้ข้าวพร้อมบริโภค เช่น Kraft-General Food

2.1.6 กระบวนการผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูปมีหลายวิธี

2.1.6.1 soak-boil-steam-dry แช่ข้าวสารให้มีความชื้นร้อยละ 30 ต้มในน้ำเดือดจนได้ความชื้นร้อยละ 50-60 ต้มหรือนึ่งต่อไปให้มีความชื้นร้อยละ 60-70 แล้วจึงลดความชื้นอย่างระมัดระวังเพื่อรักษารูพรุนภายในเมล็ดไว้

2.1.6.2 expanded and pregelatinized rice แช่ข้าวสาร แล้ว ต้ม นึ่ง หรือต้มที่ความดันสูงจนข้าวสุก แล้วจึงลดความชื้น จะได้เมล็ดใส หลังจากนั้นจึงทำให้เมล็ดพองโดยใช้ความร้อนสูง

2.1.6.3 rolling or bumping treatment ต้มข้าวให้สุกแล้วบีบผ่านลูกกลิ้งให้เมล็ดแบนก่อนลดความชื้น

2.1.6.4 dry-heat treatment ใช้ลมร้อนเป่าที่ 65-82 องศาเซลเซียส นาน 10-13 นาที หรือ 227 องศาเซลเซียส 18 วินาที เพื่อให้เมล็ดข้าวเกิดรอยร้าวและขยายตัว เพื่อช่วยลดระยะเวลาหุงต้ม

2.1.6.5 freeze-thAw process ต้มข้าวให้สุกแล้วนำไปแช่แข็ง ละลายน้ำแข็ง แล้วจึงลดความชื้น

2.1.6.6 gun puffing เพิ่มความชื้นเมล็ดข้าวให้อยู่ในระดับร้อยละ 20-22 แล้วนึ่งในหม้อความดันสูง (retort) ที่ความดัน 3.5-5.5 กก./ตร.ซม. นาน 5-10 นาที แล้วทำให้เมล็ดข้าวพองโดยลดความดันลงอยู่ในระดับบรรยากาศหรือต่ำกว่าสภาพที่เหมาะสมคือ ที่อุณหภูมิ 165 องศาเซลเซียส ที่ระดับความชื้นร้อยละ 20-25

2.1.6.7 freeze drying แช่ข้าวสุกแล้วทำให้น้ำระเหิดไปในสภาพอุณหภูมิต่ำ

2.1.6.8 chemical treatment ก่อนผ่านกระบวนการต่าง ๆ ลดการเกาะตัวระหว่างเมล็ดข้าวสุก โดยแช่ในสารละลาย เช่น โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) ไดโซเดียมฟอสเฟต (disodium phosphate) หรือสารลดแรงตึงผิว (surfactant) ที่คุณภาพระดับใช้ในการผลิตอาหาร (food grade) (งามชื่น คงเสรี. 2546)

2.2 สารประกอบฟอสเฟต

สารประกอบฟอสเฟตเป็นวัตถุเจือปนอาหารอีกชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์ต่อวงการอุตสาหกรรมอาหารมาก เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตมีคุณสมบัติหลายประการที่สามารถช่วยปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้นและได้มาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ประโยชน์ของสารประกอบฟอสเฟตที่มีต่อวงการอุตสาหกรรม

2.2.1.1 ช่วยปรับปรุงคุณภาพของน้ำที่ใช้ในการแปรรูป สารประกอบฟอสเฟตที่ใช้จะทำปฏิกิริยากับโลหะที่อาจปนเปื้อนมาในน้ำที่ใช้เป็นวัตถุดิบ เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ทำให้ปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากโลหะที่กล่าวหมดไป

2.2.1.2 สามารถเกิดปฏิกิริยากับออร์แกนิกส์ โพลีอิเล็คทรอไลท์(organic polyelectrolyte) ในอาหารได้ ตัวอย่างเช่น โปรตีน ฟอสเฟต เกลือในผลิตภัณฑ์เนื้อจะช่วยให้สามารถอุ้มน้ำได้ดีขึ้น

2.2.1.3 ช่วยควบคุมความเป็นกรดด่าง ช่วยเพิ่มค่าความเป็นกรดด่าง ในกรรมวิธีการแปรรูปอาหาร ค่าความเป็นกรดด่างมีความสำคัญมาก เพราะอาจเป็นสาเหตุให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารเสียไปได้หรือได้ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการน้อยไป เช่น ในกระบวนการหมักต่าง ๆ ดังนั้นตลอดจนกระบวนการแปรรูปจึงต้องควบคุมให้ค่าความเป็นกรดด่างคงที่ตลอดเวลา วิธีที่จะช่วยได้คือ การใช้สารประกอบฟอสเฟต เช่น การเตรียมผลิตภัณฑ์เนยแข็ง ควรปรับความเป็นกรดด่างให้สูงขึ้น เพื่อช่วยป้องกันให้โปรตีนมีการกระจายตัวดีขึ้น อีมัลชั่นคงตัวและมีการอุ้มน้ำดีขึ้น

2.2.1.4 ช่วยให้อีมัลชั่นคงตัว เช่น น้ำสลัดชนิดต่าง ๆ ถ้าหากเวลาเตรียม ไม่ได้มีการใส่อีมัลซิไฟเออร์ลงไปด้วย มักจะพบการแยกชั้นของน้ำและน้ำมันเกิดขึ้น หลังจากทิ้งไว้ระยะหนึ่ง การเติมสารประกอบฟอสเฟตลงไปจะช่วยลดปัญหาดังกล่าว

2.2.1.5 ช่วยให้ส่วนประกอบของอาหารกระจายตัวดีขึ้น การเติมสารประกอบฟอสเฟตลงในผลิตภัณฑ์นมต่าง ๆ และเนยแข็งต่าง ๆ จะช่วยให้โปรตีนของผลิตภัณฑ์มีการกระจายตัวดีขึ้น

2.2.1.6 ช่วยป้องกันการจับตัวเป็นก้อน สารประกอบฟอสเฟตบางชนิด มีคุณสมบัติช่วยป้องกันการจับตัวเป็นก้อนของอาหารผงได้ เช่น นมผงหรือเครื่องดื่มถ้ามีการเติมไตรแคลเซียมฟอสเฟตจะช่วยป้องกันการจับตัวเป็นก้อน

2.2.1.7 ช่วยเพิ่มแร่ธาตุในอาหาร ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต ดังนั้นการเติมสารฟอสเฟตต่าง ๆ ลงในอาหาร จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับผลิตภัณฑ์

2.2.1.8 ช่วยยืดอายุการเก็บของอาหาร เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตไปทำปฏิกิริยากับอนุมูลโลหะที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทำให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หยุดชะงักไป ทำให้อาหารมีอายุการเก็บได้นานขึ้น

2.2.2 สารประกอบฟอสเฟตที่นิยมใช้ในอาหาร

สำหรับสารประกอบฟอสเฟตที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่ ออร์โทฟอสเฟต (orthophosphate) ไพโรฟอสเฟต (pyrophosphate) ไตรโพลีฟอสเฟต (triphosphate) สเตรตเชนโพลีฟอสเฟต (straight chain polyphosphate) และไซคลิกโพลีฟอสเฟต (cyclic polyphosphate) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารประกอบฟอสเฟตเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งที่มีการใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทธัญพืช ตัวอย่างของการใช้สารประกอบฟอสเฟต ได้แก่

2.2.2.1 ใช้เป็นส่วนประกอบของผงฟูและช่วยปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ส่วนประกอบของผงฟูใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์แป้งขนมอบสำเร็จรูป เพื่อช่วยให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในระหว่างผสมหรือระหว่างการอบโดยกรดเกลือในสารประกอบฟอสเฟตที่ใช้ในผงฟูจะเกิดปฏิกิริยากับโซเดียมไบคาร์บอเนตและให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้กรดเกลือจะทำปฏิกิริยากับโซเดียมไบคาร์บอเนต ซึ่งทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ช่วยควบคุมความเป็นกรดด่างที่เหมาะสม และยังทำปฏิกิริยากับโปรตีนในแป้ง ทำให้ได้โดและแบทเทอร์ที่มีความยืดหยุ่น ความหนืดพอเหมาะ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีขึ้น ช่วยชะงักปฏิกิริยาของเอนไซม์

นอกจากนี้ยังพบว่าสารประกอบฟอสเฟตที่เติมลงไปจะช่วยชะงักปฏิกิริยาของเอนไซม์บางชนิดที่ไม่ต้องการ เช่น ปฏิกิริยาของไลพอกซิเดสในแบทเทอร์ของสปองเค้ก ซึ่งไลพอกซิเดสนี้เป็นสาเหตุให้เค้กเกิดกลิ่นหืนได้ ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบประเภทที่ไม่ใช้ผงฟู เช่น ผลิตภัณฑ์ประเภทขนมปัง สารประกอบฟอสเฟตที่จะใช้ช่วยควบคุมความเป็นกรดด่าง ช่วยการเจริญเติบโตของยีสต์ ช่วยปรับปรุงคุณภาพของโดทำให้โดมีความยืดหยุ่นดี สามารถเก็บแก๊สได้มาก ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี มีลักษณะเนื้อสัมผัสดี และมีปริมาตรเพิ่มขึ้นด้วย

2.2.2.2 ช่วยชะงักการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

สารประกอบฟอสเฟตที่ใช้นี้ จะมีส่วนช่วยชะงักการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุให้ผลิตภัณฑ์ขนมอบเสียด้วย เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตดังกล่าวจะไปทำปฏิกิริยากับอนุมูลโลหะ ที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

2.2.2.3 ช่วยลดเวลาที่ใช้ในการแปรรูป

ในการแปรรูปผลิตภัณฑ์ธัญพืช การเติมสารประกอบฟอสเฟตจะช่วยลดเวลาที่ใช้ในการแปรรูปลง ตัวอย่างเช่น การใช้ออร์โทฟอสเฟตร้อยละ 0.2-2.0 เป็นบัฟเฟอร์จะช่วยให้ระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้ธัญพืชสุกลดลง ในผลิตภัณฑ์มักกะโรนีเช่นเดียวกัน พบว่าการเติมสารประกอบเกลือฟอสเฟตร้อยละ 0.1-1.0 จะช่วยลดเวลาที่ใช้ในการแปรรูปลง (ศิวาพร ศิวเวชช. 2535)

2.2.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไตรโซเดียมฟอสเฟตสำหรับอุตสาหกรรม

ไตรโซเดียมฟอสเฟตแอนไฮดรัส หรือ ไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต หรือ (trisodium orthophosphate) โซเดียมฟอสเฟตไตรเบสิก (sodium phosphate tribasic) หมายถึง สารอนินทรีย์เคมีที่มีสูตรโมเลกุล Na_3PO_4 คุณลักษณะทั่วไปเป็นผงหรือผลึกสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมีของไตรโซเดียมฟอสเฟต

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด		วิธีวิเคราะห์
		ไตรโซเดียมฟอสเฟตแอนไฮดรัส	ไตรโซเดียมฟอสเฟตเดโดคาไฮเดรต	
1	สารที่ไม่ละลายในน้ำไม่เกินร้อยละ	0.05	0.05	ISO 850
2	ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส	11.5 ถึง 12.2	11.5 ถึง 12.2	ISO 851
3	สารประกอบเหล็ก (คำนวณเป็น Fe) ไม่เกิน ร้อยละ	0.01	0.005	ISO/R 852
4	สารประกอบฟอสเฟต (คำนวณเป็น P_2O_5) ไม่น้อยกว่า ร้อยละ	42.0	18.5	ISO 3357
5	ความชื้นไม่เกินร้อยละ	1.0	50.0	AOAC

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2544)

2.3 กะทิผง

หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำกะทิสดมาทำให้แห้งเป็นผงซึ่งเมื่อผสมน้ำแล้วสามารถนำไปใช้ได้ทันที โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้กำหนดคุณลักษณะทางเคมีของกะทิผงดังตารางที่ 2.5 และเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดถึงปริมาณจุลินทรีย์ที่มีในกะทิผง ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.5 คุณลักษณะทางเคมีของกะทิผง

รายการที่	คุณลักษณะที่ต้องการ	เกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ)
1	ไขมัน ไม่น้อยกว่า	60
2	โปรตีน ไม่น้อยกว่า (ไนโตรเจนทั้งหมด × 6.25)	9
3	ความชื้น ไม่เกิน	2
4	กรดไขมันอิสระ(คำนวณเป็น กรดลอริก) ไม่เกิน	0.9

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2528)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 เกณฑ์กำหนดทางจุลินทรีย์

ชนิดจุลินทรีย์	เกณฑ์ที่กำหนด
จุลินทรีย์ทั้งหมด โคโลนี/กรัม ไม่เกิน	1×10^4
Salmonella	ต้องไม่พบ
Staphylococcus aureus	ต้องไม่พบ
ราและยีสต์ โคโลนี/กรัม	10
โคลิฟอร์ม โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น /กรัมของตัวอย่าง	น้อยกว่า 3
Clostridium perfringens	ต้องไม่พบ

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2528)

2.4 เทคโนโลยีการผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูป

ข้าวกึ่งสำเร็จรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปชนิดหนึ่ง โดยลักษณะที่สำคัญของข้าวกึ่งสำเร็จรูป ได้แก่

- ผลิตภัณฑ์มีความชื้นประมาณร้อยละ 10-12 แยกตัวจากกันไม่เกาะเป็นก้อน
- รูปร่างเมล็ดสมบูรณ์ไม่แตกหักจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
- มีค่าความหนาแน่นรวม (bulk density) ประมาณ 0.4-0.42 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ค่าความหนาแน่นรวมเกี่ยวข้องกับความพรุนของข้าว ข้าวที่มีค่าความหนาแน่นต่ำจะมีความพรุนมาก สามารถคืนรูปได้อย่างรวดเร็วซึ่งมีผลต่อระยะเวลาการคืนรูปของข้าว โดยข้าวกึ่งสำเร็จรูปที่มีรูพรุนมาก จะช่วยให้น้ำสามารถแทรกเข้าไปในเมล็ดได้เร็ว ดังนั้นระยะเวลาในการคืนรูปจึงสั้น ซึ่งการจะทำให้ค่าความหนาแน่นต่ำนั้นทำได้โดยการทำให้ข้าวสุกดูดซับน้ำเป็นปริมาณมากก่อนที่จะแห้ง และต้องทำแห้งโดยการระเหยน้ำออกอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าใช้ระยะเวลาในการทำแห้งนานเกินไป อาจจะทำให้ข้าวดูดซับน้ำมากเกินไป ซึ่งเป็นผลให้เมื่อนำไปคืนรูปแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะแฉะและมีคุณภาพไม่เป็นที่ต้องการ นอกจากนี้แล้วการใช้วิธีการทำแห้งที่แตกต่างกัน เช่น การทำแห้งด้วยลมร้อน การทำแห้งโดยการลดความดันในระบบสุญญากาศหรือการทำแห้งแบบระเหิดน้ำ จะมีผลต่อความเป็นรูพรุนของผลิตภัณฑ์ สำหรับวิธีการในการคืนรูปต้องทำได้โดยไม่ยุ่งยากและสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การต้มในน้ำเดือด การเติมน้ำร้อน และการใช้ไมโครเวฟ เป็นต้น โดยระยะเวลาในการคืนรูปควรสั้น เนื่องจากน้ำแทรกเข้าไปในเมล็ดในระยะเวลาอันสั้น ทั้งนี้สามารถพิจารณาจากค่าอัตราส่วนการดูดน้ำกลับ (rehydration ratio) ซึ่งคำนวณได้จากน้ำหนักข้าวที่คืนรูปแล้ว/น้ำหนักเริ่มต้น ถ้าค่าอัตราส่วนการดูดน้ำกลับมากแสดงว่าข้าวมีความพรุนมาก จะคืนรูปเร็วกว่าข้าวที่มีค่าต่ำกว่า (Carlson. *et al.* 1976)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 การแช่ข้าว-ต้ม-นึ่ง-ทำแห้ง (soak-boil-steam-dry)

กระบวนการนี้เป็นวิธีแรกที่ใช้ในการผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูป ตามวิธีของ Ozari-Durrani ในค.ศ. 1984 ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือการแช่ข้าวสาร การให้ความร้อนเพื่อทำให้สุก และการทำแห้ง วิธีการนี้ถูกนำมาพัฒนาปรับปรุงต่อได้หลายวิธี เช่น การพยายามทำให้เมล็ดข้าวเกิดรอยร้าวมากขึ้น จึงมีการนำข้าวสารไปผ่านกรรมวิธีต่าง ๆ อาจมีการใช้ความร้อนหรือแรงบีบ ทำให้เมล็ดข้าวร้าวมากขึ้น ส่งผลให้น้ำหรือไอน้ำสามารถซึมผ่านเข้าสู่เมล็ดข้าวได้ง่ายขึ้น ช่วยลดเวลาการแช่ข้าวหรือการหุงลงได้

