ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

(BROWNRICE GRUEL SOUP)

โดย

นางสาวธิดารัตน์	**จิรกิจจำรูญ**	**รหัสประจำตัว 40044430**
นางสาวพจนา	**สาธาระกุล**	**รหัสประจำตัว 40044440**
นางสาวสุธิดา	**แซ่ฮึง**	**รหัสประจำตัว 40044466**

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....ชมพูนุท สิหิโสภณ..... 15 / มิ.ย. / 44 **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(อาจารย์ ชมพูนุท สิหิโสภณ)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

คำนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17504

หอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

(BROWNRICE GRUEL SOUP)

นางสาวธิดารัตน์ จิรกิจจำรูญ รหัสประจำตัว 40044430
นางสาวพจนา สาธาระกุล รหัสประจำตัว 40044440
นางสาวสุธิดา แซ่ฮึง รหัสประจำตัว 40044466

ปพ.
ป582จ
2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน....96648....
วัน,เดือน,ปี....4 JUN 2003

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)
พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวธิดารัตน์ จิรกิจจำรูญ , นางสาวพจนา สาธาระกุล และนางสาวสุธิดา แซ่ฮึง
: โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
อาจารย์ที่ปรึกษา : อ. ชมพูนุท สีห์โสภณ

บทคัดย่อ

โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวซึ่งทำให้สุกเป็นบางส่วน มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆผสมกับเนื้อสัตว์ที่ทำให้สุกและแห้งพร้อมด้วยเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสอื่นๆ โดยรักษาคุณภาพและกลิ่นรสเดิมของส่วนประกอบไว้ได้ ทำให้สุกรับประทานได้ในระยะเวลาสั้น ผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้รับความนิยมค่อนข้างมาก เนื่องจากความสะดวกในการบริโภคและการพกพา นอกจากนี้ยังสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานเนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์อาหารอบแห้งซึ่งมีความชื้นต่ำ ปัจจุบันโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายตามซุปเปอร์มาเก็ตหรือห้องตลาดมีทั้งชนิดที่ทำจากข้าวจ้าวและข้าวกล้องซึ่งผลิตภัณฑ์โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปที่ทำจากข้าวกล้องยังไม่มีชนิดที่มีผักอบแห้งและผงปรุงแต่งกลิ่นรสผสมอยู่

การศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป ชนิดที่มีผักอบแห้งและผงปรุงแต่งกลิ่นรส ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตและปัจจัยที่ผลต่อกระบวนการผลิต โดยการทดลองเริ่มต้นด้วยการแช่ปลายข้าวกล้อง นำเข้าเครื่อง Exhaust ที่อุณหภูมิ 95 , 100 และ 105 °C เป็นเวลา 10 และ 20 นาทีตามลำดับ จากนั้นนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 110 °C เป็นเวลา 8 ชม. บดให้มีขนาด 20 เมช แล้วนำมาผสมกับผักอบแห้งและผงปรุงแต่งกลิ่นรสที่เตรียมไว้ตามสูตร ทำการคืนรูปแล้วทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยวิธีทางประสาทสัมผัส ทำการตัดสินผลการทดลองที่เหมาะสมที่สุดจากผลการคำนวณทางสถิติของการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคและระดับการเกิดการเจลาติไนส์ของข้าวกล้องหลังอบแห้ง จากนั้นตรวจสอบผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปทางกายและทางเคมี

.....	.....	.....
พจนา สาธาระกุล		
สุธิดา แซ่ฮึง	ชมพูนุท สีห์โสภณ	15 มี.ค. 44
ลายมือชื่อนักศึกษา	**ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา**	**วัน เดือน ปี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทยที่บริโภคกันมาตั้งแต่สมัยโบราณจนถึงปัจจุบัน และประเทศไทยเป็นผู้ผลิตข้าวรายใหญ่ที่สามารถส่งออกข้าวสู่ตลาดโลกปีละจำนวนมาก แต่การส่งออกในรูปข้าวสาร หรือข้าวนึ่งบางครั้งประสบปัญหาการแข่งขันราคาในตลาดโลก หรือบางครั้งผลผลิตมากทำให้ราคาข้าวตกต่ำ ดังนั้นการแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์หรือกึ่งสำเร็จรูปจะช่วยแก้ปัญหาในภาวะที่มีผลผลิตข้าวปริมาณมากเกินความต้องการของตลาดโลก นอกจากนี้ข้าวกึ่งสำเร็จรูปสามารถดัดแปลงเป็นข้าวต้มกึ่งสำเร็จรูปหรือโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป ทั้งนี้อาจนำมาเพิ่มคุณค่าอาหารโดยการเติมเนื้อสัตว์หรือผักต่าง ๆ

ในปัจจุบันข้าวที่กำลังได้รับความสนใจและนิยมบริโภคกันมากขึ้นก็คือข้าวกล้อง เนื่องจากข้าวกล้องมีสารอาหารต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายอยู่หลายชนิด และมากกว่าข้าวขาว ผลิตภัณฑ์จากข้าวกล้องมีอยู่ค่อนข้างหลากหลาย ทั้งผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในขั้นตอนการทดลองและพัฒนา ส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายกันโดยทั่วไปได้แก่ แป้งข้าวกล้อง โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป เส้นขนมจีนข้าวกล้อง น้ำข้าวกล้อง และไวน์ข้าวกล้อง เป็นต้น ในผลิตภัณฑ์จากข้าวกล้อง อาจจะมีคุณค่าทางโภชนาการที่ลดลงจากข้าวกล้องที่บริโภคโดยตรงไปบ้างเนื่องจากกรรมวิธีการผลิต แต่อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์จากข้าวกล้องก็ยังคงมีสารอาหารต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์แก่ร่างกายอยู่มาก ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปโดยมีการเติมผักต่าง ๆ และเห็ดหอมเพื่อสุขภาพและรสชาติที่กลมกล่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลงได้จากความกรุณาของ อ. ชมพูนุท สีห์โสภณ และรศ. ดร. วุฒิชัย นาครักษา ที่ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ และเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ให้ความรู้ คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ และสละเวลาอันมีค่าแก่ผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร. พอใจ ถามากร และ อ. ประมวล ศรีกาหลง ที่ได้ให้เกียรติเป็นคณะกรรมการปัญหาพิเศษ ให้ความรู้และคำแนะนำต่าง ๆ ตลอดมา

ขอขอบพระคุณ พี่เปี๊ยก และเจ้าหน้าที่โรงสีข้าว โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ที่ให้ความอนุเคราะห์ ปลายข้าวกล้องหอมมะลิอนามัยสวนจิตรลดา ในการทดลองครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ พี่นาฏยา บาลี ที่ให้คำแนะนำ และให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ในการทำงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และพี่น้อง ที่ให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านและให้กำลังใจตลอดมา จนสามารถประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

ขอขอบคุณ พี่ ๆ เจ้าหน้าที่ควบคุมห้องปฏิบัติการและนักวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง และขอบคุณเพื่อนๆ อุตสาหกรรมเกษตรทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และให้กำลังใจตลอดมา

ผู้จัดทำปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
คำนำ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
- ที่มาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ	1
- วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	
- ข้าวและข้าวกล้อง	2
- ผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปจากข้าว	13
- การทำแห้ง	16
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์	
- วัตถุดิบ	19
- เครื่องมือและอุปกรณ์	19
บทที่ 4 วิธีการทดลอง	
- การเตรียมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	20
- การเตรียมผักอบแห้งและผงปรุงแต่งกลิ่นรส	22
- กระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	27
- การตรวจสอบคุณภาพของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	28
บทที่ 5 ผลการทดลอง	
- การศึกษาระดับการเกิดเจลาติไนส์ของปลายข้าวกล้องหลังผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน	29
- การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของปลายข้าวกล้องหลังจากการอบแห้ง	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
- การทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบ โดยวิธีทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic scale	30
- การตรวจสอบคุณภาพของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	32
บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	
- การศึกษาการเจลาติไนส์ของข้าวกล้องหลังผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน	34
- การหาปริมาณความชื้นของข้าวกล้องหลังผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน	34
- การทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบโดยวิธีการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส	34
- การตรวจสอบคุณภาพของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	34
- แผนผังต้นแบบของกระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	35
- ข้อเสนอแนะ	36
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก	
ก. วิธีการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นและระดับการเกิดเจลาติไนส์	39
ข. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	42
ค. ภาพจากการทดลอง	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ปริมาณของ ปริมาณของ 2 - Acetyl - 1 Pyrroline และการจัดอันดับความหอมของข้าวที่หุงสุก 8 พันธุ์ และข้าวไม่หอม 2 พันธุ์	10
2. การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอมัยโลส	11
3. การแบ่งประเภทของข้าวตามลำดับอุณหภูมิของแป้งสุก	13
4. คุณลักษณะทางเคมีของโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป	16
5. ระดับการเกิดเจลาติไนส์ของข้าวกล้องหลังผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน	29
6. ปริมาณความชื้นของข้าวกล้องหลังจากการอบแห้ง	30
7. การยอมรับผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปของผู้บริโภคโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. ภาพตัดขวางแสดงส่วนประกอบของเมล็ดข้าว	2
2. ภาพแสดงกระบวนการผลิตข้าวกล้องและข้าวขาวและปริมาณผลผลิต	4
3. โครงสร้างของอมัยโลส	11
4. โครงสร้างของอะไมโลเพคติน	12
5. แผนผังกระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	20
6. กระบวนการผลิตแครอทอบแห้ง	22
7. กระบวนการผลิตเห็ดหอมอบแห้ง	23
8. กระบวนการผลิตต้นหอมอบแห้ง	24
9. กระบวนการผลิตขิงผง	25
10. กระบวนการผลิตกระเทียมผง	26
11. กระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	27
12. แผนผังต้นแบบของกระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ

ในปัจจุบันมีผู้คนจำนวนมาก ที่หันมาสนใจในสุขภาพและสรรหาอาหารที่ดี มีประโยชน์ให้กับตนเองมากขึ้น และผลิตภัณฑ์อาหารนั้นก็ต้องเป็นอาหารที่หาซื้อง่าย กรรมวิธีในการปรุงไม่ยุ่งยาก เก็บรักษาได้นาน เช่นผลิตภัณฑ์อาหารกึ่งสำเร็จรูป

ข้าวกล้องเป็นวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีคุณประโยชน์มาก เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และใยอาหาร เป็นต้น แต่ข้าวกล้องเป็นข้าวที่มีเนื้อสัมผัสค่อนข้างหยาบ และใช้เวลาในการหุงนานกว่าข้าวขาวทั่วไป ทำให้มีการแปรรูปข้าวกล้องให้มีความสะดวกและมีลักษณะที่น่ารับประทานมากขึ้น เช่น โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งปัจจุบันมีโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปจำหน่ายตามท้องตลาดแล้ว แต่เป็นประเภทที่มียังไม่มีผักกึ่งสำเร็จรูปและผงปรุงแต่กลิ่นรสผสมอยู่

ข้าวกล้องมีหลายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวกล้องขาวตาแห้ง ข้าวมันปู และข้าวหอมมะลิ เป็นต้น ซึ่งข้าวกล้องพันธุ์หอมมะลิเป็นพันธุ์ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสหยาบน้อยที่สุด จึงนิยมนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มากที่สุด โดยทำให้สุกส่วนหนึ่งก่อนการคืนรูป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตและปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป
2. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทัศน์

2.1 ข้าวและข้าวกล้อง

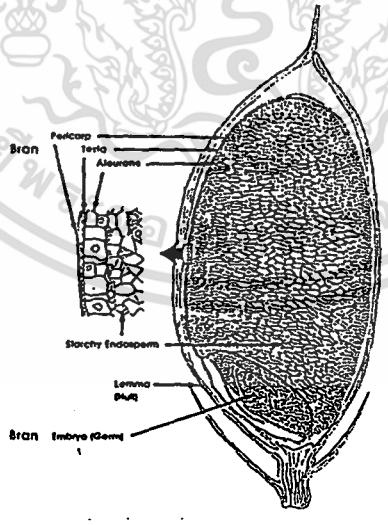
2.1.1 คำจำกัดความของข้าว ข้าวสาร และข้าวกล้อง (บุญพฤกษ์ , 2538)

"ข้าว คือ ชื่อไม้ล้มลุกหลายชนิด หลายสกุล ในวงศ์ Gramineae โดยเฉพาะชนิด Oryza sativa Linn. ซึ่งใช้เมล็ดเป็นอาหารหลัก มีหลายสายพันธุ์ เช่น ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว"

