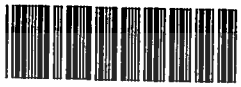
18409

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

(Formulation and Process Development for Brownrice Gruel Soup)



T096747

นางสาว นภวรรณ จันทร์จำเนียร รหัสประจำตัว 41044406

นางสาว นริสรา ทับธนะ รหัสประจำตัว 41044408

นางสาว ยุวดี ถาวรไชยโสภณ รหัสประจำตัว 41044420

ป๗พ.
น 195ก
2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....96747
วัน,เดือน,ปี.....

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

(Formulation and Process Development for Brownrice Gruel Soup)

โดย

น.ส. นภวรรณ จันทร์จำเนียร	รหัสประจำตัว	41044406
น.ส. นริสรา ทับธนะ	รหัสประจำตัว	41044408
น.ส. ยุวดี ถาวรไชยโสภณ	รหัสประจำตัว	41044420

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....ชมพูนุท สีห์โสภณ..... ...30 / มี.ค. / 45... อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(อาจารย์ชมพูนุท สีห์โสภณ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น.ส. นภวรรณ จันทร์จำเนียร, น.ส. นริสรา ทับธนะ และ น.ส. ยุวดี ถาวรไชยโสภณ.2544. การพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป (Formulation and Process Development for Brownrice Gruel Soup) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา : อ. ชมพูนุท สีห์โสภณ. 63 หน้า

บทคัดย่อ

การศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป ชนิดที่มีเนื้อหมูอบแห้ง , ผักกึ่งสำเร็จรูป และผงปรุงแต่งกลิ่นรส ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตและปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการผลิต โดยทำการทดลองศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพการคืนรูปของปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ปัจจัย คือ การคั่วปลายข้าวกล้องที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และไม่ทำการอบ , การแช่น้ำที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส , เวลาและอุณหภูมิในการเข้า exhaust ที่อุณหภูมิ 105 , 110 ^{0}C เป็นเวลา 10และ20 ตามลำดับ หลังจากนั้นนำมาหาระดับการเกิดเจลาติไนส์ ของปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป และจากการทดลองพบว่าการอบปลายข้าวกล้องที่อุณหภูมิ120^{0}C เวลา15 นาที ,การแช่น้ำที่อุณหภูมิ 70 ^{0}C และการเข้าexhaustที่อุณหภูมิ110^{0}C เวลา10นาที จะได้ปลายข้าวกล้องที่มีเนื้อสัมผัสที่เหมาะสมที่สุด โดยมีระดับการเกิดเจลาติไนส์เท่ากับ 66.34% หลังจากนั้นทำการทดลองศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของแครอทอบแห้งและเห็ดหอมอบแห้ง โดยการศึกษาปัจจัยในการต้มที่เวลา 10,12และ15 นาที ตามลำดับ พบว่าแครอทต้มที่เวลา12นาทีและเห็ดหอมต้มที่เวลา15นาทีมีเนื้อสัมผัสที่ดีหลังการคืนรูปในน้ำเดือด และสุดท้ายเป็นขั้นตอนการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อหมูอบแห้ง โดยทำการศึกษาขนาดชิ้นเนื้อและเวลาในการอบแห้ง โดยทดลองใช้ชิ้นเนื้อที่มีขนาด 0.5 , 1,1.5 ซม. และเวลาในการอบแห้งที่ 2 , 3 และ4 ชม. ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าชิ้นเนื้อที่มีขนาด 1 ซม. และใช้เวลาในการอบ 4 ชม. จะให้เนื้อสัมผัสของเนื้อหมูที่นุ่ม และเมื่อนำมาผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป โดยการนำส่วนผสมได้แก่ ปลายข้าวกล้อง ผักอบแห้งต่าง ๆ และผงปรุงแต่งกลิ่นรสตามสูตรพื้นฐานมาศึกษาปริมาณการเติมแป้งข้าวเจ้าที่มีผลต่อคุณภาพของโจ๊กที่อัตราส่วน เติมแป้งที่ 0.8,10และ 12% หลังการคืนรูปแล้วพบว่าการเติมแป้งข้าวเจ้าที่ 8 % จะมีการคืนรูปและเนื้อสัมผัสที่ดีที่สุด

นภวรรณ จันทร์จำเนียร นริสรา ทับธนะ ยุวดี ถาวรไชยโสภณ	ชมพูนุท สีห์โสภณ	20 มี.ค. 45
ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ชมพูนุท สีห์โสภณ ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และให้ความเมตตาเสียสละเวลาอันมีค่า คอยแนะนำให้คำปรึกษา ดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างมาก คอยแก้ปัญหาต่าง ๆที่เกิดขึ้นให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมทั้งการตรวจแก้ไขรายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาตราจารย์ เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ สำหรับคำปรึกษาและความรู้ต่าง ๆ ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ด้วย

ขอขอบคุณ พี่ ๆที่โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา ที่กรุณาจัดหาปลายข้าวกล้องและความช่วยเหลือต่าง ๆ

ขอขอบคุณ พี่แดง พี่หมู พี่หวี พี่นก และเพื่อน ๆ ที่อำนวยความสะดวกในการทำงานต่าง ๆ ให้สำเร็จไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ของคณะผู้จัดทำ ที่คอยให้กำลังทรัพย์และกำลังใจเสมอมา

คณะผู้จัดทำ

18 มีนาคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญภาคผนวก	ซ
บทที่ 1 บทนำ และ วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	2
ข้าวกล้อง	2
คุณค่าทางโภชนาการในข้าวกล้อง	3
องค์ประกอบข้าวกล้อง	4
อุตสาหกรรมและกรรมวิธีการผลิตข้าวหุงสุกเร็ว	8
หลักการในการผลิตข้าวหุงสุกเร็ว	9
สมบัติทางเคมีของเม็ดสตาร์ช	10
การเปลี่ยนแปลงของเม็ดสตาร์ชเมื่อหุงต้ม	12
การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งเมื่อได้รับความร้อน	13
การเกิดเจลาติไนส์เซชันของเม็ดสตาร์ช	14
โครงสร้างเจล	17
ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเจลาติไนส์ของสตาร์ช	17
คุณลักษณะที่ต้องการของโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป	18
การทำแห้ง	19
กรรมวิธีการผลิตอาหารอบแห้ง	22
การคืนรูปอาหารแห้ง	23
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	25
วัตถุดิบ	25
เครื่องมือ และ อุปกรณ์	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	26
บทที่ 4 ผลการทดลอง	40
1. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเจลาติไนส์ของปลายข้าวกล้อง	40
2. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเตรียมส่วนผสมผักอบแห้ง	41
3. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเตรียมเนื้อหมูอบแห้ง	42
4. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส	43
5. การตรวจสอบคุณภาพของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	45
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	46
เอกสารอ้างอิง	50
ภาคผนวก	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปรียบเทียบสารอาหารในข้าวกล้องกับข้าวข้าว	4
2	คุณลักษณะทางเคมีของโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป	18
3	ระดับการเกิดเจลาติไนส์ของปลายข้าวกล้องหลังผ่าการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน	40
4	ปริมาณความชื้น และ %yield ของผักอบแห้ง	41
5	ปริมาณความชื้นของเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส	42
6	ลักษณะเนื้อสัมผัส และ ปริมาณความชื้นของเนื้อหมูอบแห้ง	43
7	คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	ข้าวกล้อง	2
ภาพที่ 2	สูตรโครงสร้างอะไมโลส	11
ภาพที่ 3	สูตรโครงสร้างอะไมโลเพ็คติน	11
ภาพที่ 4	ลักษณะของอะไมโลเพ็คตินในสารละลาย	13
ภาพที่ 5	กลูโคส 1 หน่วย	14
ภาพที่ 6	เม็ดสตาร์ชดิบ	15
ภาพที่ 7	เม็ดสตาร์ชที่พองตัวแล้ว	16
ภาพที่ 8	การพองตัวและการเกิดแป้งของเจล	16
ภาพที่ 9	กระบวนการผลิตปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	26
ภาพที่ 10	กระบวนการผลิตแครอทกึ่งสำเร็จรูปสูตรพื้นฐาน	29
ภาพที่ 11	กระบวนการผลิตเห็ดหอมกึ่งสำเร็จรูปสูตรพื้นฐาน	30
ภาพที่ 12	กระบวนการผลิตต้นหอมกึ่งสำเร็จรูป	31
ภาพที่ 13	กระบวนการผลิตขิงผง	32
ภาพที่ 14	กระบวนการผลิตกระเทียมผง	33
ภาพที่ 15	กระบวนการผลิตเนื้อหมูอบแห้ง	35
ภาพที่ 16	กระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	37
ภาพที่ 17	แผนผังกระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	48
ภาพที่ 20	การนำข้าวเข้าเครื่อง exhaust	58
ภาพที่ 21	การนำข้าวเข้าเครื่อง TRAY DRYER	58
ภาพที่ 22	ปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปอบแห้ง	59
ภาพที่ 23	ผักอบแห้งอบในตู้อบลมร้อน	59
ภาพที่ 24	แครอทอบแห้ง	60
ภาพที่ 25	เห็ดหอมอบแห้ง	60
ภาพที่ 26	ต้นหอมอบแห้ง	61
ภาพที่ 27	ขิงผง	61
ภาพที่ 28	กระเทียมผง	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 29	เนื้อหมูอบแห้ง	62
ภาพที่ 30	โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	63
ภาพที่ 31	โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปหลังการคืนรูป่	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