Robert (1952) ได้พัฒนากระบวนการผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูป โดยแช่ข้าวสารในน้ำที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นจึงต้มในน้ำร้อนเป็นเวลา 1-3 นาที จนได้ความชื้นประมาณร้อยละ 45-55 อบแห้งที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เพื่อต้องการลดความชื้นจากบริเวณผิวให้เร็วกว่าที่ดูดซึมจากข้างใน ทำให้เกิดลักษณะขอบแข็ง ช่วยทำให้โครงสร้างอยู่ตัวคงโครงสร้างของรูพรุนเพื่อที่จะให้การดูดซึมน้ำเข้าไปในช่องว่างได้มากขึ้นช่วยลดเวลาการคืนรูป อบเป็นเวลา 1-3 นาที เพื่อป้องกันการไหม้ของเมล็ดข้าว หลังจากนั้นจึงอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนกระทั่งความชื้นสุดท้ายเป็นร้อยละ 10-15 ผลิตภัณฑ์สามารถคืนรูปภายในเวลา 5 นาที

Flynn และ Hollis (1955) ได้ทดลองนำข้าวสารมาแช่ในน้ำจนมีความชื้นประมาณร้อยละ 25-30 หุงโดยการใช้ไอน้ำที่ความดันบรรยากาศจนความชื้นประมาณร้อยละ 30-35 แช่ในน้ำอีกครั้งที่อุณหภูมิ 38-88 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการพองตัวมากเกินไป (over gelatinization) ของเมล็ดข้าว และยังทำให้เมล็ดข้าวดูดน้ำได้เพิ่มขึ้นจนได้ความชื้นที่ร้อยละ 60-70 เทน้ำทิ้งแล้วนำไปอบแห้ง ข้าวที่มีความชื้นสูงเมื่อนำไปอบแห้ง ความชื้นในข้าวเกิดการระเหยออกไป ทำให้เกิดช่องว่างภายในส่งผลให้ข้าวมีรูพรุนมาก เมื่อนำไปคืนรูปข้าวจะดูดน้ำกลับคืนได้เร็ว

2.4.2 การทำให้เกิดการพองตัว (expanded and pregelatinized rice)

หลักการของวิธีนี้คือ นำข้าวสารมาผ่านการเจลาติไนเซชั่นก่อน โดยการให้ความร้อนด้วยวิธีต่าง ๆ เมล็ดข้าวที่ได้ในขั้นตอนนี้จะมีลักษณะแข็งใสและหดตัว มีความหนาแน่นมาก หลังจากนั้นทำให้พองโดยการใช้ไอน้ำร้อนที่อุณหภูมิสูง ข้าวหุงสุกเร็วที่ได้จะมีขนาดใหญ่กว่าเดิมประมาณ 4 เท่า เบาและมีรูพรุน ใช้เวลาในการคืนรูปสั้นประมาณ 2-3 นาที

2.4.3 การใช้ลูกกลิ้ง (rolling or bumping treatment)

เป็นการใช้ลูกกลิ้งกดทับเมล็ดข้าวที่หุงสุกแล้วเพื่อให้แบนก่อนลดความชื้น ซึ่งจะทำให้ข้าวกึ่งสำเร็จรูปที่ได้เป็นแผ่นบาง ๆ มีพื้นที่ในการสัมผัสน้ำได้มากขึ้น ทำให้การดูดคืนน้ำระหว่างการคืนรูปเร็ว ใช้เวลาน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.4.4 การใช้ความร้อนแห้ง (dry heat treatment)

ก่อนการแช่ข้าวสาร มีการใช้ความร้อนแห้งเพื่อทำให้เมล็ดข้าวสารเกิดรอยแตกเล็ก ๆ ที่เรียกว่า fissure ขยายตัวจากผิวเข้าสู่ภายในเมล็ดข้าวจนทั่วทั้งเมล็ด ทำให้ง่ายต่อการที่ความชื้นเข้าสู่เมล็ดข้าว ซึ่งจะทำให้เวลาในการแช่ การทำให้สุกเบื้องต้นและการทำให้สุกอย่างสมบูรณ์ลดลงและขณะเดียวกันความร้อนที่ใช้จะทำให้เกิดเจลาติไนเซชั่นที่ระดับหนึ่ง

Alexander (1954) ได้อธิบายว่าในการใช้ความร้อนแห้งนี้ จะทำให้ความชื้นของเมล็ดข้าวสารคิบประมาณร้อยละ 3-4 ระเหยออกจากข้าว โดยการอบเมล็ดข้าวที่อุณหภูมิ 57-82 องศาเซลเซียส ที่ความเร็วลมระดับ 0.85-1.70 ลูกบาศก์เมตร/นาที เป็นเวลา 10-30 นาที กรรมวิธีนี้จะทำให้เกิดรอยแตกเล็ก ๆ ในเมล็ดข้าว ช่วยให้น้ำซึมเข้าเมล็ดข้าวข้าวสารได้ดี ช่วยลดเวลาในการแช่ข้าวและการหุงข้าวในขั้นตอนการผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูป

Sanikornkiat (1995) ได้ศึกษาวิธีการให้ความร้อนแห้งแก่ข้าวก่อนการเตรียมผลิตภัณฑ์ข้าวกึ่งสำเร็จรูป โดยนำข้าวขาวมาผ่านการให้ความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสในตู้อบลมร้อนก่อนแล้วนำมาต้มในน้ำโดยใช้อัตราส่วนของข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:9 หลังจากนั้นล้างข้าวด้วยน้ำที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำมาทำแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก่อนที่จะอบต่อที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 16 ชั่วโมง จะให้ลักษณะของข้าวกึ่งสำเร็จรูปและการยอมรับที่ดี

2.4.5 การแช่แข็งและละลายน้ำแข็ง (freeze-thAw process)

กระบวนการผลิตวิธีนี้เป็นการใช้การแช่เยือกแข็งร่วมกับการแช่ การต้ม และการทำแห้ง โดยพบว่า การแช่เยือกแข็งข้าวที่ทำให้สุกแล้วมีผลต่อความสามารถในการดูดซับน้ำในระหว่างการคืนรูป โดยในระหว่างการแช่แข็ง ข้าวสุกจะมีผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่เกิดขึ้นเนื่องจากการตกตะกอนและหดตัวของกลูเตลิน (glutelin) และเจลของสตาร์ชได้มีการปล่อยน้ำอิสระเข้าสู่ช่องว่างและน้ำจะมาเพิ่มขนาดน้ำแข็งจนตัดโครงสร้างของแป้งที่เป็นคอลลอยย์ เมื่อนำมาอบแห้งเป็นผลทำให้โครงสร้างภายในเมล็ดข้าวเกิดรูพรุน โดยกระบวนการผลิตวิธีนี้ทำได้โดยนำข้าวมาแช่น้ำแล้วนำไปต้มในน้ำเดือดเพื่อให้ข้าวเกิดการเจลาติไนซ์สมบูรณ์ แล้วจึงนำมาทำให้เย็นในน้ำเย็นเพื่อป้องกันการเกิดการพองตัวมากเกินไป จากนั้นนำไปแช่เยือกแข็ง ก่อนที่จะทำการอบแห้งนำมาละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิห้องเพื่อป้องกันเมล็ดข้าวเหนียวติดกัน เพราะจะส่งผลต่อลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์สุดท้าย โดยข้าวกึ่งสำเร็จรูปที่ได้จะใช้ระยะเวลาคืนรูปสั้น

Keneaster และ Newlin (1957) ศึกษาการผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูปโดยแช่ข้าวในน้ำเป็นเวลา 16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียสจนกระทั่งอิ่มตัว ซึ่งเวลาในการแช่สามารถลดลงได้เหลือ 1.5 ชั่วโมงโดยการเพิ่มอุณหภูมิน้ำที่แช่ ข้าวที่เกิดการเจลาติไนซ์สมบูรณ์โดยปราศจากการแตกบานที่ผิวเมล็ดถูกนำไปลดอุณหภูมิในน้ำเย็น หลังจากนั้นเทน้ำทิ้ง แล้วนำไปแช่แข็ง อุณหภูมิที่ใช้ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
110599

แช่แข็งที่ 0 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-3 ชั่วโมง ช่วงนี้จะเกิดการก่อตัวของผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่ ทำให้โครงสร้างของเมล็ดข้าวขยายขนาดขึ้นและมีลักษณะรูพรุน หลังจากนั้น ข้าวแช่แข็งจะถูกนำมาละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิห้อง เมื่อละลายน้ำแข็งเสร็จแล้ว ผลิตภัณฑ์จะถูกนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียสอย่างน้อย 3.5 ชั่วโมง ในขั้นตอนการละลายน้ำแข็งและอบแห้งต้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์ระหว่างการละลายให้ดี การแช่แข็งทำให้เกิดรูพรุนในเมล็ดข้าว ช่วยลดระยะเวลาในการคืนรูป ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังอบแห้งสามารถคืนรูปภายในเวลา 5 นาที

2.4.6 การใช้ puffing gun (gun-puffing)

เป็นวิธีการที่นิยมใช้ผลิตผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปจากข้าวเจ้า ข้าวโอ๊ต ข้าวสาลี โดยอุปกรณ์ที่ใช้เรียกว่า puffing gun จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะการพองตัว โดยการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้ไอน้ำ (steam chamber) เมื่อวัตถุดิบผ่านเข้ามาจะมีการลดความดันเพื่อที่จะดึงอากาศออกจากวัตถุดิบก่อน ไอน้ำจะถูกส่งเข้ามาเพื่อทำให้ข้าวเกิดการเจลาติไนซ์ จากนั้นผลิตภัณฑ์จะถูกส่งไปยังห้องสุญญากาศ ข้าวที่ผ่านเข้ามาจะเกิดการขยายตัวทันที เพราะความดันลดลงอย่างรวดเร็ว ผลิตภัณฑ์ข้าวกึ่งสำเร็จรูปที่ได้จะมีขนาดใหญ่ประมาณ 2-3 เท่า ทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับน้ำได้มาก น้ำจะดูดซึมเข้าไปในเมล็ดข้าวได้เร็ว ข้าวกึ่งสำเร็จรูปสามารถคืนรูปได้ในระยะเวลาสั้น แต่วิธีนี้ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่สม่ำเสมอเนื่องจากการไล่ความดันออกจาก expansion chamber ทำได้ไม่ทันทีขณะเมล็ดข้าวถูกป้อนเข้ามา (Luh *et al.* 1980)

2.4.7 การทำแห้งในสภาวะแช่เยือกแข็ง (freeze drying)

ข้าวสุกจะถูกนำไปแช่เยือกแข็งก่อน ในขณะแช่แข็งจะเกิดผลึกน้ำแข็งขึ้นในเมล็ด หลังจากนั้นจึงนำไปเข้าเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ผลึกน้ำแข็งจะเกิดการระเหิดไปในสภาวะอุณหภูมิต่ำ ได้ข้าวกึ่งสำเร็จรูปที่มีรูพรุน ใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 24 ชั่วโมง ได้ผลิตภัณฑ์ข้าวกึ่งสำเร็จรูปความชื้นต่ำ รูพรุนสูง วิธีการนี้จะใช้ต้นทุนในการผลิตสูงมากจึงไม่เป็นที่นิยม

2.4.8 การใช้สารเคมี (chemical treatment)

มีการใช้สารเคมีในขั้นตอนการผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูป เช่น การแช่และการต้ม สารเคมีที่นิยมใช้ เช่น กรดไขมันประเภทเอสเทอร์ กรดไขมันประเภทซอร์บิทอลเอสเทอร์ โพรพิลีนไกลคอล ซึ่งคุณสมบัติของสารเหล่านี้เป็นสารเพิ่มความคงตัว สารเพิ่มความสามารถในการละลาย โดยจะไปเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโปรตีนที่ผิวของเมล็ดข้าวให้มีการดูดซึมน้ำง่ายขึ้น

Lewis และ Lewis (1965) ใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ในการแช่ข้าวที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส โดยขณะเดียวกันแป้งสามารถเกิดเจลาติไนซ์บางส่วน เมล็ดข้าวจะดูดซึมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ประมาณร้อยละ 25-100 ของน้ำหนักเมล็ดข้าว เมื่อนำไปให้ความร้อนจะใช้เวลาในการหุงน้อย เนื่องจากคุณสมบัติของโซเดียมคลอไรด์จะปรับโครงสร้างโปรตีนโดยการลดหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำลายโครงสร้างโปรตีน เพื่อให้ข้าวสามารถดูดน้ำได้มากขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะสามารถคืนรูปได้เร็วเนื่องจากโปรตีนที่ผิวถูกทำลายไปบางส่วนแล้ว

Champagne และคณะ (1985) ทดลองแช่ข้าวในสารละลายผสมระหว่างโซเดียมซิเตรทและแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1 หลังจากนั้นนำไปหุงและอบแห้ง พบว่าสามารถทำให้ข้าวกึ่งสำเร็จรูปมีการดูดน้ำกลับได้ดีขึ้น โดยใช้เวลาในการคืนรูป 5-10 นาที ซึ่งสารละลายผสมดังกล่าวจะช่วยให้เมล็ดข้าวไม่ติดกัน นอกจากนั้นแล้วแคลเซียมคลอไรด์ยังช่วยลดความร้อนในขั้นตอนการหุงข้าวก่อนอบแห้ง โดยจะเป็นตัวดูดความชื้นทำให้เมล็ดข้าวมีความชื้นที่ต้องการเร็วขึ้น

Smith และคณะ (1985) ทดลองแช่ข้าวในสารละลายความเข้มข้นร้อยละ 1 ของโซเดียมซิเตรทและโซเดียมคลอไรด์ (50:50) เพื่อให้การดูดซึมน้ำในระหว่างการคืนรูปดีขึ้น พบว่าจะใช้ระยะเวลาในการคืนรูป 5-10 นาที นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้สารเคมีจะทำให้ข้าวมีสีขาวมากขึ้น แต่ทำให้อายุการเก็บรักษาข้าวกึ่งสำเร็จรูปสั้นลงซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Bhaskar และคณะ (1989) ที่ทดลองต้มข้าวในสารละลายโซเดียมฟอสเฟตความเข้มข้นร้อยละ 0.3 และสารละลายแคลเซียมซิเตรทความเข้มข้นร้อยละ 0.2 พบว่าข้าวกึ่งสำเร็จรูปที่ได้มีสีขาวมากขึ้น กลุ่มสารฟอสเฟตจะทำให้เม็ดแป้งดูดซึมน้ำได้มากขึ้น โดยเพิ่มหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) ทำให้เม็ดแป้งมีความสามารถจับกับโมเลกุลของน้ำได้ดีขึ้น

สุภาวรรณ รัตน์โชตินันท์ และ สิริพร โตมา (2537) ศึกษาการทำข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน จากการทดลองพบว่า เมื่อแช่ข้าวเหนียวในน้ำเดือดที่เติมสารละลายกรดซิตริก 0.02 กรัม/กรัมของน้ำหนักข้าว และอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 80 นาที จะมีความชื้นเหลืออยู่ร้อยละ 10.95 สภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งหลังจากเคลือบเจลาติน คือ นำมาอบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส นาน 100 นาที ระยะเวลาคืนรูปที่เหมาะสม คือ 4 นาที และมีไอโอดีนเหลืออยู่ร้อยละ 17.05 ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีนที่ได้สามารถคืนรูปได้โดยมีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกับข้าวเหนียวนึ่งที่บริโภคทั่วไป

วรรณี สถาพรพิชญ์ และ วิยะดา วรโสภณทวีพร (2538) ศึกษาการผลิตข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง โดยศึกษาปริมาณกรดอะซิติกที่เติมลงไป พบว่าปริมาณที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักข้าวเหนียวดิบ ระยะเวลาและอุณหภูมิทำแห้งที่เหมาะสม คือ 70 องศาเซลเซียส 240 นาที สภาวะการคืนรูปที่เหมาะสม คือ แช่ในน้ำเดือด 4 นาที พบว่าข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่งสามารถคืนรูปได้โดยมีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกับข้าวเหนียวนึ่งที่บริโภคทั่วไป

ขวัญใจ เลาหสวัสดิ์ และ วรรณดี บินไชย (2540) ศึกษาการผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวหอมมะลิและข้าวบาสมาติ เริ่มจากการให้ความร้อนขั้นต้น (preheat) การแช่หรือการทำให้ข้าวเกิดเจล การทำให้สุก การทำให้แห้ง จากผลการศึกษาปรากฏว่า ข้าวที่ผ่านการให้ความร้อนขั้นต้นจะเกิดรอยร้าวเล็ก ๆ ช่วยลดระยะเวลาในการแช่และการทำให้สุก การแช่ข้าวในสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตร้อยละ 0.05 ที่อุณหภูมิ 90-70 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ทำให้ข้าวพองตัวดีและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดเจล สารเคมีนี้ทำให้ข้าวมีการดูดซึมน้ำได้ดี จากการศึกษาพบว่า การทำให้แห้งในตู้อบลมร้อนโดยใช้อุณหภูมิ 2 ระดับให้ผลดีกว่าการใช้อุณหภูมิระดับเดียว โดยช่วงแรกใช้อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 30-60 นาที และช่วงหลังใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จะได้ข้าวกึ่งสำเร็จรูปที่มีความชื้นประมาณร้อยละ 4-7 พบว่าข้าวหอมมะลิกึ่งสำเร็จรูปจะคืนรูปได้เร็วกว่าและใช้ปริมาณน้ำน้อยกว่าข้าวบาสมาติกึ่งสำเร็จรูป ข้าวกึ่งสำเร็จรูปเมื่อนำไปคืนรูปโดยต้มในน้ำเดือดสามารถคืนรูปได้เร็วกว่าเติมน้ำเดือด หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 12 เดือน เมื่อนำมาคืนรูป มีลักษณะเนื้อ สี กลิ่น รส ใกล้เคียงข้าวสวยที่หุงตามปกติ