"ข้าวสาร คือ ข้าวเปลือกที่สีซ้อมจนเหลือแต่เมล็ดขาวดีแล้ว"

"ข้าวกล้อง คือ ข้าวที่สีแล้วยังมีข้าวเปลือกปนอยู่เพื่อเอาไปซ้อมให้ขาว"

2.1.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของเมล็ดข้าว (Matz , 1991)



ภาพที่ 1 ภาพตัดขวางแสดงส่วนประกอบของเมล็ดข้าว

ที่มา : Matz (1991)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ดข้าวประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ 2 ส่วน คือ

1. ส่วนที่ห่อหุ้ม เรียกว่า แกลบ (hull หรือ husk)
2. ข้าวกล้อง (caryopsis หรือ brown rice)

2.1.3 <u>ส่วนประกอบของข้าวกล้อง</u> (Matz , 1991)

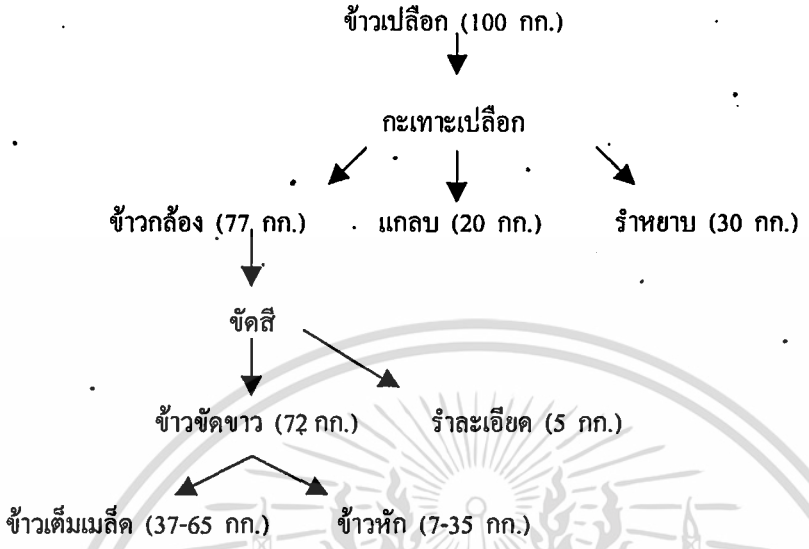
ข้าวกล้องถูกห่อหุ้มด้วย caryopsis coat ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. **เยื่อหุ้มผล (pericarp)**
2. **เยื่อหุ้มเมล็ด (seed coat)** อยู่ถัดจาก pericarp เข้าไป
3. **เยื่อนูเซลลาร์ (nucellar layer)**
4. **เยื่ออาลูโรน (aleurone layer)** ห่อหุ้มส่วนที่เป็นแป้ง (starchy endosperm) และเชื้อพันธุ์ (embryo) เยื่ออาลูโรนมีโปรตีนสูง
5. **เอ็มบริโอ (embryo หรือ germ)** มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับเมล็ดข้าวกล้อง และอยู่บนด้านข้างของท้องเมล็ดข้าวกล้อง ภายใน embyo เป็นใบอ่อนและรากอ่อนที่ถูกเชื่อมติดกันโดยลำต้นที่สั้นมาก ๆ embyo อยู่ติดกับ เอนโดสเปอร์มโดยใบเลี้ยง
6. **ส่วนที่เป็นแป้ง (starchy endosperm)** เป็นส่วนที่ใหญ่กว่าส่วนที่เป็นเนื้อเยื่ออื่น ๆ ทั้งหมดมาก ประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่และมีโปรตีนอยู่บ้าง

ในเมล็ดข้าวที่ยังไม่ผ่านการกะเทาะเปลือก จะมีส่วนของแกลบอยู่ 18-28 % ส่วนของข้าวกล้อง 72-82 % ส่วนของเยื่อหุ้มผล 1-2% เยื่อนิวเซลลาร์ และเยื่อหุ้มเมล็ด 4-6% เอ็มบริโอ 2-3 % และส่วนที่เป็นแป้ง 89-94 % ประมาณ 6-10 % ของข้าวกล้องเป็นถูกเอาออกไปขณะทำการขัดสี ผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลพลอยได้ ได้แก่ รำข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 <u>กระบวนการผลิตข้าวกล้องและข้าวขาวและปริมาณผลผลิต</u> (สายสนม , 2541)



ภาพที่ 2 ภาพแสดงกระบวนการผลิตข้าวกล้อง ข้าวขาวและปริมาณผลผลิต
ที่มา : สายสนม (2541)

เมื่อพิจารณากระบวนการผลิตและปริมาณผลผลิตของข้าวกล้องและข้าวขาว จะเห็นว่า ข้าวกล้องให้ผลผลิตมากกว่า ไม่ต้องใช้พลังงานขั้นการขัดสีและลดการสูญเสียรำละเอียดและข้าวหัก

2.1.5 <u>องค์ประกอบของข้าวกล้อง</u> (ณรงค์ , 2538)

โดยปกติข้าวกล้องจะมีโปรตีนร้อยละ 8 ถ้ามีความชื้นร้อยละ 12 นอกจากนี้ยังพบไขมันสารเยื่อใย วิตามิน และเกลือแร่ ปริมาณที่พบแตกต่างกันมาก ขึ้นอยู่กับพันธุ์และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้เทคนิคการวิเคราะห์ก็มีผลต่อปริมาณที่พบด้วย

คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตที่พบในข้าวแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือแป้ง เฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส และน้ำตาลอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>แป้ง</u> มีปริมาณสูงสุดประมาณร้อยละ 90 ของน้ำหนักข้าวโดยมีอมัยโลสร้อยละ 7-33 ของน้ำหนักแห้ง หรือร้อยละ 8-37 ของน้ำหนักแป้ง ส่วนอมัยโลเปกตินจะเป็นส่วนประกอบหลักของข้าวเหนียว ซึ่งส่วนใหญ่แป้งพวกนี้จะมีอมัยโลสร้อยละ 0.8-1.3 ทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียวเม็ดแป้งจะมีขนาดใกล้เคียงกัน อุณหภูมิแป้งสุกอยู่ระหว่าง 55-79 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของข้าวและสิ่งแวดล้อม ข้าวพันธุ์เดียวกันอาจมีอุณหภูมิแป้งสุกต่างกันถึง 10 องศาเซลเซียส ด้วยเหตุนี้ถ้าใช้อุณหภูมิแป้งสุกเป็นหลักอาจแบ่งข้าวเป็น 3 กลุ่ม คือ ข้าวหุงสุกง่าย ใช้อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า ข้าวหุงสุกได้ยากปานกลาง ใช้อุณหภูมิระหว่าง 70-74 องศาเซลเซียส และข้าวหุงสุกยาก ใช้อุณหภูมิสูงกว่า 74 องศาเซลเซียส อัตราส่วนของอมัยโลสต่ออมัยโลเปกตินก็จะเป็นเครื่องชี้ความยากง่ายของการหุง ถ้าข้าวมีอมัยโลสสูงเม็ดแป้งจะดูดน้ำได้ช้า แสดงให้เห็นว่า การดูดน้ำของแป้งขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายในเม็ดแป้งแต่เมื่อเม็ดแป้งแตกตัวออกทั้งอมัยโลสและอมัยโลเปกตินจะหลุดออกมา การที่แป้งจากข้าวชนิดต่างๆ สุกที่อุณหภูมิต่างๆ กันทำให้การหุงข้าวต้องใช้เวลาต่างกันด้วย ข้าวที่มีแป้งสุกยากจะใช้เวลามากกว่าข้าวที่มีแป้งหุงสุกง่าย ข้าวที่มีปริมาณอมัยโลสสูง จะดูดน้ำและพองตัวได้มากถ้าหุงจนสุก ในทางตรงกันข้ามข้าวที่มีอมัยโลสต่ำจะดูดน้ำและพองตัวได้น้อย ปริมาณอมัยโลสที่หลุดออกมาจะเป็นอัตราส่วนโดยตรง กับปริมาณอมัยโลสที่มีอยู่ในเม็ดแป้ง ถ้าเม็ดแป้งมีปริมาณอมัยโลส ไม่เกินร้อยละ 30 แต่ถ้าสูงกว่านี้การละลายจะน้อยลง เนื่องมาจากการจับตัวกันของอมัยโลสภายในเม็ดแป้งหลังจากที่เม็ดแป้งสุกแล้วหรือหลังจากหลุดจากเม็ดแป้งแล้ว แต่ยังมีส่วนประกอบอื่นๆ เช่น โปรตีน สามารถป้องกันมิให้แป้งดูดน้ำได้สะดวกนัก และยังพบว่าเม็ดแป้งที่มีอมัยโลสสูงแตกตัวได้ยาก แต่จะให้เจลที่มีความหนืดสูง

<u>เฮมิเซลลูโลส</u> พบมากในรำละเอียด รำข้าวขาว และจมูกข้าว พบเล็กน้อยในข้าวขาว ข้าวกล้องมีเฮมิเซลลูโลสร้อยละ 1.43-2.08 ข้าวขาวมีร้อยละ 0.61-1.09 รำละเอียดมีร้อยละ 8.59-10.90 และรำข้าวขาวมีร้อยละ 3.15-6.01 นอกจากนี้ยังพบ pentosan ในจมูกข้าวร้อยละ 4.80-7.40 และพบว่าในรำละเอียดและรำข้าวขาวมีประมาณร้อยละ 0.1 ที่ละลายน้ำได้ และร้อยละ 1.0 ที่ละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 นอร์มัล ส่วนข้าวขาวมีประมาณร้อยละ 0.02 ที่ละลายน้ำได้ และร้อยละ 0.1 ที่ละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 นอร์มัล ส่วนใหญ่เป็นพวก arabisan และ xylan

<u>เซลลูโลส</u> ส่วนใหญ่อยู่ในชั้นรำ ซึ่งร้อยละ 62 อยู่ในชั้นรำละเอียด ร้อยละ 4 อยู่ในจมูกข้าว ร้อยละ 7 อยู่ในรำข้าวขาว และร้อยละ 27 อยู่ในข้าวขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลอิสระ พบมากในจมูกข้าวและเนื้อแป้ง ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส และมีน้ำตาล raffinose กลูโคส และฟรุกโตสเล็กน้อย ข้าวกล้องมีน้ำตาลอิสระร้อยละ 0.83- 1.36 และข้าวขาวมีร้อยละ 0.09- 0.13 ส่วนจมูกข้าวมี reducing sugar ร้อยละ 11.6 และน้ำตาล nonreducing sugar ร้อยละ 9.1

ไฟตินหรือเกลือ myo-inositol hexaphosphate เป็นสารประกอบที่พบมากในบริเวณผิวของเมล็ด มีฟอสฟอรัสร้อยละ 80 ในข้าวกล้อง หรือร้อยละ 40 ในข้าวขาว มาจากสารไฟติน และฟอสฟอรัสร้อยละ 90 ในรำ มาจากไฟติน ไฟตินที่พบในข้าวกล้องมีร้อยละ 0.2 ในข้าวขาวมีร้อยละ 0.04-0.06 และในจมูกข้าวมีร้อยละ 0.8

สารประกอบไนโตรเจน

สารประกอบไนโตรเจนที่พบในข้าวประกอบด้วยโปรตีนและกรดอะมิโนอิสระ โปรตีนเป็นส่วนประกอบที่มีมากเป็นอันดับ 2 รองจากแป้ง โปรตีนที่อยู่ตามส่วนต่างๆ ขึ้นอยู่กับการขัดรำและปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าว ถ้าข้าวมีโปรตีนสูงการกระจายของโปรตีนจะสม่ำเสมอมากขึ้น ความแตกต่างของปริมาณโปรตีนตามส่วนต่างๆ จะน้อยลง ปริมาณโปรตีนคำนวณได้จากผลคูณของปริมาณไนโตรเจนกับ 5-95 โดยถือว่าโปรตีนจากข้าวมีไนโตรเจนร้อยละ 16.8 เนื่องจากมี oryzenin เป็นส่วนใหญ่

เนื่องจากโปรตีนจากส่วนต่างๆของเมล็ดข้าวมีอยู่ไม่เท่ากัน อัลบูมินและโกลบูลินจะพบมากในข้าวกล้อง กลูเตลินพบมากทั้งในข้าวกล้องและข้าวขาว แสดงว่าอัลบูมินและโกลบูลินมีอยู่สูงมากในเยื่อหุ้ม เนื้อแป้งและจมูกข้าว ส่วนกลูเตลินมีอยู่มากที่จุดศูนย์กลางของเนื้อแป้ง แป้งข้าวจึงมีโปรตีนกลูเตลินเป็นส่วนใหญ่