		หน้า
ภาคผนวก ก	แบบประเมิน	52
ภาคผนวก ข	วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น	53
	วิธีการวิเคราะห์หาระดับการเกิดเจลาติไนส์	54
	วิธีการคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย	57
ภาคผนวก ค	รูปภาพ	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในภาวะการณ์ปัจจุบัน การส่งออกข้าวในรูปข้าวสาร มักประสบปัญหาการแข่งขันราคาในตลาดโลก โดยเฉพาะภาวะที่มีผลผลิตข้าวปริมาณมากเกินความต้องการของตลาดโลกมีผลให้ราคาข้าวตกต่ำแนวทางหนึ่งที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ คือ การแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป หรือกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทที่เตรียมรับประทานได้สะดวกโดยใช้ระยะเวลาสั้น ๆเหมาะกับการดำเนินชีวิตของบุคคลในสังคมเมืองใหญ่ หรือย่านธุรกิจที่มีการเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะที่มีความรีบเร่งมากขึ้น เช่น ข้าวกึ่งสำเร็จรูป ข้าวต้มกึ่งสำเร็จรูป โจ๊กกึ่งสำเร็จรูป อาหารว่างจากข้าว ข้าวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง การแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะช่วยเพิ่มมูลค่าให้ข้าว เพิ่มทางเลือกให้ผู้บริโภค และประการสำคัญก็คือผลิตภัณฑ์แปรรูปมีราคาค่อนข้างเสถียร ไม่ขึ้นลงตามภาวะล้นตลาดเนื่องจากมีอายุการเก็บรักษาได้นาน

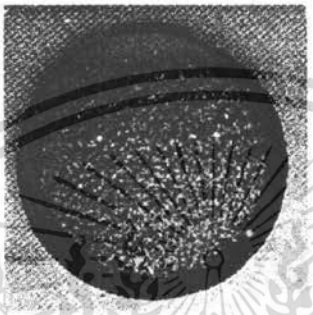
วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาสูตรและกระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป
2. เพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์จากปลายข้าวกล้อง
3. เพื่อศึกษาคุณภาพของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

ข้าวกล้อง



ภาพที่ 1 : ข้าวกล้อง
ที่มา : http://www.egat.or.th/thai/brownrice/rice5.html

ข้าวกล้องมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Oryzasativa Linn. วงศ์ Graminae คือ ข้าวที่สีเอาเปลือก (แกลบ) ออก โดยที่ยังมีจมูกข้าว และเยื่อหุ้มเมล็ดข้าว (รำ) อยู่ ข้าวกล้องจะมีสีน้ำตาลอ่อน ซึ่งจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวนี้มีคุณค่าอาหารที่มีประโยชน์มาก(ณรงค์,2538)

สำหรับข้าวขาวที่เรากินๆกันอยู่นั้นเป็นข้าวที่เกิดจากการขัดสีหลายๆครั้ง จนเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวและจมูกข้าวหลุดออกไปหมด จนเหลือแต่เนื้อในของข้าว

ข้าวกล้องบางคนเรียกกันติดปากว่า ข้าวซ้อมมือ หรือข้าวแดง เนื่องจากในสมัยโบราณชาวบ้านใช้วิธีตำข้าวกินกันเอง จึงเรียกว่า ข้าวซ้อมมือ แต่ปัจจุบันเราใช้เครื่องจักรสีข้าวแทนจึงเรียกข้าวที่สีเอาเปลือกออกนี้ว่า ข้าวกล้อง

ข้าวกล้องมีโปรตีนประมาณ 7-12% (แล้วแต่พันธุ์ข้าว) นักค้นคว้าชื่อ โรสเดล (Rosedale) ได้วิเคราะห์ว่าการขัดสีข้าวกล้องจนมีสีขาวจะทำให้โปรตีนสูญหายไปประมาณ 30% ถ้าดูอย่างผิวเผินการสูญเสียเพียงแค่นี้ไม่มากนัก แต่อย่าลืมว่าเราต้องกินข้าววันละ 3 มื้อ และข้าวเป็นอาหารที่เรากินมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณค่าทางโภชนาการในข้าวกล้อง

ถึงแม้ ข้าวกล้อง จะมีสีสันไม่น่ารับประทาน เมื่อหุงแล้วไม่นุ่มเท่าข้าวขัดขาว แต่ข้าวกล้องกลับมีคุณค่าทางสารอาหารที่เป็นประโยชน์มากมายต่อร่างกาย เนื่องจากข้าวกล้องเป็นข้าวที่ผ่านการขัดสีเพียงครั้งเดียว จึงยังมีจมูกข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดซึ่งอุดมไปด้วยโปรตีนที่ช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย รวมทั้งวิตามินและเกลือแร่นานาชนิด ซึ่งนอกจากจะช่วยเสริมสร้าง และฟื้นฟูให้อวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกายทำงานอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังช่วยป้องกันโรคต่างๆ เช่น โรคไขมันในเส้นเลือดสูง โรคเบาหวาน โรคภูมแพ้ โรคไตวาย เป็นต้น นอกจากนี้ข้าวกล้องยังมีเส้นใยอาหารซึ่งช่วยในการทำงานของระบบขับถ่ายและป้องกันโรคมะเร็งลำไส้อีกด้วย

สารอาหารที่มีอยู่ในข้าวกล้องพร้อมคุณประโยชน์ต่างๆ

สารอาหาร	คุณประโยชน์
วิตามินบี ๑	ช่วยป้องกันโรคเหน็บชา และการทำงานของระบบประสาท ในการบังคับกล้ามเนื้อ
วิตามินบี ๒	ช่วยป้องกันโรคปากนกกระจอก และช่วยเผาผลาญอาหาร ให้เป็นพลังงาน
ไนอาซีน	ช่วยการทำงานของระบบผิวหนัง และระบบประสาท
แร่ธาตุต่างๆ ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก เซเรเนียม และแมกนีเซียม	ช่วยเสริมสร้างกระดูกและฟัน ป้องกันโรคโลหิตจาง ช่วยเสริมสร้างการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย
เส้นใยอาหาร ซึ่งมีมากกว่า ข้าวขาวถึง ๕.๖ เท่า	ช่วยขับถ่ายสะดวก ท้องไม่ผูก และป้องกันการเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่ นอกจากนี้ยังช่วยดูดซับไขมันและน้ำตาล พร้อมไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ช่วยลดระดับโคเลสเตอรอล ป้องกันการสะสมของไขมันในหลอดเลือด และลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจ
คาร์โบไฮเดรต	ให้พลังงานแก่ร่างกาย
โปรตีน	ช่วยเสริมสร้างและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ
ไขมัน	ให้พลังงาน และความอบอุ่นแก่ร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่1 : เปรียบเทียบสารอาหารในข้าวกล้องกับข้าวขาว

สารอาหาร	หน่วย	ข้าวกล้อง	ข้าวขาว	ดีกว่า (%)
วิตามินบีรวม	-	-	-	-
บี ๑ (B๑ Thaiamine)	มิลลิกรัม	๐.๓๔	๐.๐๗	๓๘๕
บี ๒ (B๒ Riboflavin)	มิลลิกรัม	๐.๐๕	๐.๐๓	๖๖
ไนอาซิน (Niacin)	มิลลิกรัม	๐.๖๒	๐.๑๑	๔๖๓
กรดแพนโธเธนิค (Pantothenic acid)	มิลลิกรัม	๑.๕	๐.๒๒	๕๘๑
กรดโฟลิค (Folic acid)	มิลลิกรัม	๒๐	๓.๖	๔๕๕
เกลือแร่	-	-	-	-
เหล็ก	มิลลิกรัม	๑.๖	๐.๘	๑๐๐
แคลเซี่ยม	มิลลิกรัม	๓๒	๒๔	๓๓
แมกนีเซี่ยม	มิลลิกรัม	๕๒	๑๔	๒๗๑
แมงกานีส	มิลลิกรัม	๑.๕	๐.๙	๖๗
สังกะสี	มิลลิกรัม	๑.๙	๑.๕	๒๗
โคบอลท์	ไมโครกรัม	๔.๒	๐.๙	๓๖๗
ทองแดง	ไมโครกรัม	๓๖๐	๒๓๐	๕๗
ซิลิเนียม	ไมโครกรัม	๓๘.๘	๓๑.๘	๒๒
ไอโอดีน	ไมโครกรัม	๒.๒	๒	๑๐
โปรตีน	กรัม	๗.๖	๖.๔	๑๙

ที่มา : http://www.kph.go.th/department/social/Hearb13.html

องค์ประกอบของข้าวกล้อง (ณรงค์,2538)

โดยปกติข้าวกล้องจะมีโปรตีนร้อยละ 8 ถ้ามีความชื้นร้อยละ 12 นอกจากนี้ยังพบไขมัน สารเยื่อใย วิตามิน และเกลือแร่ ปริมาณที่พลแตกต่างกันมาก ขึ้นอยู่กับพันธ์และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้เทคนิคการวิเคราะห์ก็มีผลต่อปริมาณที่พบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตที่พบในข้าวแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ แป้ง เฮมิเซลลูโลส เซลลูโลส และน้ำตาลอิสระ