ชาญวิทย์ เจียรเวทย์ และ สกล ลักษณ์เชื้อวงศ์ (2549) ศึกษากระบวนการผลิตข้าวเหนียวมูนสเตอริไลซ์ จากการทดลองพบว่าขั้นตอนการแช่ข้าวเหนียวไม่จำเป็นต้องใช้สารส้ม เนื่องจากไม่มีความแตกต่างในเรื่องของความมันเงาของเมล็ดข้าวเหนียว ด้านปริมาณกะทิที่ใช้พบว่าปริมาณที่เหมาะสม คือ มะพร้าวต่อข้าวเหนียวในสัดส่วน 0.8:1 และยังศึกษาถึงปริมาณน้ำมันสลัดที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มความมันเงาให้กับเมล็ดข้าว พบว่าการใช้ปริมาณน้ำมันสลัดต่อน้ำกะทิ 0.02:1 ส่งผลให้เมล็ดข้าวเกิดความมันเงาและทำให้เนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวมูนนุ่มขึ้น

2.5 การทำแห้ง

หลักในการทำอาหารให้แห้ง คือ จะต้องไล่น้ำหรือความชื้นที่มีอยู่ออกไป แต่ผลิตภัณฑ์จะยังมีความชื้นเหลืออยู่มากน้อยแล้วแต่ชนิดของอาหาร (บุหลัน พิทักษ์ผล และ ทัสนี สรสุชาติ. 2538)

วิธีการในการทำแห้งมีหลายวิธีคือ

1. ใช้กระแสลมร้อนสัมผัสกับอาหาร เช่น ตู้อบแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อน (hot air dryer)
2. พ่นอาหารที่เป็นของเหลวไปในลมร้อน เครื่องมือที่ใช้คือ เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (spray dryer)
3. ให้อาหารข้นสัมผัสผิวหน้าของลูกกลิ้งร้อน เครื่องมือที่ใช้คือ เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer หรือ roller dryer)
4. กำจัดความชื้นในอาหารในสภาพที่ทำน้ำให้เป็นน้ำแข็งแล้วกลายเป็นไอในห้องสุญญากาศ ซึ่งเป็นการทำให้อาหารแห้งแบบเยือกแข็ง โดยเครื่องอบแห้งแบบเยือกแข็ง
5. ลดความชื้นในอาหาร โดยใช้ไมโครเวฟ (microwave)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ผลของการทำแห้งต่ออาหาร

การทำให้อาหารแห้ง พบว่าจะทำให้อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงจากสภาพเดิม ดังต่อไปนี้

2.5.1.1 การเหี่ยวย่น เนื่องจากการสูญเสียน้ำออกไปจากเซลล์ของอาหาร การป้องกันไม่ให้อาหารเหี่ยวย่นมากขณะทำแห้งอาจทำได้โดยการรักษาความชื้นทั้งผิวนอกและข้างในอาหารให้ใกล้เคียงกัน ส่วนอุณหภูมิเริ่มต้นในการทำแห้งถ้าสูงมากเกินไปจะทำให้อาหารเหี่ยวย่นได้ง่าย

2.5.1.2 ความหนาแน่นรวม ถ้าอาหารถูกอบแห้งเร็วเกินไป ทำให้อาหารมีค่าความหนาแน่นรวมน้อยกว่าพวกที่อบแห้งด้วยอัตราอบแห้งช้า

2.5.1.3 ความสามารถในการคืนตัวอาหารที่ถูกทำให้แห้งจะมีคุณสมบัติในการคืนตัว แต่การคืนตัวอย่างช้าหรือไม่สมบูรณ์เป็นสิ่งที่ไม่ต้องการในอาหารอบแห้ง

2.5.1.4 การสูญเสียสารระเหย ในระหว่างที่น้ำกลายเป็นไอระเหยไปจากอาหารจะพาสารระเหยไปด้วยปริมาณที่ต่างกันจนต้องมีการดักจับกลิ่นที่ระเหยออกไปกลับมายังอาหารอีกในอุตสาหกรรมอาหารแห้งบางชนิด เช่น กาแฟสำเร็จรูป

2.5.1.5 การเกิดสีน้ำตาล การเกิดสีน้ำตาลของอาหารระหว่างทำแห้งเป็นปัญหาสำคัญ เนื่องจากจะทำให้คุณภาพของอาหารต่ำลง ปัจจัยที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลในอาหารขณะทำให้แห้งได้แก่ อุณหภูมิระยะเวลา ถ้าอุณหภูมิสูงและระยะเวลาในการให้ความร้อนนาน จะทำให้อาหารเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น นอกจากนั้นความชื้นของอาหารก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลแก่อาหาร พบว่าความชื้นประมาณร้อยละ 15-20 ทำให้อัตราการเกิดสีน้ำตาลในระหว่างการอบแห้งอาหารสูงที่สุด แต่ถ้าอาหารแห้งอย่างสมบูรณ์ การเกิดสีน้ำตาลจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ (พรพล รมย์นุกูล. 2545)

2.5.2 สภาวะแวดล้อมในการเก็บรักษาอาหารแห้ง

สภาวะแวดล้อมในการเก็บรักษาอาหารที่ผ่านการถนอมและแปรรูปด้วยการทำแห้งเป็นปัจจัยหลักสำคัญที่มีอิทธิพลต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารแห้งซึ่งสภาวะแวดล้อมที่ควรคำนึงถึงในการเก็บรักษาอาหารแห้ง ได้แก่

2.5.2.1 ความชื้นสัมพันธ์และออกซิเจนในบรรยากาศ อาหารที่ได้จากการทำแห้งจะมีปริมาณความชื้นต่ำ ดังนั้นการเก็บในสภาพบรรยากาศปกติหรือในบรรยากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงจะเป็นผลทำให้อาหารแห้งดูดความชื้นจากบรรยากาศโดยรอบ ซึ่งก่อให้เกิดการเสื่อมเสียคุณภาพของอาหาร นอกจากนี้ออกซิเจนยังเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสารอาหารในอาหารแห้ง เช่น การเกิดออกซิเดชั่นของไขมัน ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นหืน

2.5.2.2 อุณหภูมิและแสงในขณะเก็บรักษา

ถ้าเก็บอาหารแห้งไว้ที่อุณหภูมิสูง จะทำให้อาหารแห้งเกิดการเสื่อมเสียได้ง่ายขึ้น เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อัตราเร็วของปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียคุณภาพอาหารแห้งนั้นจะเกิดเร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.3 สัตว์ แมลง จุลินทรีย์และสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษาอาหารแห้ง สัตว์ เช่น หนู แมลง ชอบกัดแทะอาหารแห้ง ทำให้เกิดความเสียหาย และเมื่อเกิดสภาวะที่เหมาะสม จุลินทรีย์ก็สามารถเจริญและปนเปื้อนในอาหารได้ ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของอาหาร นอกจากนี้สิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ในบรรยากาศที่เก็บรักษาอาหารแห้ง เช่น ฝุ่นละอองต่าง ๆ ก็สามารถปนเปื้อนลงในอาหารแห้งทำให้คุณภาพของอาหารแห้งด้อยลงได้ (พรพล รมย์นุกูล. 2545)

2.5.3 คุณภาพของเมล็ดพืชกับการอบแห้ง

อุณหภูมิของการอบแห้งมีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพืชหลังการอบแห้งมาก การใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไปมักทำให้คุณภาพของเมล็ดพืชลดลง อุณหภูมิของอากาศที่ใช้อบแห้งจะแตกต่างจากอุณหภูมิของเมล็ดพืช เมื่อเริ่มการอบแห้งอุณหภูมิของเมล็ดพืชจะต่ำกว่าของอากาศ เมื่อเมล็ดพืชแห้งมากอุณหภูมิของเมล็ดพืชจะเพิ่มสูงขึ้นจนในที่สุดอาจมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับอุณหภูมิของอากาศ อุณหภูมิของเมล็ดพืชจะเป็นตัวกำหนดคุณภาพ การใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไปจะทำให้บริเวณผิวของเมล็ดพืชสูญเสียความชื้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ผิวแข็งตัว เมื่อการอบแห้งเคลื่อนย้ายจากบริเวณผิวไปยังชั้นในของเมล็ดพืช ทำให้ชั้นในเสียความชื้นและหดตัวโดยแยกตัวออกจากบริเวณผิวที่แข็ง ซึ่งอาจมีผลให้เกิดรอยร้าว แยกแตก ปริหรือหักในเมล็ดพืชได้ จึงไม่ควรใช้อุณหภูมิสูงเกินไป การสูญเสียความชื้นจะเป็นไปอย่างช้า ๆ ซึ่งผิวของเมล็ดพืชจะไม่แข็งตัวในเวลาอันรวดเร็วเกินไป จึงไม่ก่อให้เกิดการแตกหรือหักในเมล็ดพืช (สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.1.1 เครื่องมือ

3.1.1.1 เครื่อง UV-spectrophotometry	Shimadzu UV-1601	ออสเตรเลีย
3.1.1.2 เครื่องอบลมร้อน (Hot air oven)	Memmert	เยอรมัน
3.1.1.3 เครื่องชั่งน้ำหนัก	PineBrook ARC120	สหรัฐอเมริกา
3.1.1.4 เครื่องบดอาหาร	PHILIPS TwistHR	
3.1.1.5 เครื่องทำแห้งแบบถาด (Tray dryer)	B.M.S-3	ไทย
3.1.1.6 เครื่อง Vacuum-seal packge	Sammic V252T	เยอรมัน
3.1.1.7 เครื่องวัดAw	Novasina TH-200	สวิตเซอร์แลนด์
3.1.1.8 เครื่องตีป่นอาหาร (stomacher)	Basic	สเปน
3.1.1.9 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส	TA-XT2i	อิงแลนด์
3.1.1.10 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)	Memmert	เยอรมัน
3.1.1.11 เครื่องวัดสี Choroma meter	Minolta รุ่น CR300	ญี่ปุ่น
3.1.1.12 ไมโครเวฟ	Sharp รุ่น Ems	ญี่ปุ่น
3.1.1.13 โถดูดความชื้น		

3.1.2 วัตถุดิบ

3.1.2.1 ข้าวเหนียวพันธุ์เขี้ยวงูตราฉัตรแก้ว บริษัท ซี พี อินเตอร์เทรด จำกัด (มหาชน)

3.1.2.2 กะทิผงตราชาวไทย บริษัท กรไทย จำกัด

3.1.2.3 น้ำตาลทรายตรามิตรผล บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด

3.1.2.4 เกลือป่นตราปรุงทิพย์ บริษัท อุตสาหกรรม เกลือบริสุทธิ์ จำกัด

3.1.2.5 ซองอลูมิเนียมฟอยล์ OPP/ALU/PE/ ความหนา 20/ 7/53 ไมครอน บริษัท กิจถาวรพลาสติก จำกัด

3.1.2.6 ถุงพลาสติกร้อนใส PP. ขนาด 4.5 นิ้ว×7 นิ้ว บริษัท เค เอฟ มาร์เก็ตติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 สารเคมี

3.1.3.1 สารเคมีที่ใช้ในการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) Plate Count Agar (PCA)

3.1.3.2 ไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต บริษัท เคมีวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม จำกัด

3.1.5 อุปกรณ์

3.1.5.1 เครื่องแก้วสำหรับงานวิเคราะห์

3.1.5.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ Stomacher bag จานเพาะเชื้อ หลอดทดลองขนาด 16×150 มม. ที่มีฝาปิด ปิเปต ห่วงเขี่ยเชื้อ (loop) เครื่อง stomacher เครื่อง vortex mixer ตะเกียงแอลกอฮอล์ forcep

3.1.5.3 เครื่องครัว ได้แก่ มีด เขียง หม้อสแตนเลส ทัพพี กระชอน ลังถึง

3.2 วิธีการดำเนินงาน

3.2.1 การศึกษาลักษณะสำคัญของข้าวเหนียวมูน

การศึกษาเค้าโครงของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูนเพื่อหาลักษณะที่สำคัญ (attributes) ของข้าวเหนียวมูน โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ผู้ที่มีความชำนาญในการทำข้าวเหนียวมูน จำนวน 10 คน เพื่อหาลักษณะสำคัญของข้าวเหนียวมูน นำมาสรุปผลเพื่อกำหนดลักษณะที่ดีของข้าวเหนียวมูนต่อไป

3.2.2 วิธีการทำข้าวเหนียวมูน

นำข้าวเหนียวเขี้ยวงูมาซาวน้ำให้สะอาดแล้วแช่ในน้ำอุ่นอย่างน้อย 2 ชั่วโมง นำข้าวเหนียวไปนึ่งให้สุก ใช้เวลาประมาณ 30 นาที ระหว่างนั้นนำกะทิ น้ำตาลทราย เกลือมาผสมกัน นำไปตั้งไฟคอยคนอย่าให้กะทิแตกมัน พอเดือดยกลง นำข้าวเหนียวที่นึ่งสุกผสมกับน้ำกะทิ คนเร็ว ๆ ให้เข้ากันจนทั่ว ปิดฝา ตั้งทิ้งไว้เพื่อให้ข้าวเหนียวระอุ ประมาณ 10 นาที

3.2.3 การศึกษาส่วนผสมของข้าวเหนียวมูนที่เหมาะสม

ทดลองผลิตข้าวเหนียวมูน โดยใช้ส่วนผสม คือ ข้าวเหนียวเขี้ยวงู กะทิ น้ำตาล และเกลือ ที่แตกต่างกันตามปริมาณดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมข้าวเหนียวมูนที่ใช้ในการทดลอง

ส่วนผสม	สูตรที่ 1*		สูตรที่ 2**		สูตรที่ 3***	
	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ	กรัม	ร้อยละ
ข้าวเหนียว	168	100	168	100	168	100
กะทิ	84	50	76	45.2	52.5	31.3
น้ำตาลทราย	40	23.8	30	17.9	45	26.8
เกลือ	2	1.2	2	1.2	2.5	1.5

ที่มา : * ศรีสมร คงพันธุ์ (2534) ** สัพเพเหระข้างครัว (2545) *** Varithorn (2550)

เตรียมตัวอย่างข้าวเหนียวมูนทั้งหมดตามวิธีในข้อ 3.2.3 จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

3.2.3.1 วัดเนื้อสัมผัสด้านความเหนียว (Stickiness) ด้วยเครื่อง Texture analyzer ใช้ aluminum cylinder probe ขนาด 25 มิลลิเมตร (p25) โดยใช้สภาวะดังนี้

Test mode and option : Return to start

Pre test speed : 0.5 mm

Test speed : 0.5 mm/s

Post test speed : 10.0 mm/s

Strain : 75%

Trigger type : 10 g

3.2.3.2 ค่าสี โดยใช้ Chroma meter

3.2.3.3 ทดสอบคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสแบบ 1-9 Hedonic scale test ด้านลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าว ความมันเงา ความเหนียวนุ่ม รสชาติและความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบซึ่งเป็นผู้ที่มีความชำนาญในการทำข้าวเหนียวมูน จำนวน 10 คน

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของผลการทดลองข้อ 3.2.3.1-3.2.3.2 ตามแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) ส่วนผลการทดลองข้อ 3.2.3.3 วิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อเลือกส่วนผสมที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุดสำหรับใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

3.2.4 การคำนวณเพื่อปรับส่วนผสมให้เป็นข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

จากส่วนผสมที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในข้อ 3.2.3 วิเคราะห์ความชื้นของส่วนประกอบทั้งหมดตามวิธีของ AOAC (1999) คำนวณปริมาณร้อยละของส่วนประกอบแต่ละชนิดในผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวมูลกึ่งสำเร็จรูปโดยน้ำหนักแห้งรวมทั้งปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการคืนรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 ศึกษาปริมาณไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่เหมาะสมในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

เนื่องจากข้าวเหนียวซึ่งอบแห้งตามปกติเมื่อคืนรูปจะมีเนื้อสัมผัสไม่ดี จึงทดลองปรับปรุงเนื้อสัมผัสด้วยไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต โดยนำข้าวเหนียวแช่ในสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 0.1 0.2 และ 0.3 ใช้สัดส่วนสารละลายต่อน้ำหนักข้าวเหนียว 1:5 (น้ำหนัก/ปริมาตร) โดยแช่ในสารละลายที่มีอุณหภูมิเริ่มต้น 90 องศาเซลเซียส แช่เป็นเวลา 40 นาที ตัวอย่างควบคุมคือข้าวที่ไม่ใส่สารไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต ทำโดยการแช่น้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน จากนั้นนำข้าวเหนียวไปนึ่งให้สุก ใช้เวลาประมาณ 15 นาที ทิ้งไว้จนอุณหภูมิลดลงเหลือ 40 องศาเซลเซียสจึงนำไปล้างด้วยน้ำเย็นแล้วเกลี่ยบนตะแกรงให้เมล็ดกระจายสม่ำเสมอ ทำให้แห้งโดยใช้เครื่องอบลมร้อน ใช้อุณหภูมิ 2 ระดับ คือ ช่วงแรกที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที ช่วงที่ 2 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง วิเคราะห์คุณภาพของข้าวสุกแห้งดังนี้

3.2.5.1 ปริมาณไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตคงเหลือ (AOAC, 1999)