จากการศึกษาพบว่าข้าวกล้องมี lyzine แต่มีกรด glutamic ต่ำกว่าข้าวขาว อย่างไรก็ตามไลซีนก็ยังคงเป็น limiting amino acid ติดตามด้วย threonine การที่ร่างกายนำเอา threonin ไปใช้ได้น้อยเป็นเรื่องที่ยังไม่เข้าใจกันดีนัก เพราะโดยปกติแล้วถ้ามีกรดอะมิโนชนิดนี้มากเกินพอ มีผู้ทำการวิจัยพบว่า ร่างกายนำเอากรดอะมิโนไปใช้ในปริมาณต่างๆ กัน คือ ไลซีนร้อยละ 70-100 ทรีโอนินร้อยละ 73-100 methionine ร้อยละ 62-76 isoleuoine ร้อยละ 71-99 leuoine ร้อยละ 75-80 phenylanine 71-76 และ valine ร้อยละ 71-100 การเสริม methionine threonine และ tryptophan ลงในข้าวพร้อมกับไลซีนจะทำให้ร่างกายใช้ไนโตรเจนได้มากขึ้น ปกติจะใช้ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PER เพื่อแสดงปริมาณไนโตรเจนที่ร่างกายนำไปใช้ จากการศึกษาพบว่าค่า PER ของผลิตภัณฑ์จากข้าวมีดังนี้ ข้าวกล้อง 1.73-1.93 ,ข้าวขาว 1.38-2.56 รำละเอียด 1.61-1.92 รำข้าวขาว 1.84-1.88 จมูกข้าว 2.59

นอกจากนี้แล้วยังพบว่า ข้าวยังมีสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ ที่มิใช่โปรตีนอีกหลายชนิด ปริมาณที่พบมีประมาณร้อยละ 3 ของไนโตรเจนที่พบในข้าวกล้อง หรือร้อยละ 2 ในข้าวขาว พบมากในจมูกข้าว รองลงมาคือ รำ และข้าวขาว ตามลำดับสารที่พบมากคือ กรดอะมิโนอิสระ เช่นกรด glutamio , histidine , alanineและ omithine นอกจากนี้ยังพบสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ อีกหลายชนิดเช่น ribonuoleic acid เป็นต้น

ไขมัน

ในข้าวกล้องมีไขมันร้อยละ 80 อยู่ในรำละเอียดและรำข้าวขาว และประมาณ 1 ใน 3 อยู่ในจมูกข้าว ไขมันมีส่วนประกอบของกรด oleic acid , linoleic acid และ palmitic acid เป็นส่วนใหญ่ มีกรดlauric และกรด myristoleic เล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบ sterol แอลกอฮอล์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ferulic acid และ bocopherol อีก ในส่วนที่เรียกว่า unsaponifiable matter ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 5 พบขี้ผึ้งร้อยละ 3-9 เป็นพวกเอสเทอร์ของ lignoceric acid และ myrisoyl alcohol เป็นส่วนใหญ่

วิตามิน

วิตามินส่วนใหญ่พบในส่วนที่เรียกว่า เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดและจมูกข้าว ไม่พบวิตามินเอ วิตามินซี และวิตามินดีในข้าวสาร รำละเอียด และรำข้าวขาว แต่พบวิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง และไนอาซิน โดยพบว่าวิตามินบีหนึ่งในรำละเอียดร้อยละ 65 รำข้าวขาวร้อยละ 13 และข้าวขาวร้อยละ 22 วิตามินบีสองในรำละเอียดร้อยละ 39 รำข้าวขาวร้อยละ 8 และข้าวขาวร้อยละ 53 และไนอาซินในรำละเอียดร้อยละ 54 รำข้าวขาวร้อยละ 13 และข้าวขาวร้อยละ 33

เกลือแร่

เกลือแร่ของข้าวมีปริมาณไม่คงที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของดินที่ใช้ปลูกและวิธีวิเคราะห์จาการวิเคราะห์เกลือแร่จากส่วนต่างๆ ของเมล็ดก็พบว่าเกลือแร่ร้อยละ 51 อยู่ในรำละเอียด ร้อยละ 10 อยู่ในรำข้าวขาว และร้อยละ 28 อยู่ในข้าวขาว แร่ธาตุที่พบมี ฟอสฟอรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปแตสเซียม แคลเซียม คลอรีน ซิลิคอน โซเดียมและเหล็ก แร่ธาตุที่พบมากที่สุดคือ แมกนีเซียม โปแตสเซียม และซิลิคอน

2.1.6 <u>คุณลักษณะและแหล่งที่มาของข้าวหอมมะลิในประเทศไทย</u> (นาฏยา , 2543)

ประเทศไทยมีข้าวหอมมากมายหลายพันธุ์ แต่พันธุ์ข้าวหอมของไทยที่มีชื่อเสียงในตลาดโลกและตลาดภายในประเทศได้แก่ พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 หรือข้าวหอมมะลิ ที่ต่างประเทศรู้จักในชื่อ Jasmine rice มีถิ่นกำเนิดที่แหลมประดู่ อ. พนัสนิคมติดกับ อ. แปลงยาว จ. ชลบุรี นายจรูญ ตัณฑวุฒ ได้นำมาปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ 2488 และแบ่งเมล็ดบางส่วนไปปลูกที่ท่าทองหลาง อ. บางคล้า จ. ฉะเชิงเทรา เนื่องจากเป็นข้าวหอมที่ขายได้ราคาสูง จนกระทั่งปี พ.ศ.2493 กรมการข้าว (ในสมัยนั้น) ได้รื้อฟื้นการเก็บรวบรวมพันธุ์เข้ามาคัดพันธุ์กันใหม่พันธุ์ขาวดอกมะลิเป็นพันธุ์หนึ่งที่ถูกเก็บรวงมาปลูกคัดเลือกพันธุ์ให้บริสุทธ์และประเมินผลผลิตรวงข้าวขาวดอกมะลิที่เก็บมาจาก อ. บางคล้าโดยนายสุนทร สีหะเนิน ได้ถูกส่งไปปลูกคัดพันธุ์บริสุทธิ์ที่สถานีทดลองข้าวโคกสำโรง จ. ลพบุรี ในปี พ.ศ. 2498 จำนวน 199 รวง และรวงที่ 105 เป็นสายพันธุ์เดียวที่ผ่านการคัดเลือกทดสอบผลผลิตและส่งเสริมให้ชาวนาใช้เป็นพันธุ์ปลูกในปี พ.ศ. 2502 เป็นต้นมา ขาวดอกมะลิ 105 หรือที่เรียกกันทั่วไปว่าข้าวหอมมะลิมีชื่อที่แท้จริงว่าขาวดอกมะลิ 4 - 2 - 105 (เลข 4 คือหมายเลขประจำท้องถิ่นที่เก็บรวบรวม เลข 2 คือหมายเลขประจำพันธุ์ของข้าวขาวดอกมะลิที่เก็บรวงจาก อ. บางคล้า และ 105 คือรวงหรือสายพันธุ์ที่ 105 ของข้าวดอกมะลิดังกล่าว) เป็นข้าวไวต่อช่วงแสง ออกดอกประมาณวันที่ 20 - 25 ตุลาคม ต้นสูง 140 - 150 ซ.ม. ฟางอ่อนใบสีเขียวยาวและค่อนข้างแคบ ปลูกได้เฉพาะฤดูนาปี เก็บเกี่ยวประมาณกลางเดือนพฤศจิกายน ผลผลิตเก็บเกี่ยวจากแปลงอดลองเฉลี่ยประมาณ 510 ก.ก. / ไร่ ระยะพักตัวของเมล็ดประมาณ 8 สัปดาห์ ข้าวเปลือกมีสีฟางเมล็ดเรียวยาวปลายเมล็ดโค้งเล็กน้อย ข้าวกล้องใส มีความเลี่ยมมันจมูกเล็ก (ส่วนที่เป็นคัพภะ) เป็นลักษณะที่ดีของข้าวสาร เป็นข้าวมีอะไมโลสต่ำ (12 - 16%) เมล็ดข้าวกล้องยาว 7.4 ม.ม. ข้าวที่หุงสุกมีลักษณะเหนียว นุ่ม มีกลิ่นหอมเป็นที่นิยมของผู้บริโภค พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีข้อดีตรงที่เจริญเติบโตได้ในที่นาดอนทั่วไป ทนต่อสภาพแห้งแล้ง ทนดินเปรี้ยวและดินเค็มได้ดี ต้านทานไส้เดือนฝอยรากปม แต่ไม่ต้านทานโรคและแมลงศัตรูข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 <u>สารหอมระเหยในข้าวหอม</u> (นาฏยา , 2543)

กลิ่นหอมของข้าวอยู่ในรูปของน้ำมันที่ระเหยได้ (Essential Oil) ข้าวบางพันธุ์ เช่น ขาวดอกมะลิ 105 และ Basmati 370 จะได้กลิ่นหอมตั้งแต่ระยะที่เป็นต้นกล้า ระยะแตกกอ ระยะ ออกดอกและเป็นเมล็ดทั้งข้าวเปลือก ข้าวกล้องและข้าวสาร รวมถึงขณะกำลังหุงต้ม หรือข้าวที่หุงสุกใหม่ ๆ เมื่อผ่านแปลงที่ปลูกข้าวหอมทั้งสองพันธุ์จะได้กลิ่นหอมข้าวขาวจากใบและดอกข้าวซึ่งคาดว่า สารกำเนิดกลิ่นหอมต้องสะสมอยู่ในใบ แล้วเคลื่อนย้ายไปสู่เมล็ดข้าว สถาบันค้นคว้าวิจัยเรื่องข้าวระหว่างชาติได้ร่วมมือกับ USDA (United States Department of Agriculture) โดย Western Rigional Research Center (WRRC) ในปลายปี พ.ศ. 2524 ทำการวิเคราะห์ข้าวหอม โดยใช้วิธี Objective gas - chromatographic Screening ศึกษาพันธุ์ข้าวหอมจากประเทศต่าง ๆ ได้แก่ พันธุ์ Seratus Malam จากอินโดนีเซีย พันธุ์ Hieri จากญี่ปุ่น พันธุ์ Basmati 370 จากปากีสถาน พันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากไทย พันธุ์ IR 841 - 76 - 1 จากสถาบันค้นคว้าวิจัยเรื่องข้าว ระหว่างชาติพันธุ์ Malagkit Sungsong , Milagrosa และ Azucena จากฟิลิปปินส์เปรียบเทียบกับข้าวไม่หอม 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ Labelle และ Calrose จากสหรัฐอเมริกา สามารถจำแนกและวิเคราะห์สารหอมระเหย ที่ทำให้เกิดกลิ่นหอมในข้าวกล้อง และข้าวสารที่หุงสุกแล้ว คือ 2 - Acetyl - 1 Pyrroline

ในการศึกษาพบว่าปริมาณของ 2 - Acetyl - 1 Pyrroline ในข้าวกล้องมีมากกว่าในข้าวสาร ซึ่งในข้าวจะมีสารนี้อยู่ 0.1 - 0.2 ppm (ไมโครกรัม ต่อ กรัม) ส่วนในข้าวสารมีสารนี้อยู่ 0.04 - 0.09 ppm เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวไม่หอมนั้นทั่วไป ข้าวไม่หอมจะมีสารนี้อยู่ในปริมาณน้อยมากคือมีอยู่น้อยกว่า 0.006 - 0.008 ppm แสดงว่าข้าวที่มีกลิ่นหอมมีสาร 2 - Acetyl - 1 Pyrroline มากกว่าข้าวทั่วไปที่ไม่มีกลิ่นหอม (ตารางที่ 1) และชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารนี้จะมีอยู่ในส่วนของรำข้าวมากกว่าในข้าวสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ปริมาณของ 2 - Acetyl - 1 Pyrroline และการจัดอันดับความหอมของข้าวที่หุงสุก 8 พันธุ์ และข้าวไม่หอม 2 พันธุ์ โดยศูนย์วิจัยภาคตะวันตก USDA และสถาบันวิจัยเรื่องข้าวระหว่างชาติ พ.ศ. 2525

พันธุ์หรือสายพันธุ์	ปริมาณ 2-Acetyl-1- Pyrroline (ไมโครกรัม/กรัม)		อันดับความหอม [1]
	ข้าวสาร	ข้าวกล้อง	
Malagkit Sungsong	0.09	0.2	1
Milagrose	0.07	-	2
Khao Dawk Mali 105	0.07	0.2	3
IR841 - 76 - 1	0.07	0.2	4
Basmati 370	0.06	0.17	5
Seratus Malam	0.04	-	6
Azucena	0.04	0.16	7
Hieri	0.04	0.1	8
Calrose	0.006	-	9
Labelle	0.008	-	10