<u>แป้ง</u> แป้งมีปริมาณสูงสุด ประมาณร้อยละ 90 ของน้ำหนักข้าว โดยมีอมัยโลสร้อยละ 7-33 ของน้ำหนักแห้ง หรือร้อยละ 8-37 ของน้ำหนักแป้ง ส่วนอมัยโลเป็คตินจะเป็นส่วนประกอบหลักของข้าวเหนียว ซึ่งส่วนใหญ่แป้งพวกนี้จะมีอมัยโลสร้อยละ 0.8-1.3 ทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียวเม็ดแป้งจะมีขนาดใกล้เคียงกัน อุณหภูมิแป้งสุกอยู่ระหว่าง 55-79°ซ ขึ้นอยู่กับชนิดของข้าวและสิ่งแวดล้อม ข้าวพันธุ์เดียวกันแต่อาจมีอุณหภูมิแป้งสุกต่างกันถึง 10°ซ ด้วยเหตุนี้ถ้าใช้อุณหภูมิแป้งสุกเป็นหลักอาจแบ่งข้าวเป็น 3 กลุ่ม คือข้าวหุงสุกง่าย ใช้อุณหภูมิ 69°ซ หรือต่ำกว่า ข้าวหุงสุกได้ยากปานกลาง ใช้อุณหภูมิระหว่าง 70-74°ซ และข้าวหุงสุกยาก ใช้อุณหภูมิสูงกว่า 74°ซ ข้าวที่หุงสุกได้ง่ายส่วนใหญ่มาจากพันธุ์ Japonioa ส่วนข้าว Indioa มีทั้งหุงสุกได้ง่ายและหุงสุกได้ยาก ทำให้ดูเหมือนว่าอุณหภูมิที่เมล็ดข้าวในนาสุกนั้นมีความสำคัญมาก นอกจากนี้อัตราส่วน ของอมัยโลส ต่ออมัยโลเป็คตินก็จะเป็นเครื่องชี้ความยากง่ายของการหุง ถ้าข้าวมีอมัยโลสสูงเม็ดแป้งจะดูดน้ำได้ช้า ข้าวที่มีอุณหภูมิต่ำในขณะที่สุกในนาจะดูดน้ำและละลายได้ที่อุณหภูมิต่ำ ข้าวเจ้าดูดน้ำและละลายได้น้อยกว่าข้าวเหนียว และยังคงดูดน้ำได้อีกหลังจากแป้งสุกแล้ว ส่วนข้าวเหนียวการดูดน้ำจะถึงขุดสูงสุดเมื่อแป้งสุก จากรายละเอียดที่ได้กล่าวมานี้แสดงให้เห็นว่าการดูดน้ำของแป้งขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายในเม็ดแป้งแต่เมื่อเม็ดแป้งแตกตัวออกทั้งอมัยโลส และ อมัยโลเป็คตินจะหลุดออกมา ลักษณะของแป้งเปียกที่ได้จะขึ้นอยู่กับขนาดของอมัยโลส ความยากง่ายของการสุกนี้อาจตรวจสอบได้ด้วยวิธี alkali test โดยนำข้าว 6 เมล็ดแช่น้ำด่าง KOH เข้มข้นร้อยละ 1.7 ปริมาณ 10 มิลลิลิตร หลังจากแช่ไว้ 23 ชั่วโมง แล้วจึงตรวจดูลักษณะการกระจายของเมล็ด ข้าวที่สุกได้ง่ายจะพองตัวมากจนกระทั่งแตกและกระจายตัวออก การที่แป้งจากข้าวชนิดต่างๆสุกที่อุณหภูมิต่างๆ กันทำให้การหุงข้าวต้องใช้เวลาต่างกันด้วย ข้าวที่มีแป้งสุกยากจะใช้เวลามากกว่าข้าวที่มีแป้งหุงสุกง่าย ข้าวที่มีปริมาณอมัยโลสที่หลุดออกมาจะเป็นอัตราส่วนโดยตรงกันข้ามข้าวที่มีอมัยโลสต่ำจะดูดน้ำพองตัวได้น้อย ปริมาณอมัยโลสที่หลุดออกมาจะเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับปริมาณอมัยโลสที่มีอยู่ในเม็ดแป้ง ถ้าเม็ดแป้งมีอมัยโลสไม่เกินร้อยละ 30 แต่ถ้ามีปริมาณอมัยโลสสูงกว่านี้การละลายจะน้อยลง อาจเนื่องมาจากการจับตัวกันของอมัยโลสภายในเม็ดแป้งหลังจากที่เมิดแป้งสุกแล้ว หรือหลังจากหลุดออกจากเม็ดแป้งแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบอื่นๆ เช่น โปรตีนสามารถป้องกันมิให้แป้งดูดน้ำได้สะดวกนัก นอกจากนี้ยังพบว่าเม็ดแป้งที่มีอมัยโลสสูงแตกตัวได้ยาก แต่จะให้เจลที่มีความหนืดสูง

<u>เฮมิเซลลูโลส</u> เฮมิเซลลูโลสพบมากในรำละเอียด 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 มีผู้ศึกษาเฮมิเซลลูโลสที่มีอยู่เหล่านี้พบว่า รำละเอียดและรำข้าวขาวมีประมาณร้อยละ 0.1 ที่ละลายน้ำได้ และร้อยละ 1.0 ที่ละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 นอร์มัล ส่วนข้าวขาวมีประมาณร้อยละ 0.02 ที่ละลายน้ำได้ และร้อยละ 0.1 ที่ละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 นอร์มัล ส่วนใหญ่เป็นพวก arabinosan และ xylan

<u>เซลลูโลส</u> เซลลูโลสที่พบส่วนใหญ่อยู่ในชั้นรำ ปริมาณที่พบร้อยละ 62 อยู่ในชั้นรำละเอียดร้อยละ 4 อยู่ในจมูกข้าว ร้อยละ 7 อยู่ในรำข้าวขาว และร้อยละ 27 อยู่ในข้าวขาว

<u>น้ำตาลอิสระ</u> น้ำตาลอิสระพบมากในจมูกข้าวและเนื้อแป้ง ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส และมีน้ำตาล raffinose กลูโคส และฟรุคโตสเล็กน้อย 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 ถ้าพบในข้าวกล้อง หรือร้อยละ 40 ถ้าพบในข้าวขาวมาจากสารไฟติน และฟอสฟอรัสร้อยละ 90 ในรำมาจากไฟติน ไฟตินที่พบในข้าวกล้องมีร้อยละ 0.2 ในข้าวขาวมีร้อยละ 0.04-0.06 และในจมูกข้าวมีร้อยละ 0.8

สารประกอบไนโตรเจน

สารประกอบไนโตรเจนที่พบในข้าวประกอบด้วยโปรตีนและกรดอมิโนอิสระ โปรตีนเป็นส่วนประกอบที่มีมากเป็นอันดับสองรองจากแป้ง ร้อยละ 14 อยู่ในรำข้าวขาว ร้อยละ 3 ในรำข้าวขาว และร้อยละ 83 ในข้าวขาว อย่างไรก็ตาม โปรตีนที่อยู่ตามส่วนต่างๆอาจเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับการขัดรำ และปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าว ถ้าข้าวมีโปรตีนสูงการกระจายของโปรตีนจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาว และร้อยละ 83 ในข้าวขาว อย่างไรก็ตาม โปรตีนที่อยู่ตามส่วนต่างๆอาจเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับการขัดรำ และปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าว ถ้าข้าวมีโปรตีนสูงการกระจายของโปรตีนจะสม่ำเสมอมากขึ้น ความแตกต่างของปริมาณโปรตีนในส่วนต่างๆจะน้อยลง โดยปรกติแล้วปริมาณโปรตีนอาจคำนวณได้จากปริมาณไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้ ปริมาณโปรตีนจะเท่ากับผลคูณของปริมาณไนโตรเจนกับ 5.95 โดยถือว่าโปรตีนจากข้าวมีไนโตรเจนร้อยละ 16.8 เนื่องจากมี oryzenin เป็นส่วนใหญ่

เนื่องจากโปรตีนจากส่วนต่างๆของเมล็ดข้าวมีอยู่ไม่เท่ากัน อัลบูมินและโกลบูลินจะพบมากในข้าวกล้อง กลูเตลินพบมากทั้งในข้าวกล้องและข้าวขาว แสดงว่าอัลบูมินและโกลบูลินมีอยู่สูงมากในเยื่อหุ้มเนื้อแป้งและจมูกข้าว ส่วนกลูเตลินมีอยู่มากที่จุดศูนย์กลางของเนื้อแป้ง แป้งข้าวจึงมีโปรตีนกลูเตลินเป็นส่วนใหญ่ ด้วยเหตุนี้เมื่อนำแป้งมาสกัดด้วยด่างเข้มข้น 0.1 นอร์มัล โดยใช้ด่าง 20 เท่าของปริมาตรแป้ง โปรตีนจะละลายออกมาร้อยละ 97 ถ้าแป้งมีความละเอียดถึง 100 เมส

จากการศึกษาส่วนประกอบของโปรตีนพบว่าข้าวกล้องมี lysine สูง แต่มีกรด glutamic ต่ำกว่าข้าวขาว อย่างไรก็ตาม lysine ก็ยังคงเป็น limiting amino acid ติดตามด้วย threonine การที่ร่างกายนำเอา threonine ไปใช้ได้น้อยเป็นเรื่องที่ยังไม่เข้าใจกันดีนัก เพราะโดยปกติแล้วข้าวมีกรดอมิโนชนิดนี้มากเกินพอ มีผู้ทำการวิจัยพบว่า ร่างกายนำเอากรดอมิโนไปใช้ในปริมาณต่างๆกัน คือ lysine ร้อยละ 70-100 threonine ร้อยละ 73-100 methionine ร้อยละ 62-76 isoleucine ร้อยละ 71-99 leucine ร้อยละ 75-80 phenylalanine ร้อยละ 74-76 และ valine ร้อยละ 71-100 การเสริม methionine threonine และ tryptophan ลงในข้าวพร้อมกับ lysine จะทำให้ร่างกายใช้ไนโตรเจนได้มากขึ้น โดยปกติจะใช้ค่า PER เพื่อแสดงปริมาณไนโตรเจนที่ร่างกายนำไปใช้ จากการศึกษาพบว่า ค่า PER ของผลิตภัณฑ์จากข้าวมีดังนี้ ข้าวกล้อง 1.73-1.93 ข้าวขาว 1.38-2.56 รำละเอียด 1.61-1.92 รำข้าวขาว 1.84-1.88 และจมูกข้าว 2.59