จากนั้นนำตัวอย่างข้าวสุกแห้งที่ได้มาทำข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปเพื่อตรวจสอบตัวอย่างหลังการคืนรูป โดยนำกะทิผงสำเร็จรูป เกลือและน้ำตาลมาละลายและผสมให้เข้ากันด้วยน้ำร้อนปริมาณ 50 กรัม เติมข้าวเหนียวแห้งและน้ำส่วนที่เหลือในน้ำกะทิ คนให้เข้ากัน ใส่ไมโครเวฟ ระดับ high ใช้เวลา 2 นาที นำออกมาคนให้เข้ากัน นำเข้าไมโครเวฟอีกครั้ง ใช้เวลา 2 นาที ปิดฝาภาชนะให้สนิท ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที จะได้ข้าวเหนียวมูน วิเคราะห์คุณภาพของข้าวเหนียวมูนคืนรูปด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.2.5.2 สัดส่วนการคืนรูป (Subadra *et al*, 1997)

3.2.5.3 ค่าสี โดยใช้ Chroma meter วัดด้วยระบบ Hunter

3.2.5.4 วัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer เพื่อทดสอบคุณสมบัติด้านความเหนียว (stickiness) โดยใช้ภาวะเช่นเดียวกับข้อ 3.2.3.1

3.2.5.5 ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการทดสอบแบบ Hedonic test ในด้านลักษณะปรากฏ ลักษณะเมล็ดข้าว รสชาติ ความมันเงา เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยให้คะแนน 9 ระดับ ใช้ผู้ทดสอบซึ่งเป็นผู้ที่มีความชำนาญในการทำข้าวเหนียวมูน จำนวน 10 คน เป็นผู้ให้คะแนน

ทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลในข้อ 3.2.5.1-3.2.5.4 ตามแผนการทดลองแบบ CRD ส่วนข้อ 3.2.5.5 วิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลองแบบ RCBD เช่นเดียวกับข้อ 3.2.3.3 เพื่อเลือกความเข้มข้นของไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การศึกษาลักษณะสำคัญของข้าวเหนียวมูน

ผลสรุปจากการศึกษาลักษณะสำคัญของข้าวเหนียวมูนโดยการสัมภาษณ์ผู้ที่มีความชำนาญในการทำข้าวเหนียวมูนจำนวน 10 คน (ภาคผนวก ข) แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาลักษณะสำคัญของข้าวเหนียวมูน

ลักษณะปรากฏ	คุณสมบัติของข้าวเหนียวมูน
ลักษณะเมล็ดข้าว	เมล็ดข้าวมีลักษณะเรียวยาวเต็มเมล็ด ไม่แตกหัก เมล็ดขาวใส และเมล็ดข้าวต้องไม่บาน
ความมันเงา	เมล็ดมันเงา ใส ความมันเงามาจากกะทิ มีลักษณะฉ่ำน้ำกะทิเล็กน้อย
เหนียวนุ่ม	ข้าวเหนียวต้องเหนียวนุ่ม เมล็ดข้าวมีการยึดเกาะตัวกันดี ข้าวเหนียวต้องไม่แฉะ หรือแข็งจนเกินไป
รสชาติ	มีรสชาติ หวาน มัน เค็ม ครบทั้ง 3 รส หอมและมันจากกะทิ หวานจากน้ำตาลและกะทิ

ผลการศึกษาลักษณะสำคัญของข้าวเหนียวมูนจากการสัมภาษณ์ผู้ที่มีความชำนาญในการทำข้าวเหนียวมูน พบว่าลักษณะที่ดีของข้าวเหนียวมูนนั้น เมล็ดข้าวควรมีลักษณะเรียวยาวเต็มเมล็ด มีความเงาใส เมล็ดไม่บาน ไม่หัก ไม่เละ ควรมีเมล็ดขาวใส มีความมันเงาจากน้ำกะทิและไม่เป็นคราบขาวที่เมล็ด เนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวต้องไม่แฉะหรือแข็งจนเกินไป เหนียวนุ่ม ข้าวเกาะตัวกันระหว่างเมล็ด แต่ไม่เกาะตัวกันเป็นก้อนจนเกินไป เมล็ดข้าวเหนียวไม่ติดภาชนะ ต้องมีรสชาติหวาน มัน เค็ม กลมกล่อม

4.2 การศึกษาส่วนผสมของข้าวเหนียวมูนที่เหมาะสม

เมื่อทดลองนำข้าวเหนียวมูนที่ใช้ส่วนผสมกะทิ น้ำตาล และเกลือที่ต่างกัน มาวิเคราะห์เนื้อสัมผัสทางด้านความเหนียวและค่าสีด้วยเครื่องวัด ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้านความเหนียว และค่าสีของข้าวเหนียวมูนที่มีส่วนผสมของกะทิ น้ำตาล และเกลือที่ต่างกัน

สัดส่วนที่	ค่าความเหนียว (stickiness) (g.force)	ค่าสี		
		L^{ns}	a^{ns}	b^{ns}
1	-230.27[a]±0.58	63.43±0.52	-1.14±0.03	1.45±0.02
2	-229.74[a]±0.39	62.94±0.73	-1.15±0.03	1.57±0.03
3	-224.07[b]±0.95	62.71±0.61	-1.18±0.04	1.56±020

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 ในด้านค่าความเหนียว พบว่าส่วนผสมกะทิ น้ำตาล และเกลือที่ต่างกัน มีผลทำให้ค่าความเหนียวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p=0.00$) โดยสัดส่วนที่ 1 ใช้ข้าวเหนียวต่อกะทิ 1:0.64 สัดส่วนที่ 2 ใช้ข้าวเหนียวต่อกะทิ 1:0.75 และสัดส่วนที่ 3 ใช้ข้าวเหนียวต่อกะทิ 1:0.59 จะเห็นว่าสัดส่วนที่ 1 และ 2 ใช้ปริมาณน้ำกะทิมากกว่า ข้าวจึงดูดซับน้ำและเกิดการพองตัวได้มากกว่า ทำให้ค่าความเหนียวที่วัดได้มากกว่าค่าของสัดส่วนที่ 3

พบว่าปริมาณส่วนผสมกะทิ น้ำตาล และเกลือที่ต่างกันในช่วงที่ทดลองไม่มีผลทำให้ค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อนำข้าวเหนียวมูนมาวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเหนียวมูนที่มีส่วนผสมกะทิ น้ำตาล และเกลือที่ต่างกัน

ลักษณะที่ทดสอบ	สัดส่วนที่ 1	สัดส่วนที่ 2	สัดส่วนที่ 3
ลักษณะเมล็ดข้าว	6.80[b]±1.05	7.06[ab]±0.47	7.50[a]±1.08
ความมันเงา	7.90[a]±0.78	7.40[ab]±0.51	6.90[b]±0.73
ความเหนียวนุ่ม	6.90[b]±0.56	6.20[b]±1.44	7.90[a]±0.69
รสชาติ	6.70[b]±1.33	6.40[b]±1.95	7.90[a]±0.87
ความชอบโดยรวม	6.60[b]±1.10	6.60[b]±1.57	7.90[a]±1.08

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 ด้านลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าว พบว่าส่วนผสมของข้าวเหนียวมูน คือ กะทิ น้ำตาล และเกลือที่ใช้ต่างกันทำให้คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(p=0.02) โดยข้าวเหนียวมูนสัดส่วนที่ 1 และ 2 รวมทั้งสัดส่วนที่ 2 และ 3 จะได้คะแนนความชอบลักษณะเมล็ดข้าวไม่ต่างกัน แต่สัดส่วนที่ 1 และ 3 ได้คะแนนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผู้ทดสอบให้คะแนนสัดส่วนที่ 3 มากที่สุด เนื่องจากสัดส่วนที่ 3 ใช้สัดส่วนข้าวเหนียวต่อกะทิในปริมาณน้อยกว่า จึงทำให้เนื้อสัมผัสไม่แฉะเกินไป จึงได้คะแนนมากที่สุด

ด้านความมันเงา พบว่าส่วนผสมข้าวเหนียวมูนที่ต่างกันมีผลทำให้คะแนนจากผู้ทดสอบต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.00) โดยข้าวเหนียวมูนสัดส่วนที่ 1 และ 2 รวมทั้งสัดส่วนที่ 2 และ 3 จะได้คะแนนไม่ต่างกัน แต่สัดส่วนที่ 1 และ 3 จะได้คะแนนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสัดส่วนที่ 1 และ 2 ได้คะแนนในระดับชอบปานกลาง และสัดส่วนที่ 3 ได้คะแนนระดับชอบเล็กน้อย เนื่องจากเมื่อใช้ปริมาณกะทิมากขึ้นจะทำให้ปริมาณไขมันมากขึ้น ไขมันสามารถช่วยให้การกระจายและสะท้อนแสงได้มากขึ้น จึงมองเห็นลักษณะความมันเงาของข้าวเหนียวมูนมากขึ้น

ด้านความเหนียวนุ่ม พบว่าส่วนผสมข้าวเหนียวมูนที่ต่างกันมีผลทำให้คะแนนจากผู้ทดสอบต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.03) โดยตัวอย่างข้าวเหนียวมูนสัดส่วนที่ 1 และ 2 จะได้คะแนนไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ต่างจากสัดส่วนที่ 3 พบว่าการลดปริมาณกะทิที่ใช้ในช่วงของการทดลองจะทำให้ตัวอย่างมีแนวโน้มที่จะได้คะแนนมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อใช้ปริมาณน้ำกะทิมากเกินไปจะทำให้เมล็ดข้าวมีเนื้อสัมผัสนิ่มและมากเกินไป

ด้านรสชาติ พบว่าส่วนผสมข้าวเหนียวมูนที่ต่างกันมีผลทำให้คะแนนจากผู้ทดสอบต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.00) โดยข้าวเหนียวมูนสัดส่วนที่ 1 และ 2 ได้คะแนนไม่ต่างกัน แต่จะต่างจากสัดส่วนที่ 3 โดยสัดส่วนที่ 1 และ 2 ได้คะแนนในระดับชอบเล็กน้อย ส่วนสัดส่วนที่ 3 ได้คะแนนระดับชอบปานกลาง อาจเนื่องจากสัดส่วนที่ 3 ใช้ปริมาณกะทิน้อยกว่า ทำให้มีรสจัดกว่า

ด้านความชอบโดยรวม พบว่าส่วนผสมข้าวเหนียวมูนที่ต่างกันมีผลทำให้คะแนนจากผู้ทดสอบต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.00) โดยข้าวเหนียวมูนสัดส่วนที่1 และ 2 ได้คะแนนไม่ต่างกัน แต่ต่างจากสัดส่วนที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผู้ทดสอบให้คะแนนสัดส่วนที่ 1 และ 2 ในระดับชอบเล็กน้อย ส่วนสัดส่วนที่ 3 ผู้ทดสอบให้คะแนนที่ระดับชอบปานกลาง ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากผลของความชอบด้านรสชาติและความเหนียวนุ่ม ดังนั้นจึงเลือกสัดส่วนที่ 3 มาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

4.3 การคำนวณเพื่อปรับส่วนผสมให้เป็นข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

ในการคำนวณส่วนผสมของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปจะต้องวิเคราะห์ความชื้นในวัตถุดิบสดและแห้งที่ใช้ก่อน เพื่อคำนวณให้มีปริมาณของแข็งของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป(แห้ง)และข้าวเหนียวมูนตามปกติเท่ากัน ผลการวิเคราะห์ความชื้นของวัตถุดิบสดและวัตถุดิบแห้งแสดงในตารางที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ความชื้นของวัตถุดิบสดและแห้งที่ใช้ทำข้าวเหนียวมูนและข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

ส่วนผสม	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)
น้ำกะทิ	42.336
กะทิผง	0.35
ข้าวเหนียวนึ่ง	82.404
ข้าวเหนียวอบแห้ง	7.10
น้ำตาล	0.02
เกลือ	0.15

นำส่วนผสมข้าวเหนียวมูนที่คัดเลือกได้จากการทดลองที่ผ่านมาคือสัดส่วนที่ 3 มาคำนวณน้ำหนักส่วนผสมแห้งเพื่อให้มีน้ำหนักแห้งเท่ากัน จากตารางที่ 4.4 เนื่องจากค่าความชื้นของน้ำตาลและเกลือมีค่าน้อยมาก ดังนั้นจะไม่นำความชื้นขององค์ประกอบทั้งสองชนิดมาคำนวณด้วย ตัวอย่างการคำนวณแสดงในภาคผนวก ค เมื่อคำนวณแล้วจะได้ส่วนประกอบของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปรวมทั้งปริมาณน้ำที่ต้องใช้คืนรูปดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 องค์ประกอบของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปและปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการคืนรูป

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
ข้าวเหนียวอบแห้ง	92.143
กะทิผง	10.19
น้ำตาล	45
เกลือ	2.5
ปริมาณน้ำที่ใช้คืนรูป	118.158

4.4 ศึกษาปริมาณไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่เหมาะสมในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวอบแห้งเมื่อคืนรูป

เนื่องจากเมล็ดข้าวเหนียวอบแห้งแม้ว่าจะนำมาคืนรูปแล้วยังคงมีลักษณะแห้งแข็ง ไม่นุ่มเหมือนข้าวเหนียวปกติ ดังนั้นจึงมีการศึกษาเพื่อพัฒนาเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวอบแห้งหลังการคืนรูปให้ใกล้เคียงกับข้าวเหนียวมูนปกติมากที่สุด โดยนำข้าวเหนียวมาแช่ในสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่มีความเข้มข้นต่างกัน เมื่อวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตตกค้างในข้าวเหนียว ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตตกค้างในข้าวเหนียวอบแห้งเมื่อแช่ในสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ใช้แช่ (ร้อยละ น้ำหนัก/ปริมาตร)	ปริมาณฟอสเฟตในข้าวเหนียวอบแห้ง (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)
0	$821.50^{e} \pm 1.27$
0.05	$941.92^{d} \pm 0.94$
0.1	$1,125.13^{c} \pm 3.26$
0.2	$1,233.63^{b} \pm 3.05$
0.3	$1,422.23^{a} \pm 0.84$

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.6 พบว่าการใช้ความเข้มข้นของสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ต่างกันมีผลทำให้ปริมาณฟอสเฟตตกค้างในข้าวเหนียวสุกอบแห้งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปริมาณจะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้นตามลำดับ ตามกฎหมายกำหนดให้มีปริมาณฟอสเฟตในอาหารได้ไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2549) ดังนั้น สามารถใช้ความเข้มข้นของสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตในช่วงที่ทำการทดลองโดยไม่ทำให้ปริมาณฟอสเฟตตกค้างเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด

เมื่อนำข้าวเหนียวอบแห้งที่แช่ไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ระดับต่างกันมาคืนรูป สัดส่วนการคืนรูปและค่าความเหนียวของข้าวเหนียวคืนรูปเมื่อวัดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส แสดงในตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าการคืนรูปของข้าวเหนียวอบแห้งและค่าความเหนียวของข้าวเหนียวคืนรูปเมื่อใช้ความเข้มข้นสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตต่างกัน

ความเข้มข้นของไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ใช้แช่ (ร้อยละ น้ำหนัก/ปริมาตร)	สัดส่วนการคืนรูป	ค่าความเหนียว (stickiness) (g.force)
0	4.57^{c}±0.30	-217.70^{c}±0.63
0.05	5.51^{b}±0.08	-227.73^{b}±0.36
0.1	5.62^{b}±0.08	-228.04^{b}±0.43
0.2	6.04^{a}±0.10	-236.03^{a}±0.35
0.3	6.22^{a}±0.21	-236.26^{a}±0.38

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.7 พบว่าการใช้ความเข้มข้นของสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ต่างกันมีผลทำให้สัดส่วนการคืนรูปต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.00$) โดยเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น สัดส่วนการคืนรูปจะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ข้าวที่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตเข้มข้นร้อยละ 0.2 และ 0.3 มีสัดส่วนการคืนรูปไม่ต่างกัน แต่ต่างจากข้าวที่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตร้อยละ 0.05 กับ 0.1 รวมทั้งข้าวที่ไม่แช่สาร จะเห็นว่าสารประกอบฟอสเฟตช่วยให้เม็ดแป้งจับกับโมเลกุลของน้ำได้ดีขึ้น (Bhaskar *et al.* 1989) จึงทำให้ข้าวที่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตมีสัดส่วนการคืนรูปเพิ่มขึ้น

ด้านค่าความเหนียว พบว่าการใช้ความเข้มข้นของสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ต่างกันมีผลทำให้ค่าความเหนียวของตัวอย่างต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.00$) โดยค่าความเหนียวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตเพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องจากผลของการดูดซึมน้ำที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

เมื่อนำตัวอย่างข้าวเหนียวสุกแห้งที่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่มีความเข้มข้นต่างกันมาทำข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป แล้วนำข้าวเหนียวมูนสำเร็จรูปที่ได้มาคืนรูปแล้ววิเคราะห์ค่าสี ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการวัดค่าสีในระบบ L a b ของข้าวเหนียวมูนคืนรูปที่ได้จากข้าวเหนียวอบแห้งที่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่มีความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ใช้แช่ (ร้อยละน้ำหนัก/ปริมาตร)	L^{ns}	a^{ns}	b
0	61.86±0.81	-1.72±0.70	3.98^{d}±0.11
0.05	62.21±0.15	-1.75±0.10	4.02^{cd}±0.09
0.1	62.21±0.24	-1.78±0.75	4.17^{bc}±0.03
0.2	61.77±0.35	-1.75±0.15	4.33^{ab}±0.10
0.3	61.77±0.14	-1.79±0.10	4.47^{a}±0.09