หมายเหตุ 1. จัดอันดับความหอมของข้าวโดยให้ 21 - 23 คนดมกลิ่นตัวอย่างข้าว 2 - 3 ซ้ำ

ที่มา : นาฏยา (2543)

2.1.8 <u>สมบัติทางเคมีของเมล็ดข้าว</u>

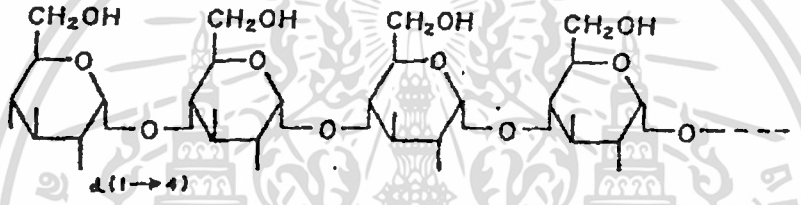
2.1.8.1 ปริมาณของอะไมโลส และ อะไมโลเพคติน (Amylose and Amylopectin Content)

คาร์โบไฮเดรตที่พบในเมล็ดข้าวจะอยู่ในรูปของเมล็ดสตาร์ชประกอบไปด้วย อะไมโลสประมาณร้อยละ 12 – 35 เป็นโพลิเมอร์ของดีกลูโคสที่อยู่ในรูปโพราโนส (Pyranose) มาต่อกันเป็นเส้นตรงยาวประมาณ 500 – 2,000 หน่วยเชื่อมต่อกันด้วยพันธะ α (1 , 4) กลูโคซีดิค (Glucosidic) ดังภาพที่ 2 อะไมโลสไม่สามารถละลายในน้ำเย็น แต่จะละลายได้ดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อะไมโลสจะละลายได้ดีในสารละลายด่าง และทำปฏิกิริยากับสารละลายเจือจางของไอโอดีนแล้วให้สีน้ำเงิน จึงสามารถใช้หาปริมาณอะไมโลสในตัวอย่างข้าวต่าง ๆ และหาอัตราการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดเจลาติไนส์ของข้าวได้โดยการวัดการดูดกลืนแสง(Absorbance)ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร (นาฏยา , 2543)

อะไมโลเพคติน เป็นโพลิเมอร์ของดีกลูโคสที่ต่อเป็นกิ่งก้านสาขา(Branch Chain) โดยจุดที่มีการแตกแขนงจะจับกันด้วยพันธะ α (1 , 6) กลูโคซิดิค ดังภาพที่ 3 อัตราส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ข้าวสุกมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ข้าวเจ้าในประเทศไทย มีส่วนประกอบของอะไมโลสอยู่ระหว่าง 12 – 33% ดังตารางที่ 2



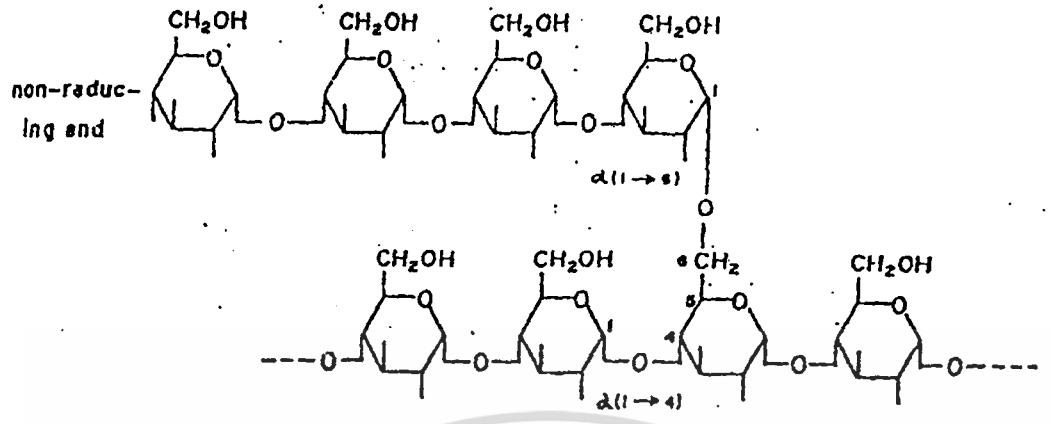
ภาพที่ 3 โครงสร้างของอะไมโลส
ที่มา : นาฏยา (2543)

ตารางที่ 2 การแบ่งประเภทข้าวตามปริมาณอะไมโลส

ประเภทข้าว	ปริมาณอะไมโลส	ลักษณะข้าวสุก
ข้าวเหนียว	1 – 2	เหนียวมาก
ข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำมาก	2 – 9	เหนียวนุ่ม
ข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำ	9 – 20	เหนียวนุ่ม
ข้าวเจ้าอะไมโลสปานกลาง	20 – 25	นุ่มค่อนข้างเหนียว
ข้าวเจ้าอะไมโลสสูง	25 - 33	ร่วนแข็ง

ที่มา : นาฏยา (2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 โครงสร้างของอะไมโลเพคติน
ที่มา : นาฏยา (2543)

2.1.8.2 ความคงตัวของเจล (Gel Consistency)

ข้าวที่มีคุณภาพการหุงต้มและรับประทานแตกต่างกันมีปัจจัยที่สำคัญมาจากปริมาณอะไมโลส ข้าวบางพันธุ์มีปริมาณอะไมโลสใกล้เคียงกันแต่ข้าวสุกอาจมีคุณภาพแตกต่างกันเนื่องจากแป้งสุก เมื่อเย็นแล้วมีความแข็ง หรือความคงตัวแตกต่างกัน โดยข้าวที่มีค่าความคงตัวของเจลต่ำ จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวสุกนุ่มกว่าที่มีความคงตัวของเจลสูง เมื่อมีปริมาณอะไมโลสเท่ากัน (นาฏยา , 2543)

2.1.8.3 อุณหภูมิแป้งสุก (Galatinization Temperature)

เป็นอุณหภูมิที่เม็ดแป้ง เริ่มพองในน้ำ ความร้อนจะทำลายพันธะระหว่างโมเลกุลในบริเวณผลึก การดูดน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เม็ดแป้งขยายตัวเต็มที่แป้งกลายเป็นเจล และเปลี่ยนจากลักษณะทึบแสงเป็นโปร่งใส อุณหภูมิแป้งสุกมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการหุงต้ม ข้าวที่อุณหภูมิแป้งสุกสูงจะหุงต้มนานกว่าข้าวที่มีอุณหภูมิแป้งสุกต่ำ โดยสามารถแบ่งประเภทข้าวตามลำดับอุณหภูมิแป้งสุก เป็น 3 ประเภท ดังตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงการแบ่งประเภทข้าวตามลำดับอุณหภูมิของแป้งสุก

อุณหภูมิแป้งสุก (องศาเซลเซียส)	ประเภทอุณหภูมิแป้งสุก
ต่ำกว่า 70	ต่ำ
70 – 74	ปานกลาง
สูงกว่า 75	สูง

ที่มา : นาฏยา (2543)

2.2 ผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปจากข้าว

2.2.1 <u>ข้าวกึ่งสำเร็จรูป</u>

ข้าวหุงสุกไว ได้มีการผลิตขึ้นครั้งแรกในปลายปี ค.ศ. 1940 โดย A.K. OZAI - DURRANI ต่อมาในปี ค.ศ. 1948 บริษัทเจนเนอรัลฟูดส์ จำกัด ในสหรัฐอเมริกา ได้ผลิตเป็นอุตสาหกรรมเพื่อจำหน่ายโดยใช้ชื่อทางการค้าว่า มินิทไรซ์ (Minute Rice) และต่อมามีการพัฒนาการผลิตข้าวหุงสุกไวจนได้คุณภาพดี ซึ่งกรรมวิธีการผลิตประกอบด้วย การให้ความร้อนขั้นต้น (pre-cooked or preheat) ให้ความร้อน (cooked or gelatinized) ในน้ำหรือไอน้ำเดือด และนำไปทำให้แห้ง (drying) ในปี ค.ศ. 1954 Czmpbell และ Hollis ได้เสนอผลการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับ Shumman และ Staley กล่าวคือ การให้ความร้อนขั้นแรก ทำให้เมล็ดข้าวเกิดรอยร้าวเล็กๆจำนวนมากมาย เรียกว่า "fissures " ซึ่งเป็นผลให้ในขั้นตอนการแช่หรือการหุงต้ม ความชื้นจะแทรกซึมเข้าไปในเนื้อข้าวได้เร็ว และทำให้ลดระยะเวลาของการแช่ และการต้มในไอน้ำเดือดเพื่อทำให้เกิดเจล (gelatinization) นอกจากนี้ยังมีผลเพิ่มปริมาณผลผลิตของข้าวหุงสุกไว (กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม , 2536)

ข้าวกึ่งสำเร็จรูป ผลิตขึ้นโดยการพัฒนากรรมวิธีมาจากข้าวหุงสุกไว และนอกจากนี้ข้าวกึ่งสำเร็จรูปยังสามารถดัดแปลงเป็นข้าวต้มกึ่งสำเร็จรูป หรือโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปได้

การผลิตข้าวต้มกึ่งสำเร็จรูป เริ่มจากการเตรียมข้าวกึ่งสำเร็จรูปจากข้าวหอมมะลิ โดยให้ความร้อนขั้นต้น(preheat)แก่ข้าวสารโดยอบข้าวในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นาน 15 นาที แล้วแช่ในสารละลายไตรโซเดียมออโธฟอสเฟตร้อยละ 0.05 ที่อุณหภูมิ 70-90 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ต้มในสารละลายเดิมให้สุก จุ่มในน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 0-2 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาที และทำให้แห้งในตู้อบลมร้อนไฟฟ้า โดยใช้อุณหภูมิ 2 ระดับคือ 120 และ 100 องศาเซลเซียสตามลำดับ ความชื้นเหลือประมาณ ร้อยละ 4-7 การเตรียมผักกึ่งสำเร็จรูป ต้มหอมผักชี คื่นไช่ ล้างให้สะอาด ลวกในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ร้อยละ 0.1 ผสมกับโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ร้อยละ 0.1 นาน 30 วินาที จุ่มน้ำเย็น 10 วินาที แล้วนำไปทำแห้งโดยเครื่องทำอาหารแห้งภายใต้ระบบความเย็นสูญญากาศ แครอท ฟักทอง เห็ดฟาง ล้างให้สะอาด แครอทและฟักทองหั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาดด้านละ 1 เซนติเมตร ส่วนเห็ดฟางใช้เห็ดตูมหรือบานเล็กน้อยผ่าเป็น 2 หรือ 4 ชิ้นให้ได้ขนาดที่ต้องการลวกในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต ร้อยละ 0.1 ผสมโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.1 ผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ร้อยละ 0.1 นาน 1-2 นาที จุ่มน้ำเย็น 10 วินาที และนำไปทำแห้งโดยเครื่องทำอาหารแห้งภายใต้ระบบความเย็นและสูญญากาศ การเตรียมกระเทียมผง ทำโดยเอาเปลือกออก ล้างน้ำ หั่นเป็นชิ้นบาง ตากในตู้อบลมร้อนไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส และบดด้วยเครื่องบดละเอียด ได้กระเทียมผง (กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2537)

นอกจากที่กล่าวข้างต้น ที่ผ่านมายังมีงานทดลองที่เกี่ยวกับการผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูปสรุปพอสังเขปได้ดังนี้

Cox และ Cox (1975) ศึกษาวิธีการผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูป ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญดังนี้คือ การเพิ่มปริมาณน้ำที่ถูกดูดซับในเมล็ดข้าว โดยการให้ความร้อนด้วยไอน้ำจนถึงอุณหภูมิ 185-280 องศาฟาเรนไฮต์ ที่ความดันบรรยากาศเป็นเวลา 2-10 นาที และแช่ข้าวในสารละลายผสมระหว่างฟอสเฟตและไตรโซเดียมฟอสเฟต เข้มข้นร้อยละ 0.001-7 จากนั้นนำไปทำแห้ง

Chakrabarthy และ Dwarakanth (1980) ได้ทดลองโดยทำให้แป้งเกิดการเจลาติไนส์ โดยเริ่มจากการแช่ข้าวในน้ำเย็นที่มี Glyceryl monostearate ความเข้มข้นร้อยละ 0.3 จากนั้นทำให้สุกโดยใช้หม้อนึ่งความดัน แล้วทำให้แห้งโดยใช้อบลมร้อน