ไขมัน

ในข้าวกล้องไขมันร้อยละ 80 อยู่ในรำละเอียดและรำข้าวขาว และประมาณ 1 ใน 3 อยู่ในจมูกข้าว ไขมันมีส่วนประกอบของกรด oleic acid, linoleic acid และ palmitic acid เป็นส่วนใหญ่ มีกรด lauric และกรด myristoleic เล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบ sterol แอลกอฮอล์ที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 5 พบขี้ผึ้งร้อยละ 3-9 เป็นพวกเอสเทอร์ของ lignocric acid ($C_{23}H_{47}CO_2H$) และ myrisoyl alcohol ($C_{30}H_{61}OH$) เป็นส่วนใหญ่

วิตามิน

วิตามินส่วนใหญ่พบในส่วนที่เรียกว่า เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดและจมูกข้าว ไม่พบวิตามินเอ วิตามินซี และวิตามินดี ในข้าวสาร รำละเอียด และรำข้าวขาว พบวิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง และ niacin โดยพบวิตามินบีหนึ่งในรำละเอียดร้อยละ 65 รำข้าวขาวร้อยละ 13 และข้าวขาวร้อยละ 22 วิตามินบีสองในรำละเอียดร้อยละ 39 รำข้าวขาวร้อยละ 8 และข้าวขาวร้อยละ 53 และ ในรำละเอียดร้อยละ 54 รำข้าวขาวร้อยละ 13 และข้าวขาวร้อยละ 33

เกลือแร่

เกลือแร่ของข้าวมีปริมาณไม่คงที่ แตกต่างกันไปตามลักษณะของดินที่ใช้ปลูก และวิธีวิเคราะห์จากการวิเคราะห์เกลือแร่จากส่วนต่างๆ ของเมล็ดก็พบว่า เกลือแร่ร้อยละ 51 อยู่ในรำละเอียด ร้อยละ 10 อยู่ในรำข้าวขาว และร้อยละ 28 อยู่ในข้าวขาว แร่ธาตุที่พบมี ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แคลเซียม คลอรีน ซิลิคอน โซเดียม และเหล็ก แร่ธาตุที่พบมากที่สุดคือ แมกนีเซียม โปแตสเซียม และซิลิคอน

อุตสาหกรรมและกรรมวิธีการผลิตข้าวหุงสุกเร็ว(นรีเทพ,2544)

ข้าวหุงสุกเร็ว (Quick-cooking rice) หมายถึง ข้าวที่ถูกทำให้สุกบางส่วนในน้ำหรือไอน้ำ ทำให้เกิดเจลาทีไนเซชันถึงระดับหนึ่ง อาจจะเกิดบางส่วนหรือเกิดอย่างสมบูรณ์ แล้วทำให้แห้งเกิดโครงสร้างที่พรุน เพื่อให้ดูดน้ำกลับได้ง่ายในระยะเวลาสั้น

มาตรฐานของข้าวสารมักขึ้นอยู่กับขนาด และลักษณะของเมล็ดข้าว เช่น เมล็ดยาวปานกลางหรือสั้น แต่ขนาดที่เป็นที่ต้องการของตลาดมีความยาวประมาณ 20-35 มิลลิเมตร ในการหุงต้มข้าวแต่ละครั้งต้องใช้เวลามากเริ่มตั้งแต่กระบวนการแช่ต้มจึงได้มีการคิดค้น และพัฒนาการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวที่ใช้เวลาในการหุงต้มน้อย เรียกว่า ข้าวหุงสุกเร็ว (Quick-cooking rice) ในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นครั้งแรก การทำข้าวหุงสุกเร็ว เริ่มมีการผลิตครั้งแรกประมาณ 50 ปีมาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สหรัฐอเมริกาเป็นครั้งแรก การทำข้าวหุงสุกเร็ว เริ่มมีการผลิตครั้งแรกประมาณ 50 ปีมาแล้ว ปัจจุบันมีวิธีการผลิตมากกว่า 10 วิธี ตัวอย่างเช่น วิธีการแช่-ต้ม-ผ่านไอน้ำ-ทำแห้ง (Soak-boil-steam-dry method) วิธีการนี้คิดค้นโดย Ozai-Durrani ในปี ค.ศ. 1948 มีขั้นตอนดังนี้ นำข้าวสารมาแช่ในน้ำที่อุณหภูมิห้องปริมาณความชื้นจะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30 หลังจากนั้นนำข้าวไปต้มนาน 8-10 นาที ความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 65-70 เทน้ำออก ทิ้งให้เย็นและล้างด้วยน้ำเย็นประมาณ 1-2 นาที เกลี่ยข้าวใส่ในถาดเข้าอบที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส อัตราเร็วลม 61 เมตร/นาที และผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีความชื้นประมาณร้อยละ 8-14 วิธีนี้ควรระวังเรื่องอุณหภูมิการอบเป็นสำคัญควรใช้อุณหภูมิสูงพอที่จะทำให้น้ำระเหยออกจากเมล็ดข้าวได้ วิธีการนี้ทำให้เกิดรูพรุนในเมล็ดข้าว ส่วนวิธีการแช่เยือกแข็ง-คืนรูป (Freeze-thaw process) มีหลักการดังนี้ นำข้าวแช่น้ำและให้ความร้อนโดยการต้มหรือนึ่งด้วยไอน้ำ เพื่อให้แป้งเกดเจล และมีความชื้นประมาณร้อยละ 70 หลังจากนั้นนำข้าวไปแช่แข็งแล้วจึงทำให้แห้ง วิธีการนี้ได้รับการพัฒนาโดย Ozai-Durrani ในปี 1965 นอกจากนี้ยังมีวิธีการใช้เครื่องอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง วิธีการนี้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าการผลิตวิธีอื่นๆที่ใช้ เครื่องอบลมร้อนซึ่งได้รับการพัฒนาโดย Wayne ในปี 1963 วิธีนี้ไม่สามารถทำเป็นอุตสาหกรรมได้ เพราะการลงทุนเริ่มต้นสูงมากในการติดตั้งเครื่องมือ และมีอัตราการผลิตต่ำเมื่อเทียบกับวิธีการอื่น

หลักการในการผลิตข้าวหุงสุกเร็ว (Bhat et al.,1972;Luh,1991 ; Roberts,1985)

คือ การทำให้ข้าวเกิดการเจลาติไนซ์ (gelatinize) ที่ระดับต่างๆกันหรือทำให้สุก แล้วนำไปทำแห้ง เพื่อที่จะทำให้เมล็ดข้าวมีโครงสร้างที่เป็นรูพรุน ซึ่งรูพรุนเหล่านี้จะเป็นตัวดูดซับน้ำในขณะที่คืนรูปข้าวหุงสุกเร็ว การคืนรูปต้องอาศัยการเติมน้ำและการดูดซับน้ำของเมล็ดข้าว การเกิดเจลาติไนซ์ของแป้งในเมล็ดข้าวเป็นขั้นตอนสำคัญในการทำข้าวหุงสุกเร็ว โดยพบว่าข้าวที่ทำให้เกิดการสุกเต็มที่หรือเกิดการเจลาติไนซ์อย่างสมบูรณ์จะใช้เวลาในการคืนรูปเพียง 5 นาที ในขณะที่ข้าวที่ทำให้เกิดการเจลาติไนซ์บางส่วนจะใช้เวลาในการคืนรูป 10-15 นาที นอกจากนี้สภาวะในการทำแห้งก็เป็นอีกขั้นตอนที่สำคัญ เพราะโครงสร้างที่มีรูพรุนจะเกิดในขณะที่ทำแห้ง ซึ่งกระบวนการผลิตก็จะมีอยู่หลายวิธีแล้วแต่ผู้ผลิต ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นวิธีที่ผ่านการจดสิทธิบัตรแต่ก็จะมีหลักการพื้นฐานที่คล้ายคลึงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุดิบในการผลิตข้าวหุงสุกเร็ว (Weibye,1983)

ข้าวที่จะนำมาผลิตข้าวหุงสุกเร็วต้องเป็นข้าวที่ผ่านการเอาเปลือกออก (dehulled rice) หรือผ่านการสี เช่น ข้าวสาร (white rice) ข้าวกล้อง (brown rice) และข้าวนึ่ง (parboiled rice) ของข้าวเมล็ดสั้น (short grain rice) ข้าวเมล็ดกลาง (medium grain rice) และข้าวเมล็ดยาว (long grain rice) ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามภูมิประเทศและสายพันธุ์ที่ต้องการ

ลักษณะของข้าวหุงสุกเร็วที่ดี (Bhat et al.,1972;Luh,1991 ; Roberts,1985)

เมื่อคืนรูปแล้วได้ข้าวสวยที่มีลักษณะเนื้อสัมผัส สี กลิ่น รส ใกล้เคียงกับข้าวสวยที่หุงด้วยวิธีการปกติ และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคไม่มีลักษณะที่เป็นก้อนแข็งใจกลางของเมล็ดข้าวเนื่องจากแป้งไม่สุก ผู้บริโภคแต่ละกลุ่มจะต้องการลักษณะของข้าวที่แตกต่างกัน เช่น ในอเมริกาจะชอบเมล็ดยาวที่ไม่จับตัวกันเป็นก้อนและนุ่ม ส่วนผู้บริโภคในญี่ปุ่นและจีนจะชอบข้าวเมล็ดสั้นที่เหนียวและเกาะตัวกันดี ใช้เวลาในการคืนรูปสั้นไม่ควรเกิน 10-15 นาที วิธีการในการคืนรูปไม่ยุ่งยากและสามารถทำได้หลายวิธี เช่น ต้มในน้ำเดือด หรือการเติมน้ำร้อน หรือสามารถเติมน้ำปกติแล้วหุงด้วยไมโครเวฟได้เป็นต้น ควรมีคุณค่าทางโภชนาการหลงเหลืออยู่ให้ได้มากที่สุด