หมายเหตุ 1) ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2) ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.8 พบว่าความเข้มข้นของสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ใช้แช่ที่ต่างกันไม่มีผลทำให้ค่าความสว่างและค่าสีแดงของข้าวเหนียวมูนคืนรูปต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะทำให้ค่าสีเหลือง (b) ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.00$) พบว่าข้าวที่ไม่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและข้าวที่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตเข้มข้นร้อยละ 0.05 มีค่าสีเหลืองไม่ต่างกัน แต่ข้าวที่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่มีความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 0.05 จะวัดค่าสีเหลืองได้มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น สารละลายจะมีสีเหลืองเข้มขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของขวัญใจ เลาหสวัสดิ์ และ วรรณดี บินไชย (2540) ที่พบว่าเมื่อแช่ข้าวในสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.1-0.3 จะทำให้เมล็ดข้าวมีสีเหลืองผิดปกติ

เมื่อนำข้าวเหนียวอบแห้งที่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นต่างกันมาคืนรูปเป็นข้าวเหนียวมูน แล้วทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของคะแนนความชอบของการทดสอบทางประสาทสัมผัสข้าวเหนียวมูนคืนรูปที่ได้จากข้าวเหนียวอบแห้งที่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่มีความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ใช้แช่ (ร้อยละ น้ำหนัก/ปริมาตร)	ลักษณะเมล็ดข้าว	ความมันเงา^{ns}	เหนียวนุ่ม	รสชาติ^{ns}	ความชอบโดยรวม
0	7.00^{b}±0.00	7.20±0.78	6.80^{b}±0.42	7.60±0.51	6.90^{c}±0.31
0.05	7.70^{a}±0.67	7.20±0.78	7.60^{a}±0.84	7.50±0.52	7.90^{a}±0.31
0.1	7.50^{a}±0.52	6.70±0.48	7.50^{a}±0.52	7.50±0.52	7.30^{b}±0.48
0.2	6.50^{c}±0.52	6.70±0.48	6.20^{c}±0.42	7.20±0.42	6.70^{c}±0.48
0.3	6.50^{c}±0.52	6.60±0.51	6.00^{c}±0.47	7.20±0.42	6.60^{c}±0.51

หมายเหตุ 1) ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2) ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.9 ด้านลักษณะเมล็ดข้าว พบว่าการใช้ความเข้มข้นของสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ต่างกันมีผลทำให้คะแนนลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าวต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.00$) พบว่าเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น คะแนนความชอบที่ได้มีแนวโน้มลดลง โดยข้าวเหนียวที่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตร้อยละ 0.05 และ 0.1 จะได้คะแนนความชอบลักษณะปรากฏของเมล็ดข้าวไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและคะแนนจะสูงกว่าเมื่อไม่ได้แช่สารละลาย แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายเป็นร้อยละ 0.2 และ 0.3 ตัวอย่างจะได้คะแนนไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่คะแนนความชอบจะลดลง เนื่องจากสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตจะทำให้เมล็ดข้าวดูดน้ำดีขึ้นจึงมีลักษณะปรากฏดีขึ้น แต่ถ้าใช้ปริมาณมากเกินไป เมล็ดข้าวจะดูดซึมน้ำมากเกินไป ทำให้เมล็ดบาน เละ จึงทำให้คะแนนความชอบลดลง

ด้านความมันเงา พบว่าการใช้ความเข้มข้นของสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ต่างกันไม่มีผลทำให้คะแนนด้านความมันเงาต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.08$) จากผลการทดลองที่ผ่านมา (ตารางที่ 4.3) แสดงให้เห็นว่าความมันเงาจะขึ้นอยู่กับปริมาณกะทิ เนื่องจากทุกตัวอย่างใช้กะทิในปริมาณที่เท่ากันจึงทำให้ลักษณะความมันเงาไม่มีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านความเหนียวนุ่ม พบว่าการใช้ความเข้มข้นของสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ต่างกันมีผลทำให้คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.00) โดยข้าวเหนียวที่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตร้อยละ 0.05 และ 0.1 จะได้คะแนนไม่ต่างกันอยู่ในระดับชอบปานกลาง แต่ต่างจากข้าวที่ไม่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต และข้าวเหนียวที่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตร้อยละ 0.2 และ 0.3 ซึ่งได้คะแนนระดับชอบเล็กน้อย จะเห็นว่าเมื่อใช้ความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น คะแนนความชอบที่ได้มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากเมล็ดข้าวมีการดูดซึมน้ำมากเกินไป ทำให้ข้าวเหนียวแฉะเกินไป ซึ่งผิดไปจากลักษณะที่ดีของข้าวเหนียวมูน

ด้านรสชาติ พบว่าการใช้ความเข้มข้นของสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ต่างกันไม่มีผลทำให้คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.32) เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตที่ใช้ไม่มีรสชาติ จึงไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของรสชาติ (HAwley. 1997)

ด้านความชอบโดยรวม พบว่าการใช้ความเข้มข้นของสารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตต่างกันมีผลทำให้คะแนนจากผู้ทดสอบต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.00) โดยข้าวที่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.2-0.3 และข้าวที่ไม่ใช่สารละลายได้คะแนนไม่ต่างกัน แต่จะต่างจากคะแนนตัวอย่างที่ใช้ความเข้มข้นร้อยละ 0.05 และ 0.1 โดยได้คะแนนต่ำกว่า การใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ทำให้ตัวอย่างได้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดและมีปริมาณฟอสเฟตตกค้างไม่เกินปริมาณที่กฎหมายกำหนด (ตารางที่ 4.6) จึงเลือกความเข้มข้นนี้เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

4.5 ศึกษาสภาวะการเก็บรักษาข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านความชื้น ค่าAw ค่า TBA ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง สัดส่วนการคืนรูป และค่าความเหนียวของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปที่แช่และไม่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 4 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง (30±3 องศาเซลเซียส) แสดงดังตารางที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ค่า p-value ที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อศึกษาผลของการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและระยะเวลารวมทั้งอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองต่อค่าความชื้น Aw ค่า TBA ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง สัดส่วนการคืนรูป และค่าความเหนียวเมื่อเก็บเป็นระยะเวลา 4 เดือน

ปัจจัย	p-value							
	ความชื้น (ร้อยละ)	Aw	ค่า TBA (มิลลิกรัมของ malonaldehyde/ กิโลกรัม)	L	a	b	สัดส่วนการคืนรูป	ความเหนียว (g.force)
การใช้สารTSOP	0.893	0.397	0.000*	0.068	0.107	0.151	0.000*	0.075
ระยะเวลา	0.000 *	0.254	0.000*	0.603	0.060	0.000*	0.000*	0.000*
การใช้สารTSOP ×ระยะเวลา	0.029*	0.413	0.000*	0.766	0.766	0.220	0.000*	0.291

หมายเหตุ 1) * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2) ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

3) TSOP หมายถึง สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต

จากตารางที่ 4.10 ในด้านความชื้นของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป การใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระยะเวลาเก็บและปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและระยะเวลาเก็บมีผลทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้าน Aw ค่าความสว่าง (L) และค่าสีแดง (a) ของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปพบว่าปัจจัยหลักคือการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและระยะเวลาเก็บ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและระยะเวลาเก็บไม่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้านค่า TBA และค่าสัดส่วนการคืนรูปของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป พบว่าปัจจัยหลักคือการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต และระยะเวลาเก็บ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและระยะเวลาเก็บ มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ

ด้านค่าสีเหลือง และค่าความเหนียวของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป พบว่าการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาเก็บไม่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระยะเวลาเก็บมีผลทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลของการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตในข้าวเหนียวอบแห้งที่มีผลต่อค่าความชื้น ค่า Aw ค่า TBA ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง สัดส่วนการคืนรูป และค่าความเหนียวของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 4 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง (30±3 องศาเซลเซียส) แสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลของการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตต่อค่าความชื้น ค่า Aw ค่า TBA ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง สัดส่วนการคืนรูป และค่าความเหนียวของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป ที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 เดือน

	ไม่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต	แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต
ความชื้น^{ns} (ร้อยละ)	7.84±0.86	7.86±1.37
Aw^{ns}	0.26±0.06	0.25±0.07
ค่า TBA (มิลลิกรัมของ malonaldehyde/กิโลกรัม)	0.30^{a}±0.09	0.27^{b}±0.09
L^{ns}	62.26±1.00	62.96±1.42
a^{ns}	-1.76±0.04	-1.77±0.05
b^{ns}	5.21±0.99	5.28±0.93
สัดส่วนการคืนรูป	5.16^{b}±0.63	5.42^{a}±0.71
ค่าความเหนียว^{ns} (g.force)	-219.81±6.71	-220.19±6.88

หมายเหตุ 1) a b หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2) ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.11 พบว่าการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตมีผลทำให้ค่า TBA และสัดส่วนการคืนรูปแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลทำให้ค่าความชื้น Aw ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง และค่าความเหนียว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ด้านค่า TBA พบว่าการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตมีผลทำให้ค่า TBA ตัวอย่างต่ำกว่า เนื่องจากสารประกอบฟอสเฟตสามารถช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันเป็นส่วนประกอบได้ (ศิวาพร ศิวเวชช. 2535)

ด้านค่าความสว่าง ค่าสีเหลือง ค่าสีแดง และค่าความเหนียว พบว่าการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตไม่มีผลทำให้ตัวอย่างต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านสัดส่วนการคืนรูป พบว่าการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตมีผลทำให้สัดส่วนการคืนรูปของตัวอย่างต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากจะช่วยให้แป้งจับโมเลกุลของน้ำได้ดีขึ้น

ผลของระยะเวลาเก็บต่อค่าความชื้น ค่า Aw ค่า TBA ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง สัดส่วนการคืนรูป และค่าความเหนียว แสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลของระยะเวลาการเก็บต่อค่าความชื้น Aw ค่า TBA ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง สัดส่วนการคืนรูป และค่าความเหนียวของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

คุณภาพ	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)				
	0	1	2	3	4
ความชื้น (ร้อยละ)	6.94^{c} ±0.18	7.05^{c} ±0.89	7.97^{b} ±0.64	8.36^{ab} ±1.36	8.95^{a} ±0.77
Aw^{ns}	0.23±0.06	0.24±0.08	0.25±0.07	0.28±0.65	0.29±0.37
ค่า TBA (มิลลิกรัมของ malonaldehyde/กิโลกรัม)	0.12^{e} ±0.01	0.26^{d} ±0.02	0.31^{c} ±0.01	0.34^{b} ±0.01	0.38^{a} ±0.29
L^{ns}	62.32±1.32	62.58±1.43	62.60±1.25	62.43±0.77	63.13±1.48
a^{ns}	-1.80±0.07	-1.77±0.05	-1.75±0.03	-1.75±0.03	-1.75±0.03
b	3.77^{e} ±0.18	4.67^{d} ±0.24	5.38^{c} ±0.19	6.06^{b} ±0.03	6.34^{a} ±0.13
สัดส่วนการคืนรูป	6.31^{a} ±0.21	5.59^{b} ±0.25	5.23^{c} ±0.03	5.02^{d} ±0.07	4.31^{e} ±0.14
ความเหนียว (g.force)	-226.39^{a} ±0.58	-234.92^{b} ±0.48	-223.41^{c} ±0.64	-216.91^{d} ±0.83	-208.36^{e} ±0.78

หมายเหตุ 1) ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2) ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.12 พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้ค่าความชื้น ค่าTBA ค่าสีเหลือง สัดส่วนการคืนรูป และค่าความเหนียว ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลทำให้ Aw ค่าความสว่าง และค่าสีแดงต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ด้านความชื้น พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นค่าความชื้นของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปมีแนวโน้มสูงขึ้น แสดงว่าวัสดุที่ใช้ทำภาชนะบรรจุยอมให้ไอน้ำผ่านเข้าไปได้เล็กน้อย อย่างไรก็ตามความชื้นของผลิตภัณฑ์หลังจากเก็บไว้ 4 เดือนยังไม่มากกว่ามาตรฐานความชื้นของข้าวกึ่งสำเร็จรูปที่กำหนดให้มีค่าไม่เกินร้อยละ 10-12

ด้านAw จะเห็นว่าระยะเวลาเก็บที่เพิ่มขึ้นไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงAw เนื่องจากวัสดุที่ใช้สามารถป้องกันไอน้ำผ่านเข้าไปได้ค่อนข้างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านค่าความสว่างและค่าสีแดงและค่าสีเหลือง พบว่าระยะเวลาเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่างและค่าสีแดงของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป เนื่องจากผลิตภัณฑ์บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยป้องกันแสงได้ ทำให้ไม่เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด จึงไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่างและค่าสีแดง แต่ค่าสีเหลืองของตัวอย่างมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากความชื้นที่เพิ่มขึ้น (รัชนี ตัณฑะพานิชกุล. 2536)

ด้านค่า TBA จะเห็นว่าเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ค่า TBA ของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มสูงขึ้นเช่นเดียวกัน คาดว่าอาจเนื่องจากการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันในข้าวดังกล่าวมาแล้ว อย่างไรก็ตาม ค่า TBA ที่เพิ่มขึ้นยังอยู่ในเกณฑ์ระดับที่ผู้บริโภคยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมของ malonaldehyde/กิโลกรัม (Shamberger *et al.* 1971)

ด้านสัดส่วนการคืนรูป จะเห็นว่าเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น สัดส่วนการคืนรูปของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง Noomhorm และคณะ (1997) พบว่าเมื่อเก็บรักษาข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 และ กข 8 ในรูปข้าวสาร เป็นเวลา 4 เดือน การดูดซึมน้ำมีแนวโน้มลดลง

ด้านค่าความเหนียว จะเห็นว่าเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ค่าความเหนียวของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง อาจเกิดจากเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบภายในเมล็ดข้าว บุปผา นุชนารถ (2547) พบว่าเมื่อเก็บรักษาข้าวนึ่งบรรจุกระป๋องนานขึ้นมีผลทำให้ค่าความเหนียวลดลงโดยมีความสัมพันธ์กับค่าความแข็งของข้าวที่เพิ่มขึ้น

ผลของอิทธิพลร่วมของการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและระยะเวลาเก็บต่อค่าความชื้น Aw ค่า TBA ความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b) สัดส่วนการคืนรูป และค่าความเหนียว แสดงในตารางที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ผลของการใช้และไม่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและระยะเวลาเก็บต่อค่าความชื้น Aw ค่า TBA ความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b) สัดส่วนการคืนรูป และค่าความเหนียวของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

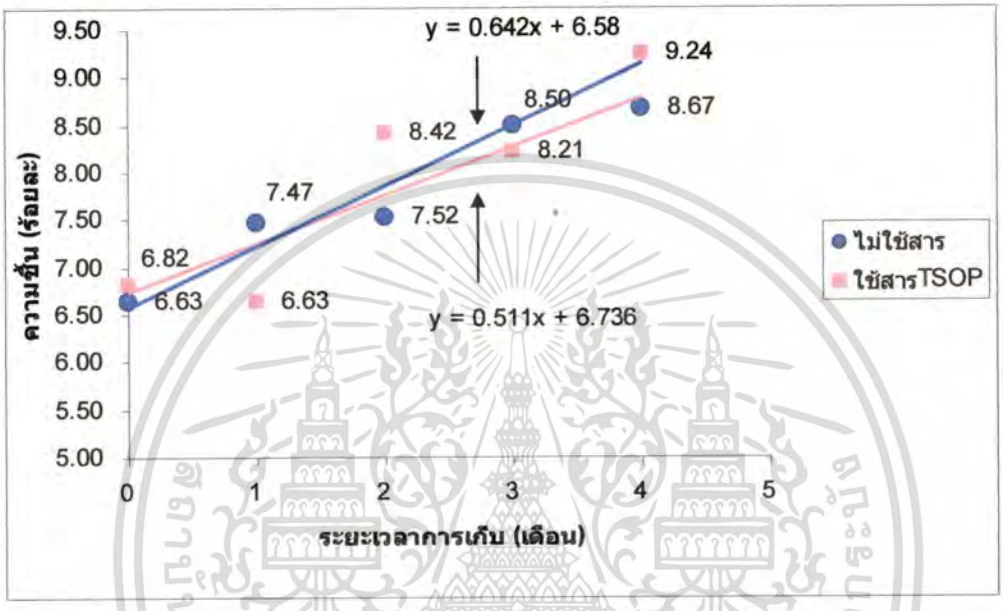
การใช้สาร	ระยะเวลาการเก็บ	ความชื้น (ร้อยละ)	Aw^{ns}	ค่า TBA (มิลลิกรัมของ malonaldehyde/กิโลกรัม)	L^{ns}	a^{ns}	b^{ns}	สัดส่วนการคืนรูป	ค่าความเหนียว^{ns} (g.force)
ไม่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต	0	6.63^{c}±0.12	0.24±0.05	0.12^{h}±0.01	62.25±1.12	-1.77±0.61	3.71±0.23	6.10^{b}±0.13	-225.98±0.38
	1	7.47^{bc}±0.31	0.22±0.10	0.29^{f}±0.00	61.97±0.72	-1.77±0.53	4.64±0.28	5.36^{d}±0.03	-224.76±0.37
	2	7.52^{bcd}±0.52	0.23±0.04	0.32^{d}±0.00	62.48±0.94	-1.74±0.41	5.26±0.11	5.21^{f}±0.03	-223.21±0.73
	3	8.50^{ab}±0.91	0.30±0.01	0.35^{c}±0.00	62.05±0.62	-1.75±0.36	6.06±0.03	4.98^{h}±0.08	-216.83±0.94
	4	8.67^{a}±0.86	0.31±0.03	0.41±0.00	62.55±1.56	-1.75±0.35	6.32±0.18	4.17^{j}±0.05	-208.28±1.01
ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต	0	6.82^{c}±0.16	0.24±0.08	0.11^{h}±0.01	62.38±1.61	-1.83±0.73	3.83±0.09	6.52^{a}±0.03	-226.79±0.45
	1	6.63^{c}±1.11	0.23±0.06	0.24^{h}±0.01	63.20±1.75	-1.77±0.55	4.71±0.21	5.83^{c}±0.07	-225.08±0.56
	2	8.42^{ab}±0.39	0.28±0.09	0.30^{e}±0.00	62.73±1.59	-1.76±0.32	5.50±0.18	5.26^{e}±0.00	-223.62±0.52
	3	8.21^{ab}±1.79	0.25±0.08	0.33^{c}±0.00	62.80±0.77	-1.74±0.36	6.06±0.25	5.06^{g}±0.01	-217.00±0.79
	4	9.24^{a}±0.62	0.26±0.00	0.36^{b}±0.00	63.70±1.27	-1.75±0.30	6.36±0.56	4.44^{i}±0.01	-208.44±0.54