Attaallah และ Durani (1984) ทำการศึกษาการผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูป โดยมีขั้นตอนการผลิตดังนี้ คือ การทำให้แป้งเจลาติไนส์ (Gelatinization) โดยการต้มเพื่อเพิ่มความชื้นใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ดข้าวจนถึงร้อยละ 65-70 แต่ความชื้นต้องไม่สูงเกินไปจนทำลายโครงสร้างของเมล็ดข้าวจากนั้นนำมาลดอุณหภูมิลงแล้วนำมาทำแห้งต่อไป

Campagene และคณะ (1985) ทำการทดลองโดยการแช่ข้าวในสารละลายร้อยละ 1 ของเกลือโซเดียมซิเตรทและแคลเซียมคลอไรด์ (50 : 50) พบว่าการใช้สารเคมีทำให้การดูดน้ำกลับได้ดีขึ้น โดยใช้เวลาในการคืนรูปประมาณ 5-10 นาที และทำให้ข้าวมีสีขาวขึ้น แต่มีข้อเสียคือปริมาณความแตกหักของเมล็ดข้าวสูงขึ้น และทำให้อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ข้าวคืนรูปสั้นลง

Ghosh และ Sunit (1988) ทำการทดลองทำข้าวให้สุกภายใน 25 นาที โดยการให้ความร้อน 3 วิธีคือ การต้มเพียงอย่างเดียว การต้มแล้วนึ่ง และการนึ่งเพียงอย่างเดียว จากนั้นนำไปผ่านขบวนการทำแห้ง 4 วิธี เช่นกันคือ Infrared, Air diffusion drying และ Freeze - Thaw process พบว่าข้าวที่ผ่านการแช่เข็งแล้วละลาย จากนั้นจึงนำไปทำแห้ง (Freeze - Thaw process) มีอัตราการดูดน้ำสูงกว่าข้าวที่ทำแห้งด้วยวิธีอื่น ๆ

Bhaskar และคณะ (1989) ได้ทดลองต้มข้าวในสารละลายของเกลือโซเดียมฟอสเฟตร้อยละ 0.3 และสารละลายเกลือแคลเซียมซิเตรทร้อยละ 0.2 พบว่าการใช้สารเคมี ข้อดีช่วยลดระยะเวลาในการคืนรูป ข้าวมีสีขาวขึ้น และไม่ค่อยแตกหักในระหว่างการคืนรูป

2.2.2 <u>คำนิยามของโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป</u>

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้ให้คำนิยามของโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวซึ่งทำให้สุกเป็นบางส่วน มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆผสมกับเนื้อสัตว์ที่ทำให้สุกและแห้งพร้อมด้วยเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสอื่นๆ โดยรักษาคุณภาพและกลิ่นรสเดิมของส่วนประกอบไว้ได้และทำให้สุก รับประทานได้ในระยะเวลาสั้น

คุณลักษณะที่ต้องการของโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป

ก. คุณลักษณะทางกายภาพ โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปต้องมีสีและกลิ่นรสตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ และต้องไม่มีกลิ่นหืน เมื่อนำมาเติมน้ำตามส่วนที่แจ้งไว้แล้วจะต้องสุกรับประทานได้หลังจากต้มต่อไปอีกเป็นเวลาไม่เกิน 10 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. คุณลักษณะทางเคมี ให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คุณลักษณะทางเคมีของโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป

รายการ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิเคราะห์ตามวิธี
ความชื้นไม่เกินร้อยละของน้ำหนัก	5	AOAC(1975) ข้อ 14.125 หรือ 14.126

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2522)

ค. คุณลักษณะทางจุลชีววิทยาโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปยอมให้มีจุลินทรีย์ได้ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดดังนี้

จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) ต่อกรัมของตัวอย่าง	$1x10^5$
จำนวนรา (mold) ต่อกรัมของตัวอย่าง	100
จำนวนอี โคไล (E.coli) ต่อกรัมของตัวอย่าง (MPN)	น้อยกว่า 3
คลอสตริเดียม เวลชิไอ(Clostridium welchii or Clostridium perfringens) ใน 0.01 กรัม ของตัวอย่าง	ต้องไม่พบ
สะตาฟิดลคอกคัส ออเรียส (Staphylococcus aureus) ใน 0.01 กรัม ของตัวอย่าง	ต้องไม่พบ
จำนวนซัลโมเนลลา (Salmonella) ใน 25 กรัม ของตัวอย่าง	ต้องไม่พบ

2.3 การทำแห้ง (ภัทรชนก , 2541)

2.3.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการอบแห้ง

ในการทำแห้งอาหารทั่วไปมีปัจจัยหลายประการที่ทำให้การอบแห้งนั้นเกิดได้เร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือช้า ปัจจัยต่างๆ มีดังนี้

1. ลักษณะธรรมชาติของอาหาร อาหารที่มีลักษณะเป็นรูพรุนมากและหรืออาหารที่มีพื้นผิวมาก จะมีอัตราการอบแห้งเร็ว

2. ขนาดและรูปร่างของอาหาร ส่วนใหญ่จะคำนึงถึงความหนาของอาหารโดยที่อัตราการอบแห้งจะเป็นสัดส่วนผกผันกับความหนาของอาหาร

3. ปริมาณและการจัดเรียงอาหาร การใส่อาหารมากเกินไปจะทำให้การอบแห้งทำได้ไม่ทั่วถึง โดยเฉพาะชิ้นอาหารที่อยู่ช่วงกลางของเครื่องอบ น้ำจะระเหยออกได้ไม่ดีและความร้อนเข้าไปไม่ถึง นอกจากนี้การจัดเรียงชิ้นอาหารที่ทำให้ความชื้นออกไปไม่สะดวกจะทำให้อัตราการอบแห้งช้ามาก

4. ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วของลม อุณหภูมิอากาศสูงและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำ รวมทั้งความเร็วลมสูง จะทำให้ความชื้นระเหยออกจากอาหารได้เร็ว

5. ความดัน เกี่ยวกับการระเหยของน้ำ เนื่องจากในที่ความดันต่ำน้ำจะเดือดในที่อุณหภูมิต่ำลง ดังนั้นการทำแห้งภายใต้ความดันสูงจะทำให้อัตราการอบแห้งเร็วขึ้น

2.3.2 อิทธิพลของการอบแห้งต่อปัจจัยต่างๆของอาหาร

1. อิทธิพลต่อคุณค่าทางโภชนาการด้านปริมาณ ในระหว่างการอบแห้ง น้ำในอาหารจะระเหยออกไปหรือความชื้นในอาหารลดลง ดังนั้นปริมาณสารอาหารที่มีอยู่ในอาหารเมื่อเทียบต่อน้ำหนักจะมีความเข้มข้นของสารอาหารเพิ่มขึ้น

- อิทธิพลของการทำแห้งต่อคุณภาพของโปรตีน โดยลักษณะธรรมชาติของโปรตีนแล้ว ถ้าได้รับความร้อนสูงนานๆจะทำให้โปรตีนเกิดการเปลี่ยนแปลงจากสภาพธรรมชาติ(Denature) ดังนั้นคุณค่าทางอาหารด้านการใช้ประโยชน์หรือคุณภาพของโปรตีนจะเหลือน้อยลงหรือมากขึ้นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการทำแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96648

- อิทธิพลการทำแห้งต่อไขมัน . ไขมันที่มีในอาหารทั่วๆไปจะทำให้อาหารเหม็นหืน . โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้อุณหภูมิสูง ทั้งนี้อาจทำแห้งโดยใช้อุณหภูมิต่ำ หรือภายใต้สภาพสูญญากาศหรืออาจใช้สารเคมีบางชนิดป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเจน(oxidation) สารประเภทนี้เรียกว่าสารป้องกันการออกซิไดซ์(antioxidant) เช่น Butylated Hydroxy Toluene (BHT) เป็นต้น

- อิทธิพลการทำแห้งต่อคาร์โบไฮเดรท แป้งและน้ำตาลที่มีในอาหารจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ คือ เมื่อได้รับความร้อนสูงในช่วงระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมจะเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล(Browning reaction) เช่นปฏิกิริยา Enzymatic browning ในผลไม้จะทำให้ผลไม้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลในขณะทำแห้ง หรือการเกิด Caramelization ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของ reducing sugar กับ กรดอินทรีย์ ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลนี้พบในอาหารที่มีความชื้นร้อยละ 1-30

2. อิทธิพลของการทำแห้งต่อเชื้อจุลินทรีย์ ความชื้นที่มีในอาหารสูงจะทำให้เชื้อที่มีอยู่เข้าไปเจริญเติบโตได้ดี ดังนั้นการเลือกเก็บอาหารในสภาพสดหรือแห้งไม่พอจึงมีโอกาสเน่าเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ได้ง่ายสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์แต่ละประเภทแตกต่างกัน เช่น แบคทีเรียและยีสต์เจริญได้ที่ความชื้นร้อยละ 30 ส่วนเชื้อราสามารถเจริญเติบโตและมีความชื้นร้อยละ 12 ดังนั้นอาหารแห้งที่ลดความชื้นจนเหลือร้อยละ 10 สามารถเก็บรักษาได้นาน หากบรรจุในภาชนะที่ดีหรือเก็บในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ สารเคมี อุปกรณ์

วัตถุดิบ

- ปลายข้าวกล้องหอมมะลิอนามัยสวนจิตรลดา
- เห็ดหอม
- แครอท
- ต้นหอม
- กระเทียม
- ขิง
- พริกไทยป่น
- เกลือเสริมไอโอดีน
- น้ำตาลทรายขาว

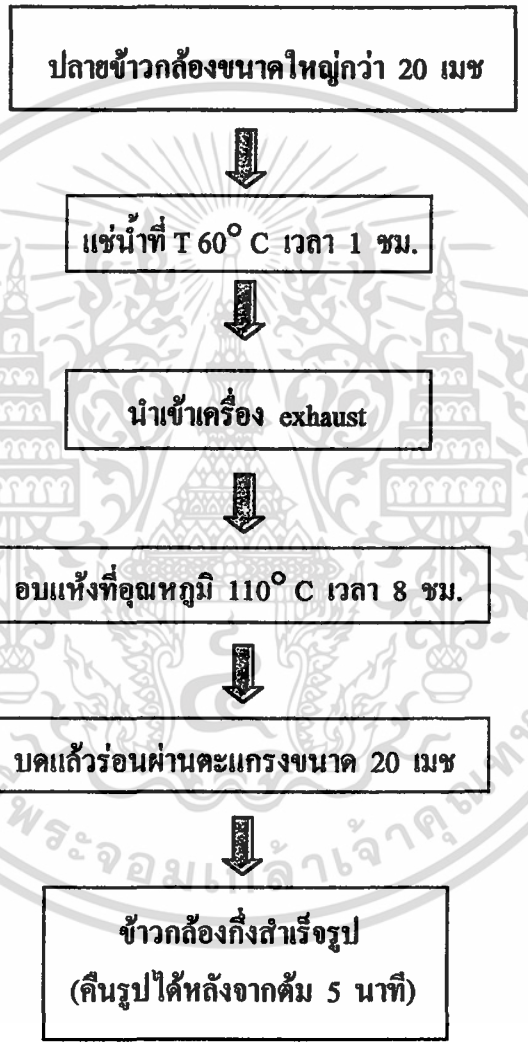
เครื่องมือและอุปกรณ์

- ตู้อบลมร้อน (HOT AIR OVEN)
- เครื่อง Exhaust
- โถเก็บความชื้น (DESICCATOR)
- เครื่องร่อนพร้อมตะแกรง (Micro - Precision Sieving)
- เครื่องชั่งละเอียด (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
- เครื่องบด
- เทอร์โมมิเตอร์
- เครื่องแก้วและอุปกรณ์ต่างๆ
- เครื่องครัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
วิธีการทดลอง

1. การเตรียมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป



ภาพที่ 5 : แผนผังกระบวนการผลิตข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

ที่มา : ดัดแปลงจากนาฏยา (2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 การศึกษาระดับการเกิดเจลาติไนส์ของปลายข้าวกล้องที่ใช้อุณหภูมิและเวลาเข้าเครื่อง Exhaust ที่แตกต่างกันหลังผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน

การทดลองในขั้นตอนของการนำปลายข้าวกล้องเข้าเครื่อง Exhaust ดังภาพที่ 5 แบ่งการทดลองออกเป็น 6 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่	อุณหภูมิ ($^{\circ}$C)	เวลา (นาที)
1	95	10
2	95	20
3	100	10
4	100	20
5	105	10
6	105	20

จากนั้นนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อน และบดให้มีขนาด 20 เมช แล้วนำมาคืนรูปโดยใช้น้ำจำนวน 10 เท่าของน้ำหนักข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปแล้วต้มเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทำการทดลอง ซึ่งพิจารณาจากลักษณะเนื้อสัมผัสที่นุ่ม เป็นไตน้อย เหมาะแก่การทำโจ๊ก จากนั้นนำการทดลองที่ถูกคัดเลือก มาตรวจสอบระดับการเกิดเจลาติไนส์เพื่อเปรียบเทียบระดับการเกิดเจลาติไนส์