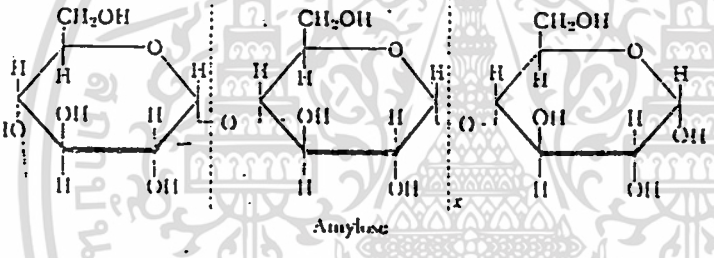
สมบัติทางเคมีของเม็ดสตาร์ช (สมศักดิ์และสุธี,2541)

ภายในเม็ดสตาร์ชประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ชนิด คือ อะไมโลส และอะไมโลเพคติน อะไมโลสเป็นโพลิเมอร์ของกลูโคสที่อยู่ในรูปไพราโนส (pyranose) มาต่อกันเป็นโซ่ตรงยาวประมาณ 500-2000 หน่วย โดยคาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ของกลูโคสตัวที่ 1 จับกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 4 ของกลูโคสตัวที่ 2 พันธะที่จับกันนี้เรียกว่า พันธะแอลฟา 1,4 กลูโคซิดิค โมเลกุลของอะไมโลส จะมีด้านหนึ่งที่ไม่สามารถรีดิวซ์สารอื่นได้ ส่วนอีกด้านหนึ่งสามารถรีดิวซ์สารอื่นได้ ที่พบในธรรมชาติส่วนใหญ่มีโครงสร้างแบบเกลียวคู่ (double helix) ดังภาพที่2 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 140,000 อะไมโลสไม่สามารถละลายในน้ำเย็น แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะละลายได้บ้าง และละลายได้ดีในสารละลายที่เป็นด่าง สารละลายอะไมโลสจะทำปฏิกริยากับสารละลายเจือจางของสารละลายไอโอดีนแล้วให้สีน้ำเงิน สารละลายอะไมโลสที่มีความเข้มข้นพอเหมาะ เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็นจะได้เจลที่ใสไม่มีสี จากสมบัติของอะไมโลสที่สามารถละลายได้ดีในด่าง และการเปลี่ยนสีสารละลายไอโอดีน จึงใช้เป็นหลักการหาอะไมโลสในตัวอย่างแป้งต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

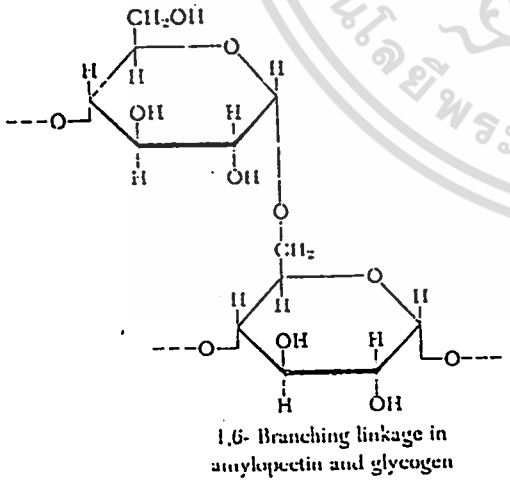
โดยเอาตัวอย่างมาละลายในสารละลายด่างเจือจาง แล้วนำมาทำปฏิกริยากับสารละลายไอโอดีนเจือจางจนได้สีที่คงที่แล้วจึงนำไปวัดค่าการดูดกลืน (absorbance) ที่ 62.5 มิลลิไมครอน จากนั้นจึงนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน เพื่อหาปริมาณของอะไมโลส

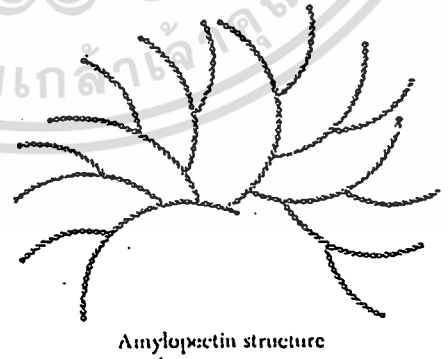
อะไมโลเพคตินมีโครงสร้างเพิ่มเติมจากอะไมโลส คือ มีการแตกกิ่งก้านสาขา โดยจุดที่มีการแตกแขนงจะเกิดพันธะที่เรียกว่า พันธะแอลฟา 1,6 กลูโคซิดิค การเกิดแขนงจะเกิดเมื่อกลูโคสมาต่อกันเป็นเส้นตรงยาว 20-25 หน่วย โครงสร้างที่พบในธรรมชาติส่วนใหญ่จะเป็นแบบเกลียวคู่ที่ต่อกันเป็นกิ่งก้าน ดังภาพที่3 ภายในโมเลกุลของอะไมโลเพ็คตินมักเกิดพันธะไฮโดรเจน เนื่องจากโมเลกุลของอะไมโลเพ็คติน มีกลุ่มไฮดรอกซิลชนิดปฐมภูมิ และทุติยภูมิจำนวนมาก อะไมโลเพ็คตินมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 4 ล้าน และสามารถเปลี่ยนสีของสารละลายไอโอดีนเป็นสีแดง เนื่องจากอะไมโลสและอะไมโลเพ็คตินเป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลใหญ่จึงทำให้สตาร์ชมีขนาดโมเลกุลใหญ่มาก



ภาพที่ 2 : สูตรโครงสร้างของอะไมโลส

ที่มา : Abraham and Bernard(1967)





ภาพที่ 3 : สูตรโครงสร้างของอะไมโลเพ็คติน

ที่มา : Abraham and Bernard(1967)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในเม็ดสตาร์ชจะประกอบด้วยโมเลกุลของอะไมโลส และอะไมโลเพ็คตินจัดเรียงตัวกันเป็นกลุ่มแบ่งออกเป็น 2 บริเวณ บริเวณหนึ่งมีการจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบคล้ายผลึก โดยเริ่มจากฮิลั่มของเม็ดสตาร์ช แล้วกระจายออกโดยรอบ ซึ่งประกอบด้วยอะไมโลสเป็นส่วนใหญ่ อะไมโลสจะเข้าไปประกอบตามความยาวกับส่วนที่เป็นเส้นตรงของอะไมโลเพ็คติน ทำให้ส่วนนี้มีความหนาแน่นมากกว่าส่วนอื่นๆจนสะท้อนแสงได้ และปรากฏเป็น ไบร์ฟรินเจนซ์ บริเวณนี้มีการพองตัวอย่างจำกัด และไม่ค่อยมีปฏิกริยากับสารอื่น เรียกว่าบริเวณผลึก (crytalline region) อีกบริเวณหนึ่งมีการเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ ดูดน้ำได้ดีและไวต่อปฏิกริยาเคมีเป็นส่วนที่อยู่รอบๆผลึก ซึ่งประกอบด้วยอะไมโลเพ็คตินเป็นส่วนใหญ่ เรียกส่วนนี้ว่า อสัณฐาน (amorphous region) บริเวณผลึกและบริเวณอสัณฐาน จะมีการยึดติดกันเป็นมัดๆ เรียกว่า ไมเซล

การเปลี่ยนแปลงของเม็ดสตาร์ชเมื่อหุงต้ม (สมศักดิ์และสุธี,2541)

1. <u>จากความร้อนชื้น</u> (moist heat)

เมื่อเติมน้ำลงในสตาร์ชเกิดสารแขวนลอยลักษณะยังไม่หนืดข้น เม็ดสตาร์ชที่คงรูปอยู่จะจมลงที่แตกแล้วจะดูดซึมเอาน้ำไว้ แล้วจะพองตัวถ้าเอาสารละลายแป้งในน้ำนี้ไปตั้งไฟ มันจะพองตัวมากขึ้นจะเกิดความหนืดข้นซึ่งจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิและระยะเวลา ในที่สุดสีขาวขุ่นจะเปลี่ยนเป็นใส เรียกขบวนการนี้ว่า เจลลาติไนส์เซชั่น (gellatinization) ถ้าต้มต่อไปอีกจะมีอีกตอนหนึ่งความหนืดข้นจะลดลง เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็นความหนืดข้นจะเพิ่มขึ้น ซึ่งแป้งแต่ละตัวจะพองตัวใสที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันเมื่อน้ำที่ใช้ในการผสมแป้งนั้นมีน้อยเกินไป หรือเมื่อเอาแป้งเทใส่ลงในของเหลวร้อนๆแป้งจะจับตัวเป็นก้อนๆ เม็ดแป้งที่อยู่นอกจะดูดซึมน้ำและพองตัว แต่เม็ดแป้งภายในก้อนจะแห้งหรืออาจพองตัวได้น้อยมาก ถ้าเราตัดแป้งที่จับเป็นก้อนดูจะเห็นแป้งดิบข้างใน ในกรณีเราจะไม่ได้ความเข้มข้นตามที่ต้องการ เช่น ในการทำซอส หรือน้ำเกรวี่ เพื่อป้องกันการเกิดแป้งดังกล่าว จะต้องแยกเม็ดแป้งออกจากกัน โดยการผสมกับไขมันหรือของเหลวเย็นนิดหน่อย หรือน้ำตาล แล้วแต่ว่าจะเป็นอาหารชนิดใด จึงค่อยใส่ของเหลวร้อนหรือเย็นก็ได้ แล้วจึงตั้งไฟ อย่าใส่แป้งแห้งลงในของเหลวร้อนโดยตรงเพราะแป้งจะจับกันเป็นก้อนได้