หมายเหตุ 1) ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2) ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p > 0.05$

พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างผลของการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตกับระยะเวลาเก็บมีผลทำให้ค่าความชื้น ค่า TBA และ สัดส่วนการคืนรูป แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลทำให้ Aw ค่าความสว่าง ค่าสีเหลือง ค่าสีแดง และค่าความเหนียว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตกับระยะเวลาเก็บต่อค่าความชื้นเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 เดือนแสดงในภาพที่ 4.1

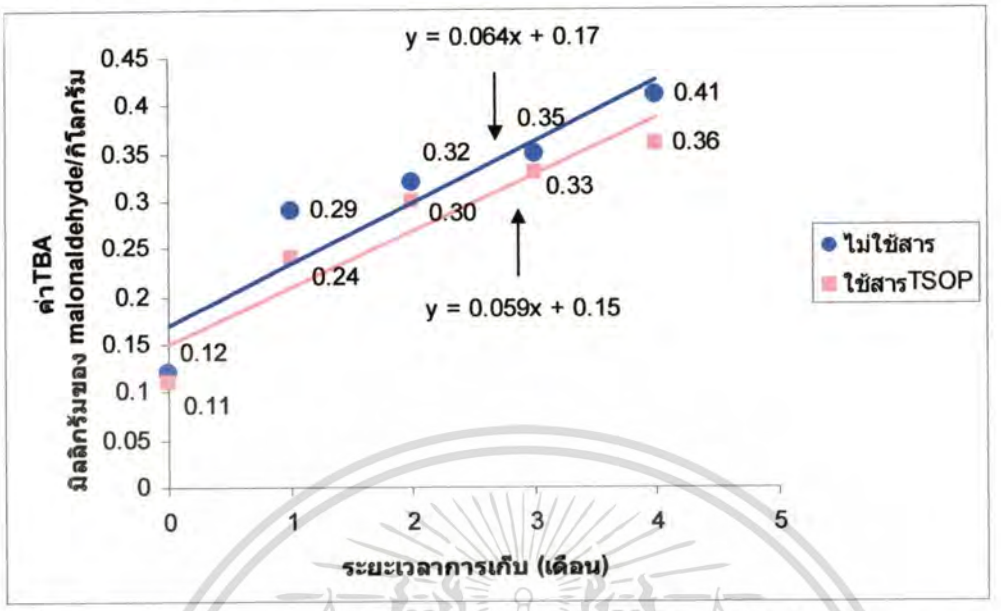


ภาพที่ 4.1 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและระยะเวลาเก็บต่อค่าความชื้นเมื่อเก็บไว้ 4 เดือน

จากภาพที่ 4.1 พบว่าเมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ความชื้นของผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น โดยการไม่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตมีแนวโน้มทำให้ค่าความชื้นของตัวอย่างเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเร็วมากกว่าเมื่อใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต ซึ่งเห็นได้จากค่าความชันของเส้นที่มากกว่า จากเส้นที่ตัดกันแสดงว่าการใช้สารจะช่วยให้อัตราการเพิ่มขึ้นของความชื้นช้ากว่าการไม่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต อย่างไรก็ตาม หลังจากเก็บไว้เป็นเวลา 4 เดือน ความชื้นของผลิตภัณฑ์ก็ยังไม่เกินที่กำหนดในมาตรฐาน คือ มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 ของน้ำหนัก (กระทรวงสาธารณสุข. 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตกับระยะเวลาเก็บต่อค่า TBA เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 เดือนแสดงในภาพที่ 4.2

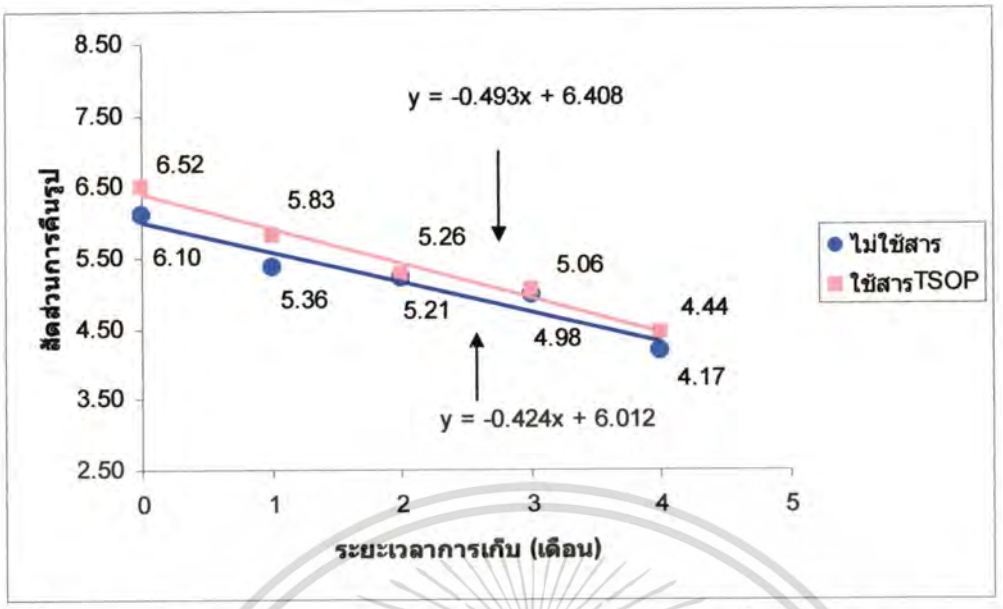


ภาพที่ 4.2 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและระยะเวลาเก็บต่อค่า TBA เมื่อเก็บไว้ 4 เดือน

จากภาพที่ 4.2 พบว่าเมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้น ค่า TBA จะเพิ่มขึ้น เมื่อไม่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตจะทำให้ค่า TBA ของตัวอย่างเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเร็วมากกว่าเมื่อใช้ ซึ่งเห็นได้จากค่าความชันของเส้นที่มากกว่า อย่างไรก็ตาม หลังจากเก็บไว้เป็นเวลา 4 เดือน ค่า TBA ยังอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ คือไม่เกิน 20 มิลลิกรัมของ malonaldehyde/กิโลกรัม (Shamberger *et al.* 1971)

ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตกับระยะเวลาเก็บต่อสัดส่วนการคืนรูปเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 เดือนแสดงในภาพที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ผลของอิทธิพลร่วมระหว่างการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและระยะเวลาเก็บต่อสัดส่วนการคืนรูปเมื่อเก็บไว้ 4 เดือน

จากภาพที่ 4.3 พบว่าเมื่อเวลาเก็บเพิ่มขึ้น สัดส่วนการคืนรูปของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มลดลง เมื่อไม่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตจะทำให้สัดส่วนการคืนรูปของตัวอย่างลดลงด้วยอัตราเร็วมากกว่าเมื่อใช้ ซึ่งเห็นได้จากค่าความชันของเส้นที่มากกว่า อย่างไรก็ตาม หลังจากเก็บไว้เป็นเวลา 4 เดือน แม้สัดส่วนการคืนรูปของการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตจะมีอัตราลดลง แต่ยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

4.4.1 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา

เมื่อเก็บข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปที่ใช้และไม่ใช้สารละลายโซเดียมออร์โทฟอสเฟตไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30±3 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 4 เดือน ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา แสดงในตารางที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราของการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต (TSOP) ในข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

ระยะเวลาเก็บ (เดือน)	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/อาหาร 1 กรัม)		ปริมาณยีสต์และรา (โคโลนี/อาหาร 1 กรัม)	
	ไม่ใส่สาร TSOP	ใส่สาร TSOP[1]	ไม่ใส่สาร TSOP	ใส่สาร TSOP[1]
0	น้อยกว่า 30	น้อยกว่า 30	ไม่พบ	ไม่พบ
1	น้อยกว่า 30	น้อยกว่า 30	ไม่พบ	ไม่พบ
2	น้อยกว่า 30	น้อยกว่า 30	ไม่พบ	ไม่พบ
3	น้อยกว่า 30	น้อยกว่า 30	ไม่พบ	ไม่พบ
4	น้อยกว่า 30	น้อยกว่า 30	ไม่พบ	ไม่พบ

จากตารางจะเห็นว่า ตัวอย่างข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปทั้งที่ใช้และไม่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 30 โคโลนี/อาหาร 1 กรัม และไม่พบปริมาณยีสต์และราเมื่อเริ่มต้นเก็บ ตลอดระยะเวลาเก็บ ปริมาณจุลินทรีย์ไม่เพิ่มขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีลักษณะแห้งและมีค่าAw ต่ำกว่า 0.6 รวมทั้งวัสดุที่ใช้ทำภาชนะบรรจุสามารถป้องกันการเพิ่มของความชื้นได้ หลังจากเก็บไว้ 4 เดือนปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดยังไม่เกินค่าที่กำหนดตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ซึ่งกำหนดให้มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 5 โคโลนี/อาหาร 1 กรัม (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2536) ส่วนปริมาณยีสต์และราก็ไม่เกินค่าที่กำหนดตามเกณฑ์มาตรฐานคือ ไม่เกิน 100 โคโลนี/อาหาร 1 กรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2548) จากผลการทดลองจึงสรุปได้ว่าสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ได้อย่างน้อย 4 เดือน โดยไม่มีการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์

4.4.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัสผลของการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตในข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±3 องศาเซลเซียส) โดยนำมาคืนรูปและทดสอบทางประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมทุกเดือน เป็นเวลา 4 เดือน ได้ผลดังตารางที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 คะแนนเฉลี่ยคะแนนความชอบในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปคืนรูปที่มีการใช้สารไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต (TSOP) และไม่ใช้สารระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน โดยการใช้ Hedonic test 9 ระดับ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	ระยะเวลาการเก็บ (เดือน)	ข้าวเหนียวมูนเตรียมใหม่	ข้าวเหนียวมูนคืนรูป	
			ไม่ใช้สาร TSOP	ใช้สาร TSOP
ลักษณะเมล็ดข้าว	1	7.13^{a}±0.68	6.53^{b}±1.27	7.27^{a} ±0.82
	2	7.07^{a}±0.82	5.73^{b}±1.91	7.23^{a}±0.93
	3	7.33^{a}±0.66	5.70^{b}±1.87	7.23^{a}±0.93
	4	7.33^{a}± 0.66	5.93^{b}±1.76	7.03^{a}±0.92
ความมันเงา	1	7.07^{a}±0.82	5.90^{b}±1.24	6.20^{b}±0.82
	2	7.17^{a}±0.87	6.10^{b}±1.60	6.20^{b}±0.99
	3	7.10^{a}±0.88	7.17^{b} ±0.91	6.30^{b}±0.70
	4	7.10^{a}±0.88	6.13^{b}±1.50	5.90^{b}±0.99
ความเหนียวนุ่ม	1	7.20^{a}±0.40	6.03^{b}±0.18	7.07^{a}±0.45
	2	7.17^{a}±0.43	6.10^{b}±0.60	7.03^{a}±0.18
	3	7.17^{a}±0.37	6.00^{b}±1.28	6.77^{a}±0.62
	4	7.20^{a}±0.61	5.40^{c}±0.85	6.07^{b}±1.23
รสชาติ	1	7.57^{a}±0.50	6.63^{b}±0.66	7.47^{a}±0.50
	2	7.50^{a}±0.63	6.43^{b}±0.50	7.20^{a}±0.40
	3	7.40^{a}±0.56	6.60^{b}±0.49	7.17^{a}±0.46
	4	7.30^{a}±0.75	6.57^{b}±0.67	6.80^{b}±0.76
ความชอบโดยรวม	1	7.40^{a}±0.81	6.10^{b}±0.54	7.17^{a}±0.37
	2	7.40^{a}±0.85	6.10^{b}±0.54	7.13^{a}±0.34
	3	7.37^{a}±0.61	6.07^{b}±0.58	7.10^{a}±0.48
	4	7.50^{a}±0.73	6.00^{c}±0.58	6.50^{c}±0.50

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.15 ด้านความชอบด้านลักษณะเมล็ดข้าว พบว่าตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ตัวอย่างข้าวเหนียวมูนสำเร็จรูปที่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตเมื่อนำมาคืนรูปจะได้คะแนนความชอบไม่ต่างจากตัวอย่างข้าวเหนียวมูนที่เตรียมใหม่ด้วยกระบวนการปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะต่างจากตัวอย่างที่ไม่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยได้คะแนนสูงกว่า กล่าวคือ การใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตจะช่วยให้ลักษณะเมล็ดข้าวของข้าวเหนียวมูนคืนรูปไม่ต่างจากข้าวเหนียวมูนที่ทำด้วยวิธีปกติตลอดระยะเวลาเก็บ 4 เดือน

ด้านความชอบด้านความมันเงา พบว่าตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ตัวอย่างข้าวเหนียวมูนสำเร็จรูปที่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตและตัวอย่างที่ไม่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตเมื่อนำมาคืนรูปจะได้คะแนนต่างจากตัวอย่างข้าวเหนียวมูนที่เตรียมใหม่ด้วยกระบวนการปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยได้คะแนนสูงกว่า กล่าวคือ เนื่องจากกะทิที่ใช้ในข้าวเหนียวมูนที่เตรียมใหม่ด้วยกระบวนการปกติจะใช้เป็นกะทิสด แต่กะทิที่ใช้ในข้าวเหนียวมูนสำเร็จรูปเป็นกะทิผง จึงทำให้มีความมันเงาแตกต่างกัน

ด้านความชอบด้านความเหนียวนุ่ม พบว่าตลอดระยะเวลาเก็บรักษาตัวอย่างข้าวเหนียวมูนสำเร็จรูปที่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตเมื่อนำมาคืนรูปจะได้คะแนนไม่ต่างจากตัวอย่างข้าวเหนียวมูนที่เตรียมใหม่ด้วยกระบวนการปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะต่างจากตัวอย่างที่ไม่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยได้คะแนนสูงกว่า กล่าวคือ การใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตจะช่วยให้ความเหนียวนุ่มของข้าวเหนียวมูนคืนรูปไม่ต่างจากข้าวเหนียวมูนที่ทำด้วยวิธีปกติตั้งแต่เริ่มเก็บรักษา แต่ได้จะคะแนนความเหนียวนุ่มต่างจากข้าวเหนียวมูนที่ทำด้วยวิธีปกติตั้งแต่เดือนที่ 4

ด้านความชอบด้านรสชาติ พบว่าตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ตัวอย่างข้าวเหนียวมูนสำเร็จรูปที่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตเมื่อนำมาคืนรูปจะได้คะแนนไม่ต่างจากตัวอย่างข้าวเหนียวมูนที่เตรียมใหม่ด้วยกระบวนการปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะต่างจากตัวอย่างที่ไม่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยได้คะแนนสูงกว่า กล่าวคือ การใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตจะช่วยให้ความชอบรสชาติของข้าวเหนียวมูนคืนรูปต่างจากข้าวเหนียวมูนที่ทำด้วยวิธีปกติตั้งแต่เดือนที่ 4

ด้านความชอบด้านความชอบโดยรวม พบว่าตลอดระยะเวลาเก็บรักษา ตัวอย่างข้าวเหนียวมูนสำเร็จรูปที่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตเมื่อนำมาคืนรูปจะได้คะแนนไม่ต่างจากตัวอย่างข้าวเหนียวมูนที่เตรียมใหม่ด้วยกระบวนการปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะต่างจากตัวอย่างที่ไม่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยได้คะแนนสูงกว่า กล่าวคือ การใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตจะช่วยให้คะแนนความชอบโดยรวมของข้าวเหนียวมูนคืนรูปไม่ต่างจากข้าวเหนียวมูนที่ทำด้วยวิธีปกติตั้งแต่เริ่มเก็บรักษา แต่จะได้คะแนนความชอบโดยรวมต่างจากข้าวเหนียวมูนที่ทำด้วยวิธีปกติตั้งแต่เดือนที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ผลการศึกษาลักษณะที่ดีของข้าวเหนียวมูน เมล็ดข้าวควรมีลักษณะเรียวยาวเต็มเมล็ด มีความเงาใส เมล็ดไม่บาน ไม่หัก ไม่เละ เนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวต้องไม่แฉะหรือแข็งจนเกินไป เหนียวนุ่ม ข้าวเกาะตัวกันระหว่างเมล็ด แต่ไม่เกาะตัวกันเป็นก้อนจนเกินไป เมล็ดข้าวเหนียวไม่ติดภาชนะ ต้องมีรสชาติ หวาน มัน เค็ม กลมกล่อม