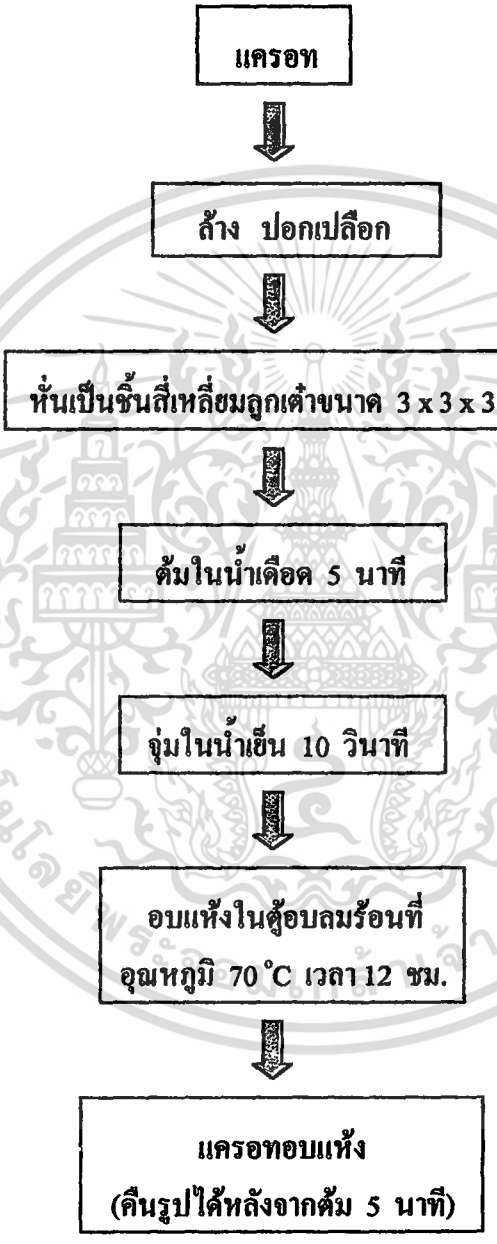
1.2 วิเคราะห์ปริมาณความชื้นของข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

นำตัวอย่างที่ถูกคัดเลือกจากข้อ 1.1 มาวิเคราะห์ปริมาณความชื้นด้วยวิธี AOAC (1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ฉลองกรุง

2. การเตรียมผักอบแห้งและผงปรุงแต่งกลิ่นรส (ดัดแปลงจากกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม , 2537)

➢ **แครอทอบแห้ง**

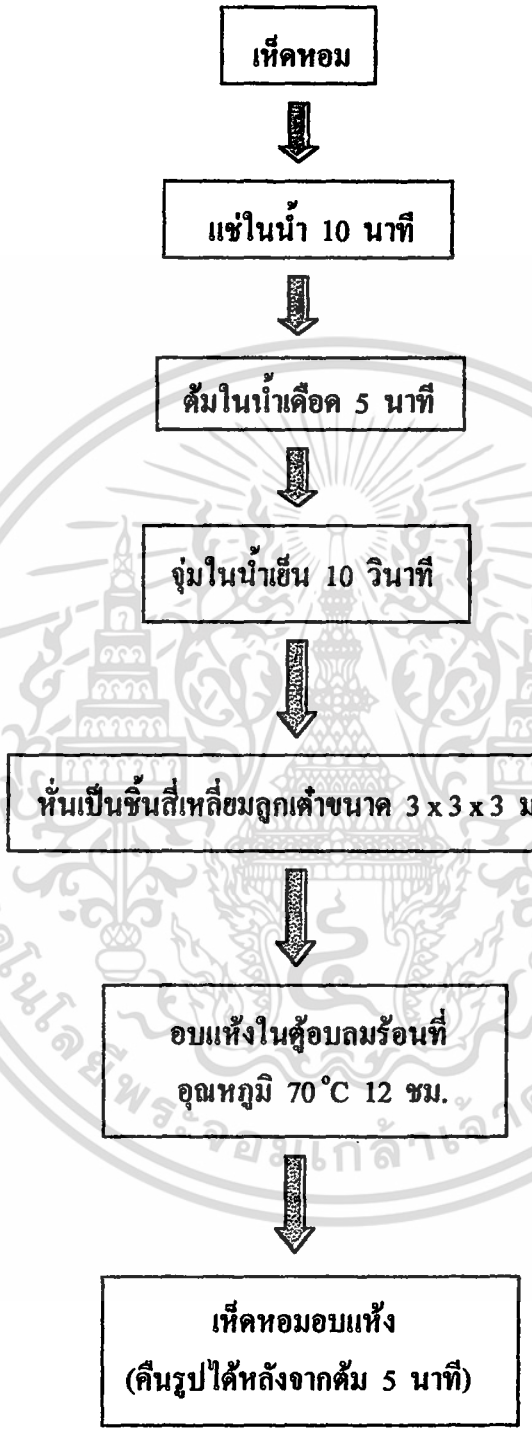


ภาพที่ 6 : กระบวนการผลิตแครอทอบแห้ง

ที่มา : ดัดแปลงจากกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➢ **เห็ดหอมอบแห้ง**



ภาพที่ 7 : กระบวนการผลิตเห็ดหอมอบแห้ง

ที่มา : ดัดแปลงจากกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➢ **ต้มหอมอบแห้ง**

ภาพที่ 8 : กระบวนการผลิตต้นหอมอบแห้ง

ที่มา : ดัดแปลงจากกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

➢ ขิงผง

ภาพที่ 9 : กระบวนการผลิตขิงผง

ที่มา : ดัดแปลงจากกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

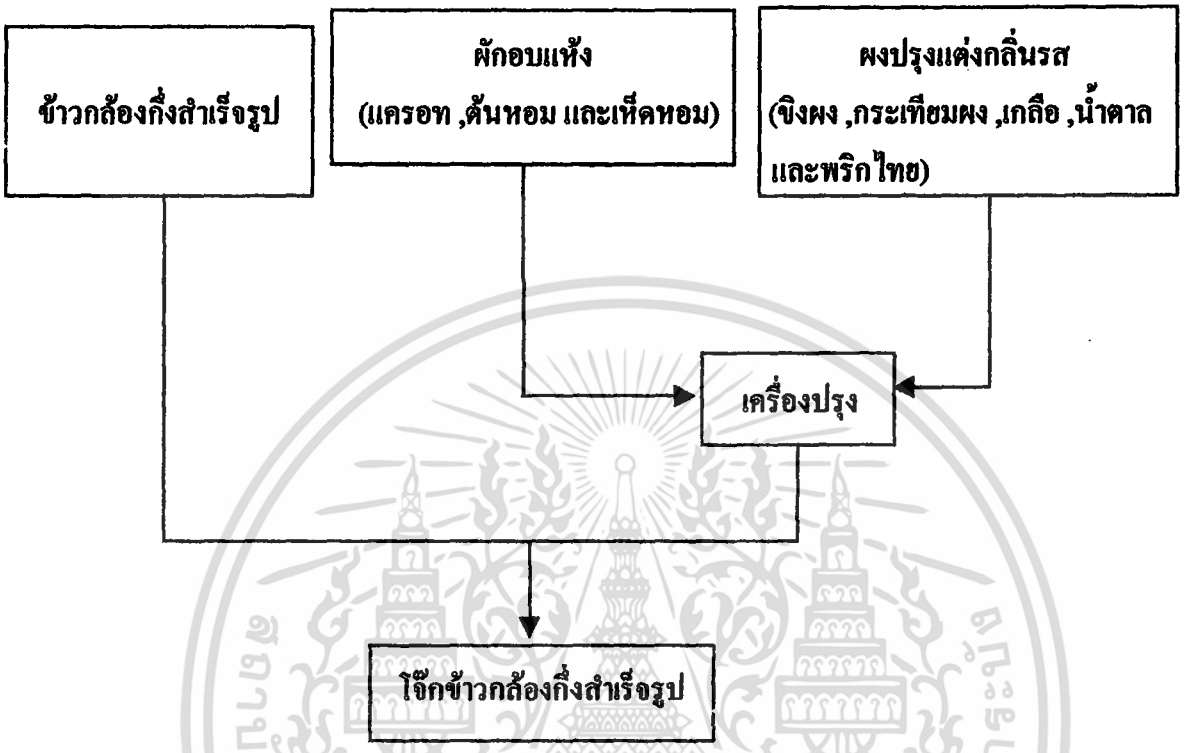
➢ **กระเทียมผง**

ภาพที่ 10 : กระบวนการผลิตกระเทียมผง

ที่มา : ดัดแปลงจากกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป



ภาพที่ 11 : กระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

ที่มา : ดัดแปลงจากกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2537) และนาฏยา (2543)

3.1 นำข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่ได้จากข้อ 1.1 ที่ถูกคัดเลือกมาแล้ว มาผสมกับผักอบแห้งและผงปรุงแต่งกลิ่นรส ดังภาพที่ 11 ได้เป็นโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป โดยมีสูตรดังนี้

1) ข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	100 g.	(81.14 %)
2) ผักอบแห้ง	2.75 g.	(2.23 %)
■ แครอท	1 g.	(0.81 %)
■ ต้นหอม	0.5 g.	(0.41 %)
■ เห็ดหอม	1.25 g.	(1.01 %)
3) ผงปรุงแต่งกลิ่นรส	20.5 g.	(16.63 %)
■ ขิงผง	1.5 g.	(1.22 %)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

■ กระเทียมผง	1	g.	(0.81 %)
■ เกลือ	8	g.	(6.49 %)
■ น้ำตาล	9	g.	(7.30 %)
■ พริกไทย	1	g.	(0.81 %)

3.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

โดยใช้ผู้ชิม 20 คน ทดสอบวิธี Hedonic scale สเกล 1 – 5 โดยนำโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปมาคืนรูปโดยเติมน้ำจำนวน 10 เท่าของน้ำหนักโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป ต้มเป็นเวลา 5 นาที เพื่อคัดเลือกการทดลองที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด

4. การตรวจสอบคุณภาพของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

4.1 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

- สี กลิ่นรส โดยใช้ประสาทสัมผัส
- ตรวจสอบการคืนรูป โดยเติมน้ำตามจำนวนที่กำหนดแล้วต้มเป็นเวลา 5 นาที แล้วชิมดูลักษณะเนื้อสัมผัส

4.2 การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี

- ตรวจวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นโดยวิธี AOAC (1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
ผลการทดลอง

1. การศึกษาระดับการเจลาติไนส์ของปลายข้าวกล้องหลังผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน

การเตรียมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป โดยการนำปลายข้าวกล้องมาเข้าเครื่อง Exhaust ที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน แล้วจึงมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 °C เวลา 8 ชม. และบดแล้วร่อนผ่านตะแกรงให้มีขนาด 20 เมช (ภาพที่ 5) แล้วจากนั้นนำมาคัดเลือกการทดลองที่มีลักษณะที่นุ่มเป็นไตน้อยเหมาะแก่การทำโจ๊ก พบว่าการทดลองที่ 3 , 4 , 5 และ 6 มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาผลิตเป็นโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป จากนั้นนำการทดลองที่ 3 , 4 , 5 และ 6 มาตรวจสอบระดับการเกิดเจลาติไนส์ เพื่อเปรียบเทียบระดับเจลาติไนส์และวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ตารางที่ 5 ระดับการเจลาติไนส์ของข้าวกล้องหลังผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน

การทดลอง	การทำให้เกิดเจลาติไนส์โดยเข้าเครื่อง Exhaust		การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน
	อุณหภูมิ (°C)	เวลา (นาที)	DG (%)
3	100	10	51.11[c]
4	100	20	62.80[b]
5	105	10	64.99[b]
6	105	20	71.58[a]

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลของระดับการเกิดเจลาติไนส์ของข้าวกล้องหลังผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน ทั้ง 4 การทดลองนั้น มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ เนื่องจากอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการนำข้าวกล้องเข้าเครื่อง Exhaust มีผลต่อระดับการเกิดเจลาติไนส์ คือ ที่อุณหภูมิและเวลาสูงขึ้นจะมีระดับการเกิดเจลาติไนส์สูงขึ้น ซึ่งเมื่อนำผลของระดับการเกิดเจลาติไนส์มาคำนวณเปรียบเทียบความแตกต่างทางด้านสถิติโดยวิธี Duncan ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % พบว่าผลของระดับการเกิดเจลาติไนส์ของทั้ง 4 การทดลอง มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยสามารถแบ่งผลการทดลองออกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 คือการทดลองที่ 3 กลุ่มที่ 2 คือการทดลองที่ 4 , 5 และกลุ่มที่ 3 คือการทดลองที่ 6 โดยการทดลองที่ 6 มีผลเฉลี่ยของระดับการเกิดเจลาติไนส์มากที่สุด และการทดลองที่ 3 มีผลเฉลี่ยของระดับการเกิดเจลาติไนส์น้อยที่สุด การพิจารณาผลของระดับการเกิดเจลาติไนส์ในการทำโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปนั้น ควรจะพิจารณาจากปริมาณความชื้นและผลการทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัสโดยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสร่วมด้วย