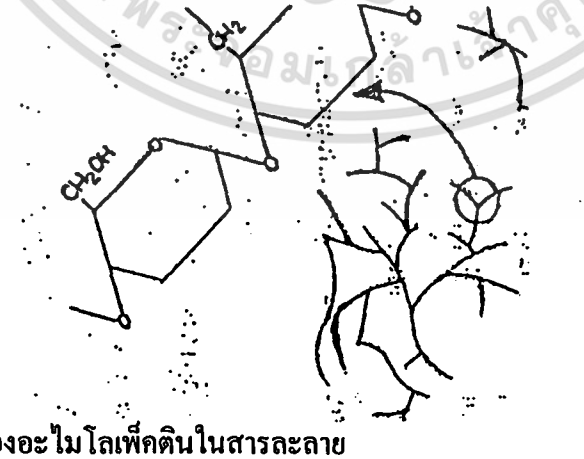
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. <u>จากความร้อนแห้ง</u>

เมื่อเอาแป้งไปตั้งไฟโดยไม่ต้องใช้น้ำ เช่น การคั่วแป้ง จะเกิดสีน้ำตาลขึ้น ต่อมาจะเป็นสีดำเพราะเกิดคาร์บอน ในการทำน้ำเกรวี่จะเอาแป้งใส่ถาดแล้วค่อยอบ หรือคั่วในกระทะ แม้ว่าแป้งคั่วนี้จะให้ความข้นน้อยลงแต่มันช่วยในเรื่องสี และกลิ่น ขณะอบหรือคั่วแป้งโมเลกุลของแป้งจะแตกออก ให้ส่วนที่เล็กลง เรียกว่า เด็กซ์ทริน การเปลี่ยนแปลงของสีและขนาดของโมเลกุลของแป้งนี้เรียกว่า dextrinization ตัวอย่างของอาหารที่ขณะทำเกิดขบวนการนี้ขึ้น คือ ขนมปังปิ้ง กะโหลกขนมปัง กล้วยแขก ทองม้วน ขนมเบื้องไทย เด็กทรินมีโมเลกุลหลายขนาดแต่ก็เล็กกว่าสตาร์ชและใหญ่กว่าน้ำตาลในขบวนการย่อยอาหารของคนเรา สตาร์ชจะถูกย่อยให้เล็กลงเป็นเด็ซ์ทรินโดยการกระทำของเอ็นไซม์ในการทำน้ำเชื่อมข้าวโพด ก็เกิดเด็กซ์ทรินขึ้น แม้ว่าไม่ได้เป็นขบวนการทำที่ใช้ความร้อนแห้ง แต่ก็เป็นผลมาจากการสลายตัวของแป้งด้วยกรดหรือเอ็นไซม์

การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งเมื่อได้รับความร้อน (สมศักดิ์และสุธี,2541)

เมื่อนำแป้งไปละลายน้ำ แป้งจะดูดน้ำเข้าไปและเกิดการพองตัว การพองตัวของแป้งแต่ละชนิดไม่เท่ากัน ในน้ำเย็นการพองตัวจะมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เช่น เม็ดแป้งสาลีมีการพองตัวประมาณ 10% เป็นต้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการพองตัวจะมากขึ้น ที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส การพองตัวจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว เป็นอุณหภูมิที่แป้งเริ่มสุก (gellatinize) และเริ่มกระจายตัวในน้ำ การที่แป้งพองตัวในน้ำเย็นมีขีดจำกัดนั้น เนื่องจากแรงที่โมเลกุลของแป้งเกาะตัวกันมีค่าสูงมาก น้ำเย็นไม่สามารถทำให้โมเลกุลเหล่านั้นแยกตัวออกจากกัน ที่อุณหภูมิที่สูงกว่าจุดที่เกิด gellatinize น้ำสามารถเข้าไปในแป้งได้มากขึ้น การพองตัวจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว



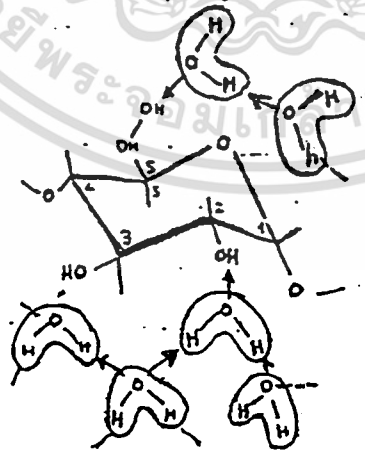
ภาพที่ 4 : ลักษณะของอะไมโลเพ็คตินในสารละลาย

ที่มา : Furia (1968)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิดเจลาติไนต์เซชั่น (Gellatinization) ของเม็ดสตาร์ช (สมศักดิ์และสุธี,2541)

เม็ดสตาร์ชมีความชื้นในสภาวะปกติ 12-14% ถ้าใส่แป้งหรือ สตาร์ชลงในน้ำเย็นความชื้นในเม็ดสตาร์ชอาจสูงถึง 30% โดยน้ำจะเข้าไปในส่วนที่เป็นอสัณฐาน แต่ถ้าน้ำที่เติมลงไปในแป้งมีมากมาย หากทำให้น้ำแป้งนั้นร้อนขึ้น ความร้อนจะทำลายพันธะระหว่างโมเลกุล intermolecular bond ในบริเวณผลึก ทำให้เม็ดสตาร์ชสามารถรับน้ำเข้าไปในบริเวณดังกล่าวได้อีกมาก จึงทำให้เม็ดสตาร์ชพองตัวขึ้นจนในที่สุดเม็ดสตาร์ชจะพองตัวเต็มที่ เรียกว่า แป้งสุก หรือเรียกว่า การเกิดเจลาติไนต์เซชัน(Gellatinization) ของเม็ดสตาร์ช ซึ่งถ้ามองผ่านกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเม็ดสตาร์ชมีลักษณะเหมือนถุงใสภายในเต็มไปด้วยสารละลายของเม็ดสตาร์ช ส่วนภายนอกเม็ดสตาร์ชจะประกอบด้วยร่างแหของอะไมโลส เป็นส่วนที่ไม่ละลายในน้ำเย็น แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น จะละลายได้บ้าง และสามารถละลายได้ดีในสารละลายด่าง สามารถทำปฏิกริยากับสารละลายเจือจางของสารละลายไอโอดีนแล้วใกล้สีน้ำเงินแล้วนำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ 62.5 มิลลิไมครอนจากนั้นนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน เพื่อหาปริมาณของอะไมโลส ในขณะที่เม็ดสตาร์ชพองตัว การดูดน้ำได้ปริมาณมากของเม็ดสตาร์ช และร่างแหอะไมโลสนั้นเนื่องจาก กลูโคส 1 โมเลกุล จะดูดน้ำได้ถึง 6 โมเลกุล ดังภาพที่5 เม็ดสตาร์ชที่มีขนาดใหญ่จะพองตัวได้ง่ายกว่าเม็ดสตาร์ชที่มีขนาดเล็ก เม็ดสตาร์ชที่มีขนาดใหญ่จึงเกิดการเจลาติไนซ์เซชันที่อุณหภูมิต่ำกว่าเม็ดสตาร์ชที่มีขนาดเล็ก การพองตัวเต็มที่ของเม็ดสตาร์ชจะทำให้เกิดการสูญเสีย ไบฟรินเจนซ์ เม็ดสตาร์ชของพืชในแต่ละชนิดนั้นมีขนาดไม่เท่ากัน จึงพองตัวที่อุณหภูมิต่างกัน เรียกช่วงที่อุณหภูมิของการเกิดเจลาไนซ์เซชั่น (Gellatinization temperature range) พืชแต่ละชนิดจะมีช่วงอุณหภูมิดังกล่าวค่อนข้างคงที่



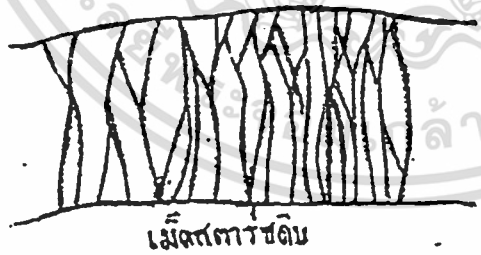
ภาพที่ 5 : กลูโคส 1 หน่วยอุ้มน้ำได้ 6 โมเลกุล

ที่มา : Furia (1986)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

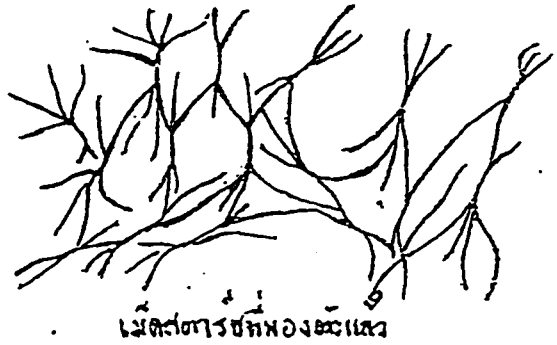
ในขณะที่เม็ดสตาร์ชพองตัวจะพบว่า น้ำแป้งที่มีลักษณะเหลวขาวขุ่นคล้ายน้ำนมจะใสขึ้น เป็นแป้งเปียก ลักษณะที่เปลี่ยนแปลงนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการสังเกต ขบวนการเกิดเจลาติไนซ์เซชัน ซึ่งอาจวัดโดยการวัดค่าการยอมให้แสงผ่าน (light transmittance) ของแป้งเปียก สามารถกระทำได้ที่ความเข้มข้นที่ 5%