2. การปรับปรุงเนื้อสัมผัสของเมล็ดข้าวโดยการแช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต พบว่าความเข้มข้นของสารละลายร้อยละ 0.05 เป็นปริมาณที่เหมาะสม เมื่อใช้ความเข้มข้นดังกล่าว พบปริมาณฟอสเฟตตกค้างในข้าว 941.30 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้และไม่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟต พบว่าการใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตจะช่วยให้ข้าวมีการดูดซึมน้ำได้มากขึ้น ข้าวที่ใช้จะมีสัดส่วนการคืนรูปและค่าความเหนียวมากขึ้น ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสแสดงว่าผู้ทดสอบชอบข้าวเหนียวที่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตมากกว่าข้าวที่ไม่แช่

3. จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปที่แช่และไม่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 เดือน พบว่าการแช่สารละลายดังกล่าวจะทำให้ค่า TBA และการคืนรูปแตกต่างจากการไม่แช่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยข้าวที่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตมีการคืนรูปมากกว่า ส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ค่าความชื้น ค่าสีเหลือง และค่าTBA มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าความเหนียว และการคืนรูปมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4. ผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัสระหว่างการเก็บรักษา พบว่าคะแนนความชอบด้านลักษณะเมล็ดข้าวของข้าวเหนียวมูนคืนรูปที่ใช้และไม่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่คะแนนความชอบด้านความเหนียวนุ่มและความชอบโดยรวมจะต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5. ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดรวมทั้งปริมาณยีสต์และรา ตลอดระยะเวลาการเก็บ 4 เดือน พบว่าค่าไม่สูงกว่าที่กำหนดในมาตรฐาน แม้ว่าค่าความชื้นจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

6. จากการทดลองพบว่าสามารถเก็บข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปที่อุณหภูมิห้องได้ไม่น้อยกว่า 4 เดือน และผู้ทดสอบให้การยอมรับข้าวเหนียวมูนคืนรูปที่ใช้สารละลายไตรโซเดียมออร์โทฟอสเฟตมากกว่าทีไม่ใช้สาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเล็กน้อยในด้านความมันเงาของข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป เนื่องจากความมันเงาเป็นลักษณะที่สำคัญของข้าวเหนียวมูน ในการศึกษาครั้งต่อไปจึงควรมีการศึกษาการเพิ่มความมันเงาให้กับข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

2. ในงานวิจัยครั้งนี้ใช้ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ในการบรรจุข้าวเหนียวอบแห้ง ซึ่งพบปัญหาคือเมล็ดข้าวที่อบแห้งจะมีลักษณะแข็ง อาจทิ่มแทงถุงทำให้ถุงขาดได้ เรื่องนี้ควรนำมาพิจารณาในการเลือกใช้วัสดุที่ใช้ทำภาชนะบรรจุต่อไป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2536. "เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร". เอกสารแนบท้ายบันทึกที่ สธ. 0524/5756 ลงวันที่ 24 สิงหาคม 2536.

กระทรวงสาธารณสุข. 2543. "อาหารกึ่งสำเร็จรูป". ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 210

กล้าณรงค์ ศรีรอด, กาญจนา กู้โรจนวงศ์ และ วิไล สันติโสภาศรี. 2541. "โครงสร้างของอะไมโลสอะไมโลเพคตินและคุณสมบัติของแป้งมันสำปะหลังที่สกัดได้จากเกษตรศาสตร์ในอายุต่าง ๆ กัน" **การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 36**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ขวัญใจ เลาหสวัสดิ์ และ วรรณดี บินไชย. 2540. **เทคโนโลยีการผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูป**. กลุ่มงานเทคโนโลยีอาหาร 1 กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

งามชื่น คงเสรี. 2546. **ข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว**. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร.

ชาญวิทย์ เจียรเวทย์ และ สกล ลักษณ์เชื้อวงศ์. 2549. **ข้าวเหนียวมูนสเตอริไรซ์**. ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เต็กเส็ง ไรซ์ มิลล์ บจก. 2551. **Structure of a rice grain.** [Online]. Available : http://www.teksengricemill.com/knowled/structure.htm.

บุหลัน พิทักษ์ผล และ ทัสนี สรสุชาติ. 2538. **การถนอมอาหารในปัจจุบัน** [Online]. Available : http://www.ku.ac.th/e-magazine/february44/agri/food.html.

บุปผา นุชนารถ. 2547. **การผลิตข้าวนึ่งบรรจุกระป๋อง**. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

ประพาส วีระแพทย์. 2521. **ความรู้เรื่องข้าว** กรุงเทพ : ไทยวัฒนาพานิช

พรพล รมย์นุกูล. 2545. **การถนอมอาหาร** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

รัชนี ตัณฑะพานิชกุล. 2536. **เคมีอาหาร** กรุงเทพ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง

วรรณี สถาพรพิชญ์ และ วิยะดา วรโสภณทวีพร. 2538. **กระบวนการผลิตข้าวเหนียวสำเร็จรูปเสริมวิตามินบีหนึ่ง**. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ศิวาพร ศิวเวชช. 2535. **วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศรีสมร คงพันธุ์. 2534. **ขนมไทย** กรุงเทพ : สำนักพิมพ์แสงแดด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. 2550. **อาหารกึ่งสำเร็จรูป-แนวโน้มขยายตัวสอดรับพฤติกรรมผู้บริโภครัดเข็มขัด.** [Online]. Available : http://www.nidambe.11.net.

สงกรานต์ จิตรากร. 2544. **พันธุ์ข้าวในธนาคารเชื้อพันธุ์ข้าว** กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยเทคโนโลยีชีวภาพ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2540. **การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท** กรุงเทพ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สัพเพเหระข้างครัว. 2545. **ข้าวเหนียวมูนสารพัดหน้า.** [Online]. Available : http://www.maama.com/column/view.

สุภาวรรณ รัตนโชตินันท์ และ สิริพร โตมา. 2537. **ข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปเสริมไอโอดีน.** ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. 2543. **อาหารกึ่งสำเร็จรูป.** [Online]. Available : http://www.fda.moph.go.th.

สำนักงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว กรมการข้าว. 2550. **ข้าวเหนียว อนาคต การผลิตและการค้า.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว กรมการข้าว

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2528. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกะทิผง** มอก. 583 – 2528 กรุงเทพ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2544. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไตรโซเดียมฟอสเฟตสำหรับอุตสาหกรรม.** มอก. 2094-2544. กรุงเทพ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2549. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ไส้กรอกเวียนนา.** มอก. 315-2548. กรุงเทพ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2548. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป.** มอก. 315-2548. กรุงเทพ : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

Alexander, W.P. 1954. "Process of Preparing Quick - Cooking Rice". U.S. Patent No. 507,242.

AOAC. 1999. **Official Method of Analysis of Official Analysis Chemists.** 16th. The Association of official Analysis chemists : Washington D.C.

AOAC. 2000. **Official Method of Analysis of Official Analysis Chemists** 17th The Association of official Analysis chemists : Washington D.C.

Bhaskar, G. Srivatav, P.P. and Das, H. 1989. "Effect of Phosphate and Citrate on Quick – Cooking of Rice" **J. of Food Science.** 26(5):286-287

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Carlson, R.A. Robert, R.L. and Farkas, D.F. 1976. "Preparation of Quick Cooking Rice Products Using a Centrifugal Fuluidzed Bed". **J. of Food Science.** 41(5):1171 – 1179

Champagne, E. Liuzzo, J.A. Rao, R.M. and Smith, D.A. 1985. "Chemical Treatment and Process Modification for Producing Improved Quick Cooking Rice" **J. of Food Science.** 50(4):926-931

Flynn, C.E. and Hollis, F. 1955. "Production of Quick – Cooking Rice" U.S. Patent, No. 2,720,460.

HAwley, G.G. 1997. **Material safety data sheet sodiumphosphate tribasic MSDS**. [Online]. Available : http://www.sciencelab.com/msds.php?msdsId=9925023

Juliano, B.O. 1972. "The Rice Caryosis and Its Composition" **In Rice Chemistry and Technology**. Houston, D.F. (Ed.), The American Association of Cereal Chemistry, Minnesota, pp. 16 - 74

Keneaster, K.K. and Newlin, H.E. 1957. "Process for Producing a Quick-Cooking Product of Rice or Other Starchy Vegetable" US. Patent, no. 2,813,796.

Kirk, R.S. and SAwyer, R. 1991. **Pearson's Composition and Analysis of Food** 9th. Ed. Longman Scientific and Technical England, pp. 607 - 617

Lewis, D.A. and Lewis, J.M. 1965. "Quick Cooking Rice" Australian Patent, no. 262,788.

Luh, B.S. Robert, R.L. and Li, C.F. 1980. "Quick – Cooking Rice", **In Rice : Production and Utilization**, The AVI Publishing, Conneticut. pp. 566 - 586

Noomhorm A., N. Kongseree and M. Apintanapong. 1997. "Effect of aging on the Quality of Glutinous rice crackers" **Cereal Chemistry**. 74(1): 12-15.

Ozari – durrani, A.K,. 1984. "Quick – Cooking Rice and Process for Making Same" US. Patent, no. 2,438,939

Paule, C.M., and Powers, J. 1989. "Sensory and Chemical Examination of Aromatic and Nonaromatic Rices" **J. of Food Science** Vol. 54. pp. 343 - 347

Robert, R.L., 1952. "Production of Quick – Cooking Rice" U.S. Patent, no. 2,610,124.

Sanikornkiat, S. 1995. "A study of Dry Heat Pretreatmant for Preparing Quick Cooking Rice" Master Degree of Science, Resource and Development Program, Faculty of science. Asian Institute of Technology.

Shamberger, R.J., B.A. Shamberger and C.E. Wills. 1971. "Malonaldehyde Content of Food". **J. of Nutrition**.107:1404-1409

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Smith D.A., Rao. R.M., Liuzzo, J.A., and Champagne, E. 1985. "Chemical Treatment and Process Modification for Producting Improved Quick Cooking Rice" **J. of Food Science** Vol. 50. pp 926 - 931

Subadra, S. Monica. J. and Dhai. D. 1997. "Retention and Strong Stability of Beta-Carotene in Dehydrate Drumstick Leaves (Morning olefera)." **International J. of Food Science and Nutrition,** pp. 48-373

Yajima, I., Yanai, T., Nakamura, M., Sakakibara, H., and Habu, T., 1978. "Volatile Flavour Components of Cooked Rice" Agric. Biol. Chem. 42:1229-1233

Varithorn. **ข้าวเหนียวมะม่วง** [Online]. Available : http://varithorn.blogspot.com/2009/05/2-1.html. 2550.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์

1. ความชื้น (AOAC. 1999)

ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนในแคนที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำไปอบในเตาอบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 130 ± 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 - 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ แล้วชั่งน้ำหนัก ทดลองอบซ้ำอีกประมาณ 1 ชั่วโมง หรือจนได้น้ำหนักคงที่

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น} = \left(\frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \right) \times 100$$

2. การวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่อง Minolta chroma meter รุ่น CR300

2.1 วิธีการ

นำตัวอย่าง 12 กรัม ใส่ตลับ Aw นำพลาสติกห่ออาหารมาปิดฝาตลับ แล้วทำการวัดค่าสี อ่านค่าที่ได้จากเครื่องมือ คือ ค่า L a b โดยที่

ค่า L หมายถึง ค่าความสว่าง

L = 0 แสดงสีดำสมบูรณ์

L = 100 แสดงสีขาวสมบูรณ์

ค่า a หมายถึง ค่าสีแดงหรือสีเขียว

a เป็น (+) แทนค่าสีแดง

a เป็น (–) แทนค่าสีเขียว

ค่า b หมายถึง ค่าสีเหลืองหรือสีน้ำเงิน

b เป็น (+) แทนค่าสีเหลือง

b เป็น (–) แทนค่าสีน้ำเงิน

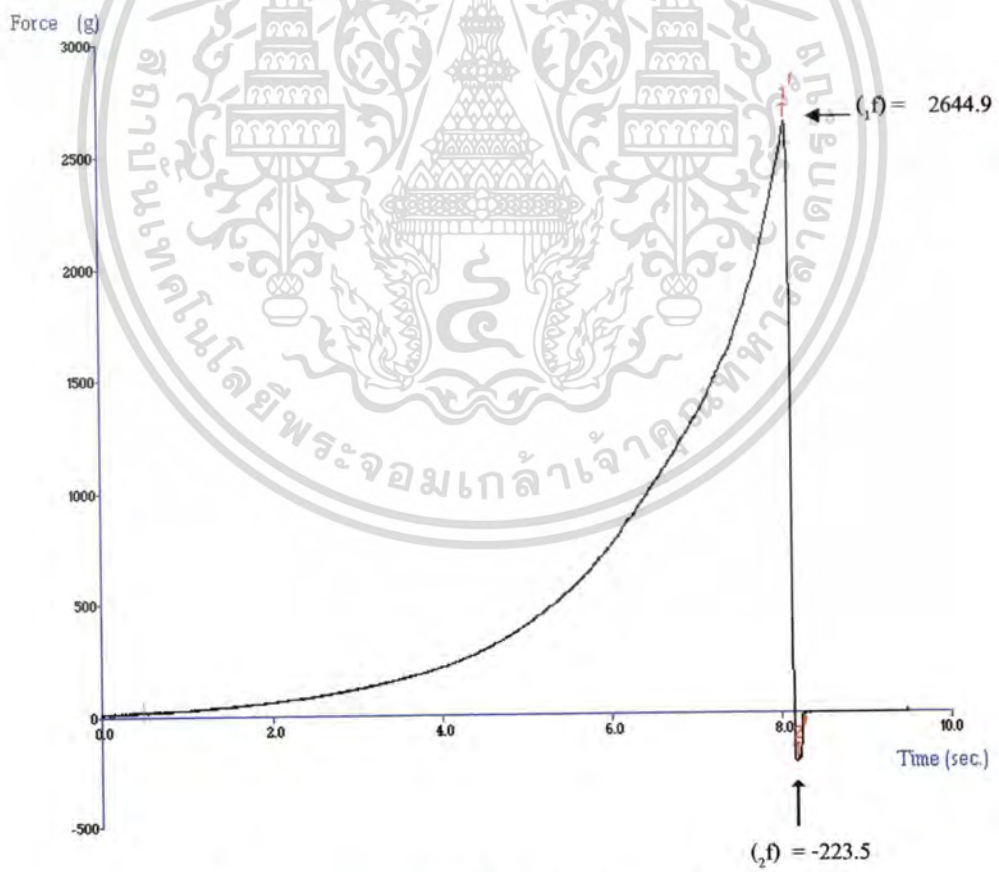
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture analyzer TA-XT2i

3.1 ใช้หัวกด aluminium cylinder probe ขนาด 25 มิลลิเมตร (p25) นำเมล็ดข้าวเหนียวมูนที่คืนรูปแล้ว นำมา 10 เมล็ด วัดแรงกด โดยใช้ระบบปฏิบัติการดังนี้

Test mode and option	:	Return to start
Pre test speed	:	0.5 mm/s
Test speed	:	0.5 mm/s
Post test speed	:	10.0 mm/s
Strain	:	75 %
Trigger type	:	10 g.