สรุปได้ว่าอุณหภูมิและเวลาในการ Exhaust มีผลต่อระดับการเกิดเจลาติไนส์

2. การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปหลังจากการอบแห้ง

ตารางที่ 6 ปริมาณความชื้นของปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปหลังจากการอบแห้ง

การทดลองที่	การทำให้เกิดเจลาติไนส์โดยเข้าเครื่อง Exhaust		การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน
	อุณหภูมิ (˚C)	เวลา (นาที)	ความชื้น (%)
3	100	10	6.31
4	100	20	5.67
5	105	10	5.62
6	105	20	5.04

จากตารางที่ 6 พบว่าปริมาณความชื้นของข้าวกล้องหลังจากการอบแห้ง มีแนวโน้มของลดลงเมื่ออุณหภูมิและเวลาในการนำข้าวกล้องเข้าเครื่อง Exhaust เพิ่มสูงขึ้นและปริมาณความชื้นของทั้ง 4 การทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สรุปได้ว่าอุณหภูมิและเวลาในการ Exhaust มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบโดยวิธีทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยวิธี Hedonic scale

จากการคัดเลือกการทดลองที่มีเนื้อสัมผัสที่นุ่มเป็นไตน้อยเหมาะแก่การทำโจ๊ก จากผลการทดลองข้อที่ 1 พบว่าการทดลองที่ 3 , 4 , 5 และ 6 มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาผลิตเป็นโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป จึงนำมาทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปโดยใช้ผู้ทดสอบ 20 คน ที่ชิมผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการคืนรูป โดยการเติมน้ำจำนวน 10 เท่าของน้ำหนักโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป แล้วต้มเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่ผลิตจากการทดลองทั้ง 4 การทดลอง มาทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธี Hedonic scale

ตารางที่ 7 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้ทดสอบโดยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

การทดลอง	ปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
3	3.05^{a}	3.65^{a}	2.95^{b}	2.10^{b}	2.30^{c}
4	3.65^{a}	3.65^{a}	2.85^{b}	3.70^{a}	3.60^{a}
5	3.60^{a}	3.40^{a}	3.55^{a}	3.75^{a}	3.85^{a}
6	3.35^{a}	3.30^{a}	3.25^{ab}	3.20^{a}	3.05^{b}

หมายเหตุ : ค่าที่แสดงในตารางเป็นคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการชิมด้วยผู้ชิม 20 คน และตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P \geq 0.05$

จากตารางที่ 7 พบว่าให้ผลการทดสอบความแตกต่างทางด้านสถิติของแต่ละปัจจัยคุณภาพดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านสี พบว่า ผู้ชิมไม่สามารถแยกความแตกต่างทางด้านสีของการทดลองต่าง ๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ได้ แต่สามารถบอกได้ว่า ผู้ชิมชอบสีของการทดลองที่ 4 มากที่สุด โดยพิจารณาจากผลคะแนนเฉลี่ยที่มากที่สุดและชอบสีของการทดลองที่ 3 น้อยที่สุด

ด้านกลิ่น พบว่า ผู้ชิมไม่สามารถแยกความแตกต่างทางด้านกลิ่นของการทดลองต่าง ๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ได้ แต่สามารถบอกได้ว่าผู้ชิมชอบกลิ่นของการทดลองที่ 4 มากที่สุด โดยพิจารณาจากผลคะแนนเฉลี่ยที่มากที่สุดและชอบกลิ่นของการทดลองที่ 6 น้อยที่สุด

ด้านรสชาติ พบว่า ผู้ชิมสามารถแยกความแตกต่างทางด้านรสชาติของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปได้ โดยผู้ชิมชอบรสชาติของการทดลองที่ 5 มากที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองที่ 6 และชอบรสชาติของการทดลองที่ 4 น้อยที่สุด

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ผู้ชิมสามารถแยกความแตกต่างทางด้านเนื้อสัมผัสของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปได้ โดยผู้ชิมชอบเนื้อสัมผัสของการทดลองที่ 5 มากที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองที่ 4 และการทดลองที่ 6 และชอบเนื้อสัมผัสของการทดลองที่ 3 น้อยที่สุด

ด้านความชอบโดยรวม พบว่า ผลของความชอบโดยรวมของการทดลองต่าง ๆ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยผู้ชิมมีความชอบโดยรวมของการทดลองที่ 5 มากที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองที่ 4 และมีความชอบโดยรวมของการทดลองที่ 3 น้อยที่สุด

สรุปได้ว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่ได้จากการทดลองที่ 5 ซึ่งผ่านการเข้าเครื่อง Exhaust ที่อุณหภูมิ 105 °C เวลา 10 นาที จึงคัดเลือกการทดลองที่ 5 นี้ เพื่อนำไปตรวจสอบคุณภาพต่อไป

4. การตรวจสอบคุณภาพของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

นำโจ๊กข้าวกล้องที่ถูกคัดเลือกจากข้อ 3 มาตรวจสอบคุณภาพได้ผลดังนี้

4.1 <u>การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ</u> พบว่า มีสีและกลิ่นรสเหมือนโจ๊กทั่วไป คือมีสีและกลิ่นรสของข้าวกล้องและเครื่องปรุงตามธรรมชาติ และสามารถคืนรูปได้ เมื่อเติมน้ำจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10 เท่าของน้ำหนักโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป แล้วต้มเป็นเวลา 5 นาที โดยโจ๊กมีเนื้อสัมผัสที่สุ่มไม่แข็งเป็นไต

4.2 <u>การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี</u> พบว่า โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปมีปริมาณความชื้น 5.69 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การศึกษาการเจลาติไนส์ของข้าวกล้องหลังผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน

ผลของระดับการเกิดเจลาติไนส์ทั้ง 4 การทดลอง มีค่าการเจลาติไนส์เพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ ซึ่งการทดลองที่ 6 มีระดับการเกิดเจลาติไนส์สูงที่สุดแต่เมื่อพิจารณาประกอบกับผลการยอมรับโดยรวมของผู้ทดสอบ พบว่าการทดลองที่ 6 ได้รับการยอมรับน้อยกว่าการทดลองที่ 5 เนื่องจากการทดลองที่ 6 มีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างเละและมีความข้นหนืดสูง ส่วนการทดลองที่ 5 พบว่าการไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับการทดลองที่ 4 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่เนื่องจากการทดลองที่ 5 ใช้เวลาสั้นกว่าและมีระดับการเกิดเจลาติไนส์สูงกว่าการทดลองที่ 4 ดังนั้นการทดลองที่ 5 ที่ใช้อุณหภูมิและเวลาในการ Exhaust เท่ากับ 105 °C 10 นาที จึงมีความเหมาะสมที่สุดที่จะนำมาทำเป็นโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

2. การหาปริมาณความชื้นของข้าวกล้องหลังผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน

มีแนวโน้มของปริมาณความชื้นลดลงเมื่ออุณหภูมิและเวลาในการนำข้าวกล้องเข้าเครื่อง Exhaust เพิ่มสูงขึ้น

3. การทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบโดยวิธีการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

การทดลองที่ 5 ที่ใช้อุณหภูมิและเวลาในการ Exhaust เท่ากับ 105 °C 10 นาที เป็นการทดลองที่ได้รับการยอมรับของผู้ทดสอบมากที่สุด

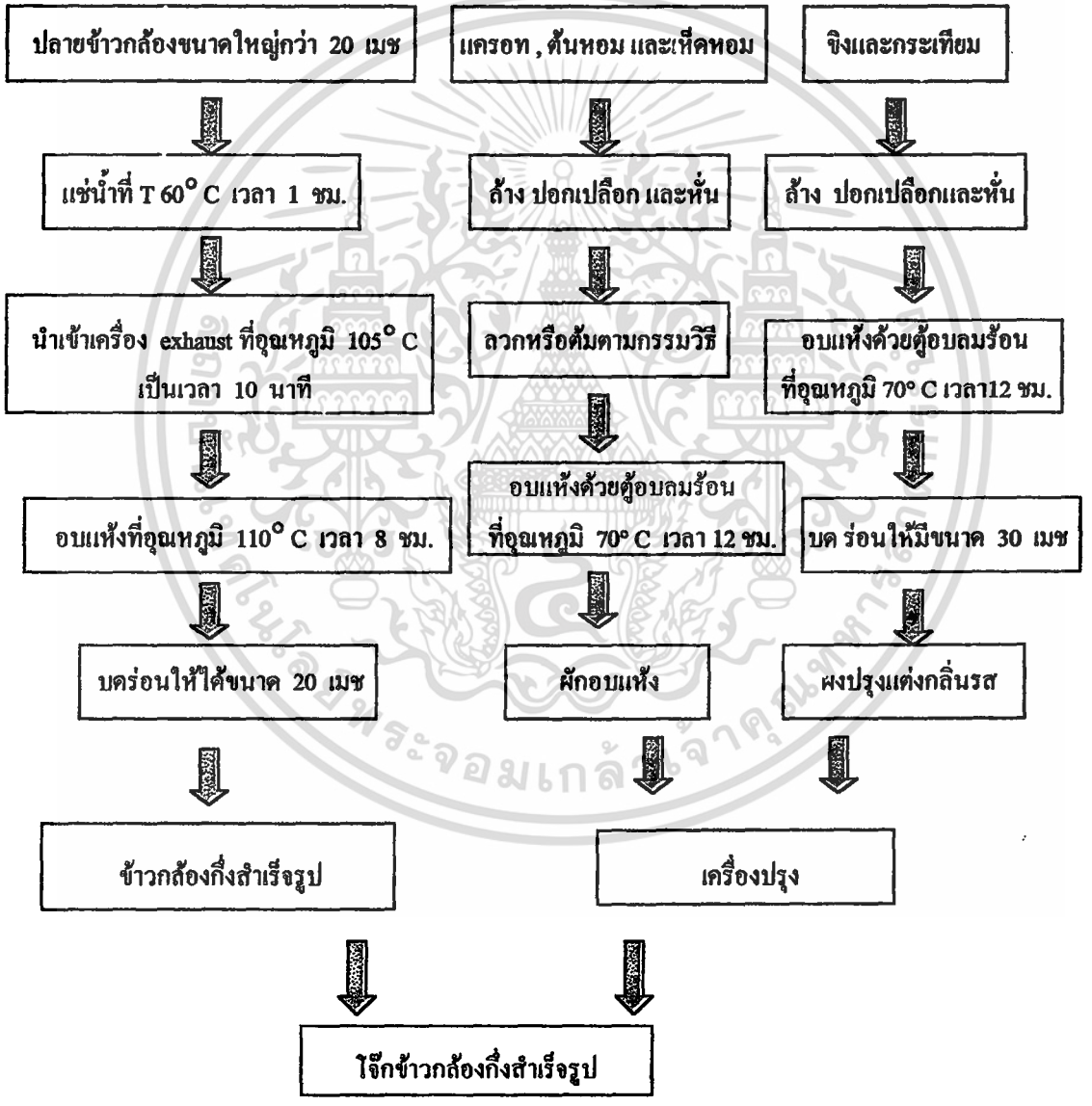
4. การตรวจสอบคุณภาพของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

4.1 <u>การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ</u> สามารถคืนรูปได้ตามเวลาที่กำหนดและมีสีกลิ่นรส ของส่วนประกอบตามธรรมชาติ ไม่มีกลิ่นเหม็นหืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 <u>การตรวจสอบคุณภาพทางเคมี</u> โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปมีปริมาณความชื้น 5.69 % แต่ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปยังมีค่าคลาดเคลื่อนไปจากมาตรฐานอุตสาหกรรมโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปเล็กน้อยเนื่องจากอาจจะเป็นเพราะความผิดพลาดจากการทดลอง แต่ยังอยู่ในช่วงปริมาณความชื้นของข้าวและข้าวต้มกึ่งสำเร็จรูปที่กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมกำหนด

5. แผนผังต้นแบบของกระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป



ภาพที่ 12 แผนผังต้นแบบของกระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

ที่มา : ดัดแปลงจากกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2537) และนาฏยา (2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรบรรจุเครื่องปรุง (ผักอบแห้ง และผงปรุงแต่งกลิ่นรส) แยกออกจากข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป เพื่อป้องกันความชื้นจากเครื่องปรุงที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลงและอาจไม่ได้รับการยอมรับของผู้บริโภค

6.2 ผลิตภัณฑ์ไจ๊กกึ่งสำเร็จรูปนี้ควรได้รับการศึกษาด้านอายุการเก็บรักษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2536. "การผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูป." รายงานกิจกรรมกรมวิทยาศาสตร์บริการ, 51: 120-134

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2537. "การผลิตข้าวต้มกึ่งสำเร็จรูป." รายงานกิจกรรมกรมวิทยาศาสตร์บริการ, 52: 116-130

ฉรงค์ นิยมวิทย์. 2538. "องค์ประกอบของข้าวกล้อง." ธัญชาติและพืชหัว, 12-15. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นาฏยา บาลี. 2543. "การศึกษากระบวนการผลิตข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บุญพฤกษ์ จาฏามระ. 2538. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525, 142-144. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์บริษัทอักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด

ภัทรชนก ธีรธิติ. 2541. "การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวอบกุ้ง." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2522. "มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป." ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม, 421: 1-4

AOAC. 1995. Official Method of analysis. 16 th edition, edited by Patricia Cunniff. The Association Of Official Analytical Chemists (AOAC) International, Virginia USA.