การเปลี่ยนแปลงอื่นๆที่สังเกตพบเมื่อเม็ดสตาร์ชพองตัวคือ น้ำแป้งจะเพิ่มความหนืดอย่างรวดเร็ว ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากเม็ดสตาร์ชพองตัวขึ้น ทำให้เม็ดสตาร์ชอยู่ใกล้ชิดกันมากขึ้น จึงต่อต้านการเคลื่อนที่ของเม็ดสตาร์ช และของเหลวที่อยู่รอบเม็ดสตาร์ชมีความเข้มข้นขึ้น เนื่องจากร่างแหของอะไมโลสที่ละลายออกมาจากเม็ดสตาร์ช ลักษณะทั้งสองประการคือ การพองตัว การใสขึ้น การหนืดมากขึ้น อาจเกิดในเวลาที่ใกล้เคียงกัน หรือ พร้อมกัน เม็ดสตาร์ชที่มีการพองตัว (ดังภาพที่7) แล้วอาจจะหดตัวหรือแตกได้หากมีการรบกวน เช่น การคน การกวน การเพิ่มอุณหภูมิ ดังนั้นจึงสังเกตพบว่า เมื่อต้มน้ำแป้งจนได้แป้งเปียกที่ข้นหนืดเต็มที่แล้ว ถ้าหากให้ความร้อนต่อไปอีกจะทำให้ความหนืดลดลง แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แป้งเปียกนั้นจะมีความหนืดมากขึ้น และถ้ามีความเข้มข้นของแป้งที่เหมาะสมจะข้นหนืดจนคงรูปร่างได้ เรียกว่า การเกิดเจล (Gel) ทั้งนี้เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิลดลงแรงยึดเหนี่ยวที่เกิดจากพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของสตาร์ชและน้ำมีความแข็งแรงขึ้น น้ำจึงจับกับโมเลกุลของสตาร์ชซ้อนกันเป็นชั้นๆ นอกจากนี้ยังพบว่าเม็ดสตาร์ชที่พองตัวแล้ว จะถูกย่อยโดยเอนไซม์อะไมเลสได้ดีขึ้น ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการเริ่มอบขนมในตู้อบจนถึงอุณหภูมิที่เอนไซม์ถูกทำลาย



ภาพที่ 6 : เม็ดสตาร์ชดิบ
ที่มา : ปราณี (2534)

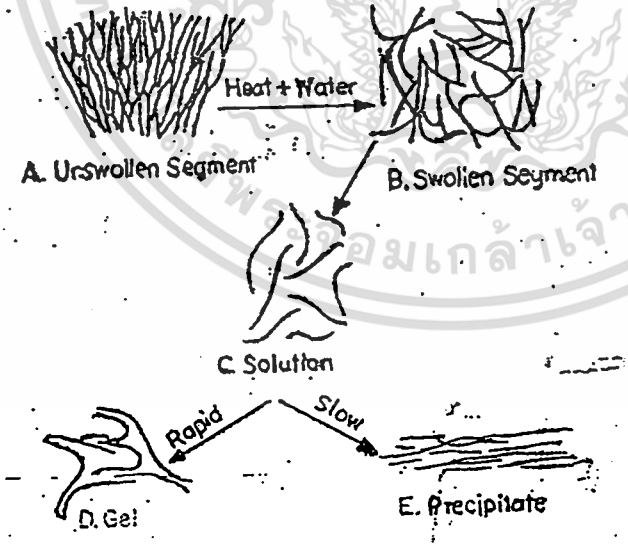
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 : เม็ดสตาร์ชที่พองตัวแล้ว

ที่มา : ปราณี (2534)

การเกิดเจลของเม็ดแป้ง จะเกิดขึ้นเมื่อเม็ดแป้งได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดที่ทำให้แป้งสุก เม็ดแป้งจะขาดคุณสมบัติเดิมทั้งหมด (คุณสมบัติของแป้งดิบ) เนื่องจากมีอะไมโลสบางส่วนได้หลุดออกไปจากเม็ดแป้งแล้ว เมื่อปล่อยแป้งเปียกนี้ให้เย็นตัว แป้งจะมีลักษณะข้นหนืดมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของแป้ง (amylose และ amylopectin) จับตัวกันในสามทิศทาง เรียกว่า การเกิดเจล ความแข็งของเจลขึ้นอยู่กับการแตกตัวของเม็ดแป้งขณะได้รับความร้อน ถ้าแป้งแตกตัวมากเจลจะมีความแข็งแรงมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้าเม็ดแป้งส่วนใหญ่ยังคงรูปอยู่อย่างสมบูรณ์เจลที่เกิดขึ้นจะนุ่ม ดังภาพที่8



ภาพที่ 8 : การพองตัวและการเกิดเจลของแป้ง

ที่มา : Glicksman (1969)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของเจล (สมศักดิ์และสุธี,2541)

เจลมีโครงสร้างเป็นร่างแห ประกอบด้วยโมเลกุลของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน และน้ำประสานเข้าด้วยกัน โดยพันธะระหว่างโมเลกุล (Intermolecular bonds) พันธะนี้จะแข็งแรงขึ้นเมื่อแป้งเปียกเย็นตัวลง พันธะนี้เกิดจากอะไมโลสที่เป็นเส้นตรงและแขนงของอะไมโลเพคติน ซึ่งสามารถงอตัวไปมาเข้าจับกันได้ และอุ้มน้ำไว้เกิดเป็นเจลจึงทำให้เกิดการยึดเหนี่ยวโมเลกุลจำนวนมากเข้าด้วยกันไว้ในร่างแห โดยมีอะไมโลสเป็นส่วนสำคัญของโครงร่างที่เป็นร่างแห เจลจะเกิดได้ดีเมื่อแป้งเย็นตัวอย่างรวดเร็ว หากมีการเย็นตัวอย่างช้าๆ ในโมเลกุลของอะไมโลสอาจเคลื่อนที่จับตัวกันเองอย่างเป็นระเบียบ ทำให้ผลึกของสตาร์ชซึ่งสังเกตได้จากการตกตะกอนของแป้ง หากแป้งมีอะไมโลสค่อนข้างมากจะเกิดเจลได้เมื่อความเข้มข้น ประมาณ 4-5% ส่วนแป้งที่มีอะไมโลสน้อยหรือ ไม่มีเลย จะเกิดเจลได้ก็ต่อเมื่อ น้ำแป้งมีความเข้มข้นของสูงมากกว่า 30% เพราะที่ความเข้มข้นต่ำๆการเกิดพันธะระหว่างโมเลกุลของอะไมโลเพคตินมีน้อยมาก

ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเจลาติไนซ์ของสตาร์ช (ทศรัฐ,2541)

ชนิดและปริมาณของสตาร์ชหรือแป้ง จากพืชต่างๆที่จำเป็นต้องใช้เพื่อให้เม็ดสตาร์ชเกิดการพองตัวเต็มที่เบ็นแป้งเปียกและได้ความหนืดสูงสุดจะแตกต่างกันไป สตาร์ชหรือแป้งที่มีอะไมโลสสูงจะใช้ปริมาณน้ำน้อยกว่าชนิดที่มีอะไมโลสต่ำ และพืชชนิดเดียวกันจะใช้สตาร์ชน้อยกว่าแป้ง (flour) เนื่องจากแป้งมีส่วนประกอบอย่างอื่น เช่น โปรตีนหรือเยื่อใยผสมอยู่ด้วย เช่น พบว่าความหนืดสูงสุดของแป้งเปียกได้จากสตาร์ชข้าวโพดมีค่ามากกว่าพืชชนิดอื่น เป็นต้น

อุณหภูมิและเวลา เมื่อต้มน้ำแป้งแต่ละชนิดจนสุกดีแล้วได้แป้งเปียกที่มีความหนืดสูงสุดหากต้มต่อไปอีกที่อุณหภูมิสูงขึ้นความหนืดจะลดลง เนื่องจากการแตกตัวของเม็ดสตาร์ชและการขาดออกจากกันของโมเลกุลอะไมโลสที่อยู่ในสารละลายรอบๆสตาร์ช และการขาดออกจากกันของโมเลกุลอะไมโลสที่อยู่ในสารละลายรอบเม็ดสตาร์ช

น้ำตาล น้ำตาลมีคุณสมบัติในการดูดความชื้นจึงดูดความชื้นแข่งกับแป้งทำให้การพองตัวของเม็ดสตาร์ชเกิดได้ช้าลง แต่พบว่าความหนืดจะเพิ่มขึ้น ถ้าความเข้มข้นของน้ำตาลไม่มากเกินไป ทั้งนี้เพราะความหนืดที่ได้เป็นความหนืดรวมของแป้งกับน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
96747

ความเป็นกรดเป็นด่าง ถ้าส่วนผสมของน้ำแป้งมีค่า พีเอช ระหว่าง 4-7 จะไม่มีผลต่อความหนืดของแป้งเปียกมากนักแต่ถ้าให้พีเอชต่ำกว่า 4 หรือสูงกว่า 7 จะได้แป้งเปียกที่มีความหนืดน้อยลงเนื่องจากกรดหรือด่างที่มีอยู่ในน้ำแป้งทำให้โมเลกุลของเม็ดสตาร์ชแตกออกจากกันมีขนาดเล็กลง ผลิตภัณฑ์บางอย่างที่ใช้ทั้งกรด น้ำตาล ผลของกรดที่มีต่อแป้งจะลดลงอย่างมาก เนื่องจากน้ำตาลทำให้น้ำเข้าไปในเม็ดแป้งไม่สะดวก การทำงานของกรดจึงลดลง