ในการวัดตั้งค่าให้หัวทดสอบกดตัวอย่าง โดยค่าแรงที่จุดสูงสุดของพีคแรกจะเป็น ค่าความแข็ง ($_1f$) และ ค่าแรงที่จุดสูงสุดพีคที่อยู่ใต้แกน X ซึ่งได้ค่าแรงติดลบ แสดงถึงค่าความเหนียวของตัวอย่าง ($_2f$) โดยนำค่า $_2f$ ที่ได้มาเป็นผลในการทดลอง ดังแสดงในภาพที่ ข1



ภาพที่ ก1 แสดงกราฟการวัดเนื้อสัมผัสของข้าวเหนียวมูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สัดส่วนการคืนรูป (Rehydration ratio) (ดัดแปลงจากวิธี Subadra *et al.* 1997)

ชั่งน้ำหนักข้าวเหนียวอบแห้ง 2.5 กรัม ใส่ในน้ำ 100 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา ต้มจนน้ำเดือดจับเวลาต่อนาน 5 นาที นำไปหมุนเหวี่ยงที่ 3,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที เทน้ำส่วนที่เหลือจากการคืนรูปออกมาทิ้ง ชั่งน้ำหนักส่วนที่เหลือทั้งหมด นำไปคำนวณสัดส่วนการคืนรูป

การคำนวณ

$$\text{การคืนรูป} = \frac{\text{น้ำหนักข้าวเหนียวอบแห้งที่คืนรูป}}{\text{น้ำหนักข้าวเหนียวอบแห้ง}}$$

5. Thiobarbituric acid number (TBA)

ชั่งตัวอย่าง 10 กรัม นำไปปั่นกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร เป็นเวลา 2 นาที นำตัวอย่างที่ปั่นแล้วเทลงในขวดกลั่น ล้างตัวอย่างออกจากเครื่องปั่น ด้วยน้ำกลั่น 47.5 มิลลิลิตรลงขวดกลั่น เติมกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 4.0 โมลลาร์ จำนวน 2.5 มิลลิลิตร เพื่อปรับความเป็นกรดด่างให้ได้ประมาณ 1.5 ใส่ glass beads นำไปกลั่นจนกระทั่งได้ของเหลว 50 มิลลิลิตร ปิเปตของเหลวที่กลั่นมาได้ 5 มิลลิลิตรใส่ลงหลอดที่มีฝาปิด เติมสารละลาย TBA (ละลาย TBA 0.2883 กรัม ด้วยglacial acetic acid ร้อยละ 90) 5 มิลลิลิตร เขย่าและต้มในน้ำเดือดนาน 35 นาที เตรียม blank โดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ทำให้เย็นลงภายใน 10 นาที นำสารละลายไปวัดที่ค่าดูดกลืนแสง(A) 538 นาโนเมตร

การคำนวณ

TBA number (มิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อตัวอย่าง 100 กรัม) = 7.8×A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การหาปริมาณฟอสเฟต

สารเคมี

1. นำแอมโมเนียมโมลิบเดท (ammonium molybdate) 20 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิประมาณ 50 องศาเซลเซียส

2. นำแอมโมเนียมวานาเดท (ammonium vanadate) 1 กรัม ไปละลาย ต้มในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร และทำให้เย็น

3. เติมกรดไนตริก (nitric acid) 140 มิลลิลิตร แล้วค่อย ๆ คนให้เข้ากัน

4. นำสารละลายโมลิบเดทและแอซิดวานาเดทเข้าด้วยกัน และเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

สารละลายมาตรฐานฟอสเฟต

1. นำโพแทสเซียม ดีไฮโดรเจน ฟอสเฟต (potassium dihydrogen phosphate) (KH_2PO^4) 4.39 กรัม เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร ปิเปตสารละลาย 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาณด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาณ 250 กรัม

2. ปิเปตสารละลายจากข้อ 2 จำนวน ใส่ขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร 0 0.25 5.0 7.5 และ 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรเป็นด้วยน้ำกลั่น แต่ละขวดให้ครบ 100 มิลลิลิตร โดยเติมน้ำกลั่นไปประมาณ 30 มิลลิลิตรก่อน แล้วเติมสารละลายโมลิบเดท – วานาเดท 25 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วจึงเติมน้ำกลั่นที่เหลือจนครบ 100 มิลลิลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต

วิธีการ

1. นำตัวอย่างที่เป็นเถ้า ปิเปตสารละลายออกมา 2 มิลลิลิตร ใส่ในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร

2. เติมสารละลายโมลิบเดท-วานาเดท 25 มิลลิลิตร

3. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 420 นาโนเมตร

วิธีการคำนวณ

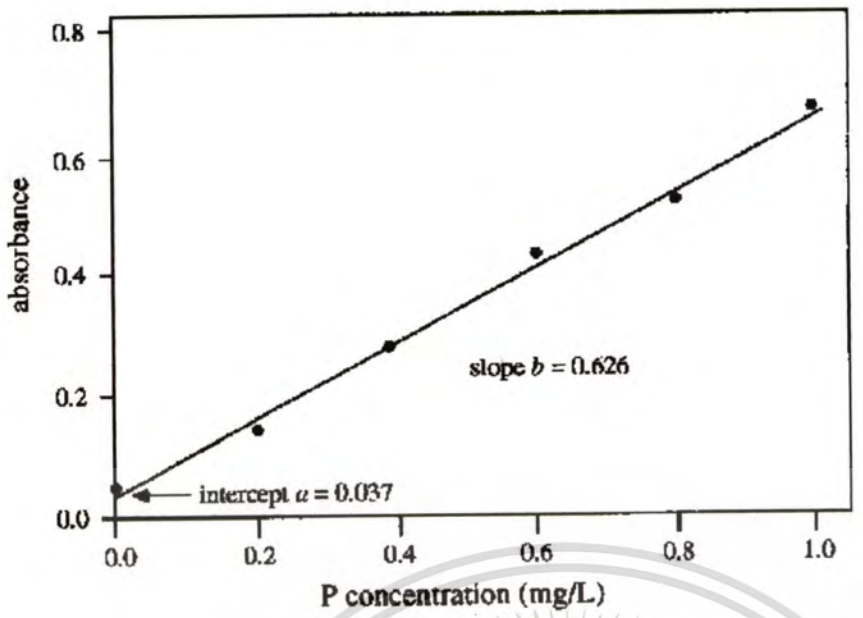
ปริมาณ ฟอสเฟต ร้อยละ $= \frac{A}{W} \times \frac{10}{V}$

A = ค่าดูดกลืนแสงที่วัดได้

W = น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา

V = 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ก2 แสดงกราฟการวัดสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายชื่อผู้ชำนาญ 10 ท่าน ที่ให้คำจำกัดความถึงลักษณะที่สำคัญของข้าวเหนียวมูน

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิรัติ โสพัศ รองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัย คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พจนีย์ บุญนา คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมคิด ชมสุข คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อภิญญา มานะโรจน์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
5. อาจารย์วไลภรณ์ สุทธา คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโลยีราชมงคลพระนคร
6. อาจารย์วันดี ณ สงขลา ผู้อำนวยการโรงเรียนครัววันดี
7. อาจารย์นวลเพ็ญ ธรรมษา โรงเรียนครัววันดี
8. อาจารย์ขนิษฐา แก้วสุพรรณ โรงเรียนครัววันดี
9. อาจารย์อุไรรัตน์ พืชสิงห์ โรงเรียนครัววันดี
10. อาจารย์จุฑาภรณ์ ชนถ โรงเรียนครัววันดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่าง : ข้าวเหนียวมูน

วันที่ .....

ผู้ทดสอบ .....

คำชี้แจง **กรุณาชิมตัวอย่างอาหารและให้คะแนนตรงกับความรู้สึกของท่าน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังต่อไปนี้**

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

ปัจจัย / คุณลักษณะ	คะแนนความชอบของอาหารตัวอย่าง			
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะเมล็ดข้าว				
ความมันเงา				
ความเหนียวนุ่ม				
รสชาติ				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
การคำนวณเพื่อปรับส่วนผสมให้เป็นข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณส่วนผสมกะทิผงและข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูป

โดยคิดปริมาณของแข็งและความชื้นของส่วนผสม

น้ำกะทิ มีความชื้นร้อยละ 80.64

กะทิ52.5 กรัม มีปริมาณความชื้น $\frac{80.64}{100} \times 52.5 = 42.336$ กรัม

เป็นสัดส่วนของแข็ง $\frac{19.36}{100} \times 52.5 = 10.164$ กรัม

กะทิผง มีความชื้นร้อยละ 0.35

กะทิผง 100 กรัม เป็นสัดส่วนของแข็ง 99.65 กรัม

ถ้าต้องการปริมาณของแข็งจากกะทิ 10.164 กรัม

จะต้องใช้กะทิผง $\frac{100}{99.65} \times 10.164 = 10.199$ กรัม

เพราะฉะนั้นต้องใช้กะทิผงปริมาณ 10.199 กรัม จึงจะได้เท่ากับปริมาณกะทิ 52.5 กรัม

ข้าวเหนียว มีความชื้นร้อยละ 49.05

ข้าวเหนียวนึ่ง 168 กรัม มีปริมาณความชื้น $\frac{49.05}{100} \times 168 = 82.404$ กรัม

เป็นสัดส่วนของแข็ง $\frac{50.95}{100} \times 168 = 85.596$ กรัม

ข้าวเหนียวอบแห้ง มีความชื้นร้อยละ 7.106

ข้าวเหนียว 100 กรัม เป็นสัดส่วนของแข็ง 92.894 กรัม

ดังนั้นถ้าต้องการของแข็งจากข้าวเหนียวนึ่ง 85.596 กรัม

ต้องใช้ข้าวเหนียวอบแห้ง $\frac{100}{85.569} \times 100 = 92.143$ กรัม

เพราะฉะนั้นต้องใช้ข้าวเหนียวอบแห้ง 92.143 กรัม จึงจะได้เท่ากับปริมาณข้าวเหนียวนึ่ง 168 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวเหนียวแช่สารละลาย TSOP 0.25 มีความชื้นร้อยละ 51.68

ข้าวเหนียวนึ่งแช่สารTSOP 0.25 168 กรัม มีปริมาณความชื้น $\frac{51.68}{100}\times168 = 86.822$ กรัม

เป็นสัดส่วนของแข็ง $\frac{48.32}{100}\times168 = 81.177$ กรัม

ข้าวเหนียวอบแห้งแช่สารละลาย TSOP 0.25 มีความชื้นร้อยละ 8.182

ข้าวเหนียว 100 กรัม เป็นสัดส่วนของแข็ง 91.818 กรัม

ถ้าต้องการของแข็งจากข้าวเหนียวนึ่ง 81.177 กรัม

ต้องใช้ข้าวเหนียวอบแห้ง $\frac{100}{91.818}\times100 = 88.410$ กรัม

เพราะฉะนั้นต้องใช้ข้าวเหนียวอบแห้ง 88.410 กรัม จึงจะได้เท่ากับปริมาณข้าวเหนียวนึ่ง 168 กรัม

ข้าวเหนียวแช่สารละลาย TSOP 0.50 มีความชื้นร้อยละ 52.12

ข้าวเหนียวนึ่งแช่สารTSOP 0.25 168 กรัม มีปริมาณความชื้น $\frac{52.12}{100}\times168 = 87.561$ กรัม

เป็นสัดส่วนของแข็ง $\frac{47.88}{100}\times168 = 80.438$ กรัม

ข้าวเหนียวอบแห้งแช่สารละลาย TSOP 0.50 มีความชื้นร้อยละ 8.304

ข้าวเหนียว 100 กรัม เป็นสัดส่วนของแข็ง 91.696 กรัม

ถ้าต้องการของแข็งจากข้าวเหนียวนึ่ง 80.438 กรัม

ต้องใช้ข้าวเหนียวอบแห้ง $\frac{100}{91.696}\times80.438 = 87.722$ กรัม

เพราะฉะนั้นต้องใช้ข้าวเหนียวอบแห้ง 87.722 กรัม จึงจะได้เท่ากับปริมาณข้าวเหนียวนึ่ง 168 กรัม

ข้าวเหนียวแช่สารละลาย TSOP 1.00 มีความชื้นร้อยละ 52.12

ข้าวเหนียวนึ่งแช่สารTSOP 0.10 168 กรัม มีปริมาณความชื้น $\frac{52.10}{100}\times168 = 87.561$ กรัม

เป็นสัดส่วนของแข็ง $\frac{47.88}{100}\times168 = 80.438$ กรัม

ข้าวเหนียวอบแห้งแช่สารละลาย TSOP 1.00 มีความชื้นร้อยละ 8.304

ข้าวเหนียว 100 กรัม เป็นสัดส่วนของแข็ง 91.696 กรัม

ดังนั้นถ้าต้องการของแข็งจากข้าวเหนียวนึ่ง 80.438 กรัม

ต้องใช้ข้าวเหนียวอบแห้ง $\frac{100}{91.696}\times80.438 = 87.722$ กรัม

เพราะฉะนั้นต้องใช้ข้าวเหนียวอบแห้ง 87.722 กรัม จึงจะได้เท่ากับปริมาณข้าวเหนียวนึ่ง 168 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวเหนียวแช่สารละลาย TSOP 1.50 มีความชื้นร้อยละ 53.08

ข้าวเหนียวนึ่งแช่สารTSOP 0.10 168 กรัม มีปริมาณความชื้น $\frac{53.08}{100} \times 168 = 89.174$ กรัม

เป็นสัดส่วนของแข็ง $\frac{46.92}{100} \times 168 = 78.825$ กรัม

ข้าวเหนียวอบแห้งแช่สารละลาย TSOP 1.50 มีความชื้นร้อยละ 8.399

ข้าวเหนียว 100 กรัม เป็นสัดส่วนของแข็ง 91.601 กรัม

ถ้าต้องการของแข็งจากข้าวเหนียวนึ่ง 78.825 กรัม

ต้องใช้ข้าวเหนียวอบแห้ง $\frac{100}{91.601} \times 100 = 86.052$ กรัม

เพราะฉะนั้นต้องใช้ข้าวเหนียวอบแห้ง 88.410 กรัม จึงจะได้เท่ากับปริมาณข้าวเหนียว 168 กรัม

น้ำตาลทราย 45 กรัม เป็นสัดส่วนของแข็ง = 45 กรัม

เกลือ 2.5 กรัม เป็นสัดส่วนของแข็ง = 2.5 กรัม

ความชื้นในส่วนผสม = 0.35 กรัม

ของแข็งในส่วนผสมของข้าวเหนียวไม่แช่สาร = 10.199 + 45 +2.5 + 92.143

= 149.842 กรัม

ของแข็งในส่วนผสมข้าวเหนียวแช่สารละลาย TSOP 0.05 = 10.199 + 45 +2.5 + 88.410

= 146.109 กรัม

การปรับส่วนผสมข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป

วิธีการทำข้าวเหนียวมูน ข้าวเหนียว 168 กรัม กะทิ 52.5 กรัม น้ำตาลทราย 45 กรัม เกลือ 2.5 กรัม ดังนั้นจะได้ปริมาณส่วนผสมทั้งหมด 286 กรัม

ปริมาณน้ำที่ใช้เติมในข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปไม่แช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โธฟอสเฟต

น้ำที่ต้องเติมจริง 268 – 149.842 = 118.158 กรัม

ปริมาณน้ำที่ใช้เติมในข้าวเหนียวกึ่งสำเร็จรูปแช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โธฟอสเฟต

น้ำที่ต้องเติมจริง 268 – 146.109 = 121.891 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของแข็งและความชื้นในส่วนผสมสรุปได้ดังนี้

ส่วนผสม	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณของแข็ง (กรัม)
กะทิ	42.336	10.164
กะทิผง	0.35	99.65
น้ำตาลทราย	-	45
เกลือ	-	2.5
ข้าวเหนียวนึ่ง	82.404	85.596
ข้าวเหนียวนึ่งแช่สารละลาย TSOP 0.25 (ร้อยละน้ำหนัก/ปริมาตร)	86.822	81.177
ข้าวเหนียวนึ่งแช่สารละลาย TSOP 0.50 (ร้อยละน้ำหนัก/ปริมาตร)	87.561	82.118
ข้าวเหนียวนึ่งแช่สารละลาย TSOP 1.00 (ร้อยละน้ำหนัก/ปริมาตร)	87.528	80.472
ข้าวเหนียวนึ่งแช่สารละลาย TSOP 1.50 (ร้อยละน้ำหนัก/ปริมาตร)	89.174	78.825

ข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูป ปริมาณเสิร์ฟต่อ 1 ที่

<u>ส่วนประกอบ</u>

ข้าวเหนียวแห้ง 92.143 กรัม

กะทิผงสำเร็จรูป 57.7 กรัม

น้ำ 118.158 กรัม

ข้าวเหนียวมูนกึ่งสำเร็จรูปแช่สารละลายไตรโซเดียมออร์โธฟอสเฟต ปริมาณเสิร์ฟต่อ 1 ที่

<u>ส่วนประกอบ</u>

ข้าวเหนียวแห้ง 88.410 กรัม

กะทิผงสำเร็จรูป 57.7 กรัม

น้ำ 121.891 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคืนรูป

1. นำกะทิผงสำเร็จรูปมาละลายและผสมให้เข้ากันด้วยน้ำร้อนปริมาณ 50 กรัม จากนั้นเติมข้าวเหนียวแห้งและน้ำส่วนที่เหลือใส่ลงในน้ำกะทิที่ละลายแล้ว คนให้เข้ากัน
2. นำข้าวเหนียวใส่ไมโครเวฟ ระดับ High ใช้เวลา 2 นาที คนข้าวเหนียวและกะทิให้เข้ากัน นำเข้าไมโครเวฟอีกครั้ง ใช้เวลา 2 นาที
3. จากนั้นนำฝามาปิดภาชนะให้สนิท ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที จะได้ข้าวเหนียวมูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี Total Plate Count (AOAC, 2000)

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

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

1.3 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างที่มีความเจือจางต่าง ๆ กันปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อโดยแต่ละระดับความเจือจางละทำ 3 จาน

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

1.5 การอ่านผล คัดเลือกจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี มานับจำนวนโคโลนีแล้วบันทึกผล

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

2. การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2000)

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

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

2.3 ใช้ปิเปตดูดสารละลายตัวอย่างที่มีความเจือจางต่าง ๆ กันปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื้อ โดยแต่ละระดับความเจือจางละทำ 3 จาน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 คัดเลือกจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีของยีสต์และรา อยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนีมานับจำนวนและหาค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีที่เกิดขึ้น แล้วคำนวณเป็นจำนวนของยีสต์และราในตัวอย่าง 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวปรีหทัย บุญอากาศ
วัน เดือน ปีเกิด	29 พฤษภาคม 2526
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่	145/59 ซ.เทอดไท 49 แขวงปากคลองภาษีเจริญ เขตภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160
ประวัติการศึกษา	2548 คหกรรมศาสตร์บัณฑิต (คห.บ.) สาขาอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร (วิทยาเขตโชติเวช) 2553 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและ บริการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้