Attalah, K. and A.K.Ozai-Durani. 1948. Quick-cooking rice and process for making same. US. Patent. 2438939

Bhaskar, G., P.P. Srivastav and H. Das. 1989. Effect of phosphate and citrate on quick-cooking of rice. J. Fd. Sci. and Tech. 26(5) : 286-287.

Bhattacharya, K.R. and C.M. Sowbhagya. 1971. Water uptake by rice during cooking. Cereal Sci. Today 16(12) : 420-424.

Bleier, J. 1982. Undersucchungn Zur Aufklarung der Struktur van Citratorgrades. Dessertations-arbeit. Fur Doktorgrades der Technischem Wissemschaften der Techinschen Chniversitat, GraZ. 504 p.

Brich, G. G. and Priestly, R. J. 1973. Degree of Gelatinization of Cooked rice. Die Starke. 2(3): 98-100.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Chakrabathy, T.K. and K.R. Dwarakanath. 1980. Studies on some aspects of instantization of rice. J. Fd. Sci. Technol. 17(5) : 159-161.

Champagne, E., J.A. Liuzzo, R.M. Rao and D.A. Smith. 1985. Chemical treatment and process modification for producing improved quick-cooking rice. J Fd. Sci. 50(4) : 926-931.

Cox, J.M. and J.P. Cox. 1975. Process for preparing a quick-cooking rice. US. Patent 3879566.

Ghosh, A.K. and M. Sunit. 1988. Studies on the development of methoda for production of quick-cooking rice. J. Fd. Sci. Technol. 25(4) : 182-185.

Matz, S.A. 1991. "rice, Structure and composition." The Chemistry and Technology of Cereal as Food and Feed, 240 – 242.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

❖ วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

ภาพที่ ก.1 : แผนผังแสดงวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

ที่มา : AOAC (1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

❖ **วิธีการวิเคราะห์หาระดับการเกิดเจลาติไนส์**

ภาพที่ ก.2 : แผนผังแสดงวิธีการวิเคราะห์หาระดับการเกิดเจลาติไนส์

ที่มา : Brich, G. G. and Priestly, R. J. (1973)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>หมายเหตุ</u> : วิธีการคำนวณน้ำหนักฐานแห้ง

สมมติ ข้าวที่บดแล้วมี % MC = 8.8275 และต้องการน้ำหนักฐานแห้ง 10 กรัม

จากสูตร Weight dry basis = 100 * x / (100 - 8.8275)

จะต้องชั่งข้าวเท่ากับ = 100 * 10 / (100 - 8.8275) กรัม

= 10.9682 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

ชื่อ..... ..... วันที่.....

กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนตามระดับความชอบ

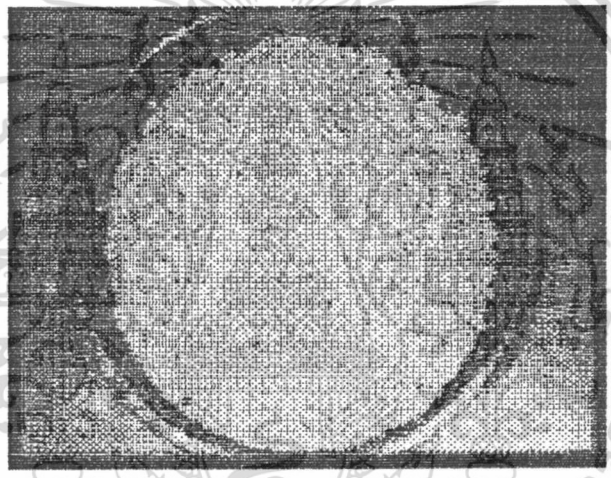
1 = ไม่ชอบมาก 2 = ไม่ชอบเล็กน้อย 3 = เฉย ๆ
4 = ชอบเล็กน้อย 5 = ชอบมาก

รหัสตัวอย่าง	_____	_____	_____	_____
สี	_____	_____	_____	_____
กลิ่น	_____	_____	_____	_____
รสชาติ	_____	_____	_____	_____
เนื้อสัมผัส	_____	_____	_____	_____
ความชอบโดยรวม	_____	_____	_____	_____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ภาพจากการทดลอง



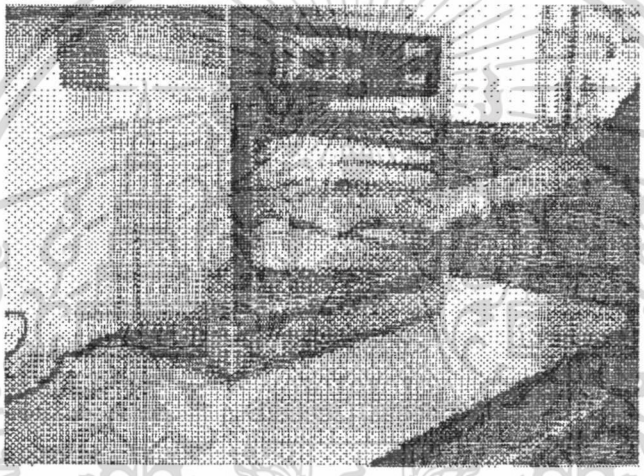
ภาพที่ ค. 1 แสดงลักษณะปลายข้าวกล้องที่ผ่านการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 60 ° C เป็นเวลา 1 ชม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ ค. 2 แสดงการเตรียมปลายข้าวกล้องผ่านเครื่อง Exhause

1. ปลายข้าวกล้องผ่านเข้าเครื่อง Exhause
2. ปลายข้าวกล้องออกจากเครื่อง Exhause
3. ปลายข้าวกล้องที่ผ่านเครื่อง Exhause แล้ว (การทดลองที่ 1, 2 และ 3)
4. ปลายข้าวกล้องที่ผ่านเครื่อง Exhause แล้ว (การทดลองที่ 4, 5 และ 6)

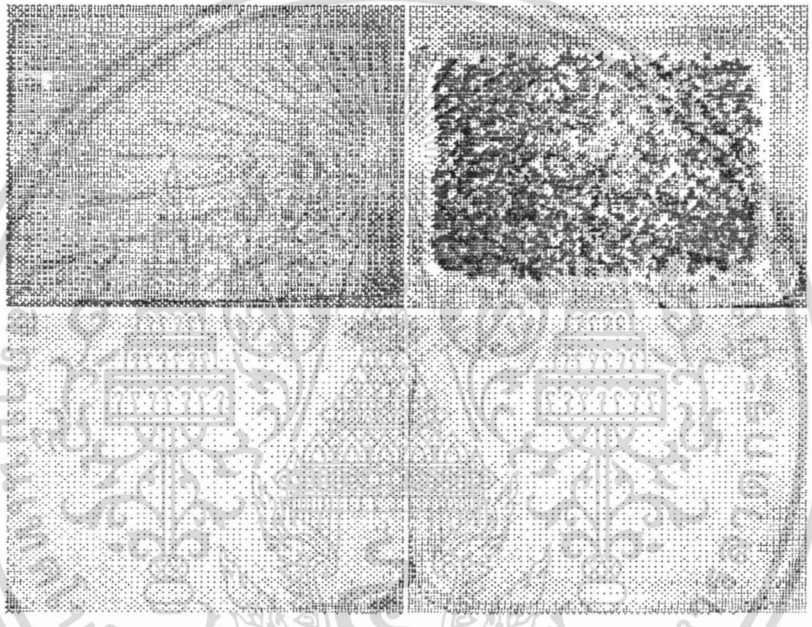
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.3 แสดงภาพปลายข้าวกล้องที่ผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 2

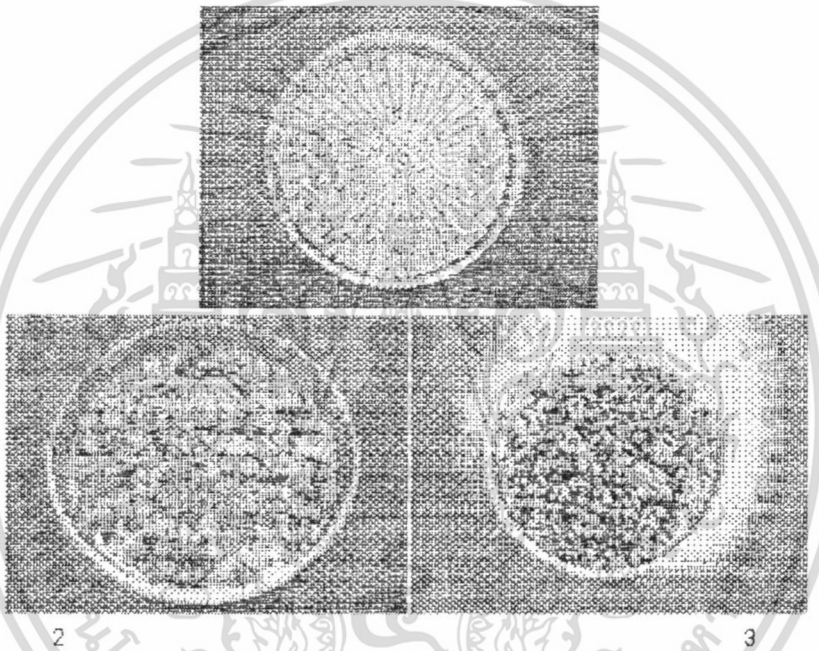


3 4

ภาพที่ ค. 4 แสดงการเตรียมผักก่อนการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน

1. แครอท
2. ต้นหอม
3. ขิง
4. กระเทียม

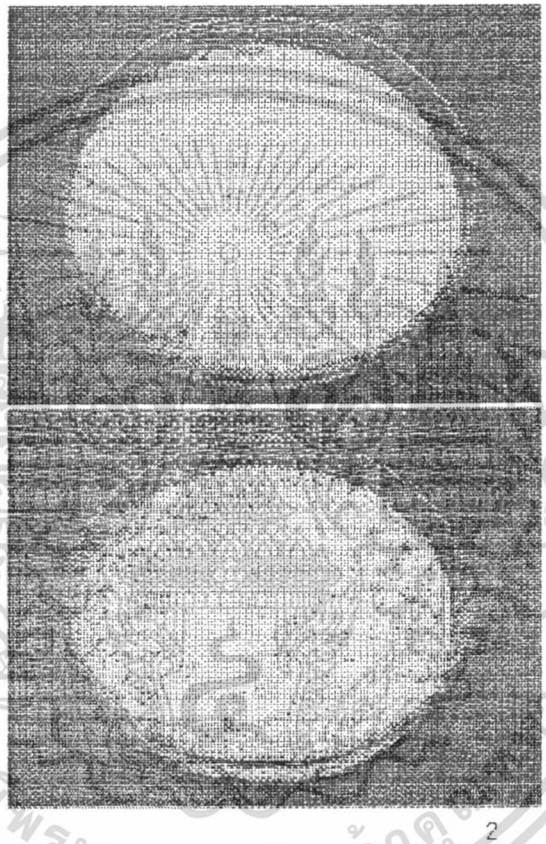
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค.5 แสดงผักกึ่งสำเร็จรูป

1. แครอทกึ่งสำเร็จรูป
2. ต้นหอมกึ่งสำเร็จรูป
3. เห็ดหอมกึ่งสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ค. 6 แสดงผงปรุงแต่งกลิ่นรส

1. ขิงผง

2. กระเทียมผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้