น้ำมันและไขมัน ที่ใช้เป็นส่วนผสมจะทำให้เม็ดสตาร์ชดูดน้ำและพองตัวได้ช้าลง เพราะน้ำมันจะห่อหุ้มเม็ดสตาร์ชไว้ทำให้การดูดซับน้ำของเม็ดสตาร์ชลดลง หากต้มน้ำแป้งที่มีไขมันหรือน้ำมันผสมอยู่ควรจะคนหรือกวน จะทำให้การพองตัวของเม็ดสตาร์ชเกิดมากขึ้น แต่ความหนืดของแป้งซึ่งมีไขมันหรือน้ำมันผสมอยู่จะน้อยกว่าปกติ

โปรตีน เนื่องจากโปรตีนเป็นสารโมเลกุลใหญ่ สามารถเกาะตามผิวของเม็ดสตาร์ชได้ ทำให้การซึมผ่านของน้ำเข้าสู่เม็ดสตาร์ชได้น้อยลง ทำให้ได้เจลที่มีกำลังลดลง

คุณลักษณะที่ต้องการของโจ๊กกึ่งสำเร็จรูป (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,2522)

1. คุณลักษณะทางกายภาพ

โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปต้องมีสีและกลิ่นรสตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ และต้องไม่มีกลิ่นหืนเมื่อนำมาเติมน้ำเดือดตามสัดส่วนที่แจ้งไว้แล้วจะต้องสุกรับประทานทันทีหลังจากเทน้ำเดือดแล้วเป็นเวลา 1 นาที

2. คุณลักษณะทางเคมี

ให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณลักษณะทางเคมี

รายการ	เกณฑ์ที่กำหนด	วิเคราะห์ตามวิธี
ความชื้นไม่เกินร้อยละของน้ำหนัก	5	AOAC(1975)ข้อ14.125 หรือ 14.126

ที่มา : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(2522)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. <u>คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา</u>

โจ๊กกึ่งสำเร็จรูปยอมให้มีจุลินทรีย์ได้ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดดังนี้

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

การทำแห้ง (สุดนชื่น,2540)

การทำแห้ง(drying) คือ การลดความชื้นของอาหารจนถึงระดับที่สามารถระงับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ คือ มีค่า water activity ต่ำกว่า 0.70 ทำให้เก็บอาหารไว้ได้นาน

การอบแห้ง คือ การใช้พลังงานความร้อนจากไฟฟ้า ก๊าซ หรือ ไอน้ำในเครื่องอบแห้ง ในการทำแห้งจะต้องมีการให้พลังงานแก่อาหาร ทำให้น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะเป็นไอแล้วเคลื่อนย้ายออกจากอาหาร ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง จะได้แก่ ธรรมชาติของอาหาร , ขนาดและรูปร่าง ตำแหน่งของอาหารในเตา , ปริมาณอาหารต่อถาด , ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน , อุณหภูมิของอากาศร้อนและความเร็วของลมร้อน

1. การอบแห้งแบบตู้ (สมชาติ,2540)

เป็นการอบแห้งผลิตภัณฑ์ด้วยลมร้อนในตู้ซึ่งมีถาดบรรจุผลิตภัณฑ์อยู่ วิธีการอบแห้งแบบนี้เป็นแบบพื้นฐาน มีที่ใช้กันโดยทั่วไปสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก อุณหภูมิลมร้อนที่ใช้กันโดยทั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปสำหรับการอบแห้งผลไม้ประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส ถ้าใช้สูงกว่านี้จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเขียวเข้มซึ่งไม่สวย ผิวอาจเหี่ยวย่นมาก เป็นต้น เวลาที่ใช้อบแห้งอาจจะหลายสิบชั่วโมง

2. การอบแห้งแบบอุโมงค์

เป็นวิธีการอบแห้งที่คล้ายกับการอบแห้งแบบตู้ แต่ตัวตู้มีความยาวมาก ทำให้ดูเหมือนอุโมงค์ ดังนั้นจึงมักเรียกกันว่าอุโมงค์อบแห้ง ภายในอุโมงค์จะมีรถเข็นจำนวนหลายคันบรรจุถาดซึ่งมีผลิตภัณฑ์วางอยู่ ทุก ๆ ช่วงเวลาหนึ่งจะมีการนำเอารถเข็นที่ผลิตภัณฑ์แห้งดีแล้วออกจากอุโมงค์ และพร้อมกันนั้นก็มีการบรรจุรถเข็นที่ผลิตภัณฑ์ยังเปียกเข้าไปในอุโมงค์ ทิศทางการเคลื่อนที่ของลมร้อนและรถเข็นอาจจะเป็นแบบไหลตามกันหรือไหลสวนทางกัน

การอบแห้งแบบไหลตามกันและไหลสวนทางกันมีข้อแตกต่างกันอย่างชัดเจนในเรื่องของโปรไฟล์ของอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ในเครื่องอบแห้ง กล่าวโดยสรุปอุณหภูมิผลิตภัณฑ์หลังอบแห้งในกรณีของการไหลตามจะต่ำกว่าของการไหลสวนทาง ซึ่งจะทำให้เหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่สูญเสียคุณภาพได้ง่าย เมื่อมีอุณหภูมิสูง แต่ประสิทธิภาพการอบแห้งอาจจะต่ำกว่าได้

3. การอบแห้งแบบสายพาน

โดยการอบแห้งผลิตภัณฑ์บนเครื่องขนถ่ายวัสดุแบบสายพาน ซึ่งตัวสายพานมีรูให้อากาศไหลผ่านได้ ส่วนมากมักจะอบให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลงจนถึงระดับหนึ่ง ก่อนที่จะนำไปอบแห้งในถังอบแห้งต่อไป เพื่อให้การอบแห้งของผลิตภัณฑ์เป็นไปอย่างทั่วถึง อาจมีการกลับทิศทางของลมร้อนจากขึ้นบนสลับกับลงล่าง ในช่วงแรกขณะที่ความชื้นของผลิตภัณฑ์ยังสูงอยู่อาจใช้อุณหภูมิของอากาศค่อนข้างสูงและเมื่อผลิตภัณฑ์เคลื่อนที่ไปตามสายพานระยะหนึ่งและมีความชื้นลดต่ำลงมากแล้ว อาจใช้อุณหภูมิของอากาศต่ำลง เพื่อช่วยรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การอบแห้งแบบสายพานเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นค่อนข้างสูง ไม่ควรอบแห้งผลิตภัณฑ์จนถึงระดับความชื้นที่ใช้ในการเก็บรักษา เพราะจะสิ้นเปลืองพลังงานในการอบแห้งมาก ควรลดความชื้นจนถึงระดับหนึ่ง แล้วนำผลิตภัณฑ์ ไปอบแห้งต่อในเครื่องลดความชื้นแบบอื่น เช่นการอบแห้งในถัง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18409

4. การอบแห้งแบบแช่แข็ง

เป็นการอบแห้งผลิตภัณฑ์ที่แช่แข็งมาแล้วภายใต้ภาวะสุญญากาศ ทำให้น้ำแข็งระเหิดกลายเป็นไอ ซึ่งเป็นผลให้ผลิตภัณฑ์หลังอบแห้งมีโครงสร้างดี คือมีโครงสร้างเปิดเป็นรูพรุน ซึ่งเป็นผลให้สามารถทำให้กลับคืนรูปเดิมได้ดีและรวดเร็ว มีกลิ่นดี เนื่องจากผลิตภัณฑ์หลังอบมีความชื้นต่ำ ดังนั้นจึงต้องบรรจุหีบห่อภายในห้องที่มีความชื้นต่ำ เพื่อป้องกันการดูดความชื้นกลับ และอาจต้องใส่สารดูดความชื้นภายในถุงบรรจุผลิตภัณฑ์อบแห้งด้วย แม้ว่าการอบแห้งแบบแช่แข็งจะได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ดีเลิศ แต่การลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการค่อนข้างสูงมากด้วย ดังนั้นจึงยังไม่เป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง แต่ก็ใช้ในงานที่ต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงจริง ๆ

5. การอบแห้งด้วยไมโครเวฟ

เป็นการอบแห้งโดยใช้ช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เหมาะสม ซึ่งสามารถทะลุทะลวงเข้าไปในตัวของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการให้แห้ง โดยคลื่นดังกล่าวจะถูกดูดกลืนโดยน้ำที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการระเหยของน้ำจึงเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก การอบแห้งโดยวิธีนี้ยังไม่เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายเพราะต้องลงทุนและเสียค่าใช้จ่ายสูง

6 การลดความชื้นโดยออสโมซีส

เป็นการลดความชื้นโดยกระบวนการออสโมซีส ซึ่งทำได้โดยนำผลิตภัณฑ์ใส่ลงในน้ำเชื่อม เนื่องจากความเข้มข้นของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์และน้ำเชื่อมแตกต่างกัน ดังนั้นจึงเกิดการแพร่ของน้ำจากผลิตภัณฑ์สู่น้ำเชื่อมซึ่งเข้มข้นกว่า เราอาจลดความชื้นได้ครึ่งหนึ่งของความชื้นเริ่มต้น จากนั้นจึงนำไปอบแห้งตามปกติต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรรมวิธีการผลิตอาหารอบแห้ง (คณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร,2539)

กรรมวิธีการผลิตอาหารอบแห้งแตกต่างกันตามชนิดของอาหาร ดังนี้

อาหารผักและผลไม้

อาหารผักและผลไม้วิธีการเตรียมเหมือนการบรรจุกระป๋องคือ การปอกเปลือก ตัดแต่งตัดเป็นขนาดตามความนิยมหรือความสะดวกในการใช้ ผักสีเขียวนิยมแช่สารละลายคาร์บอเนตเพื่อรักษาสีเขียว ผักและผลไม้ที่ดำง่ายเนื่องจากเอนไซม์ นิยมแช่สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ 1% หรือกรดซิตริก 0.5% หรือโซเดียมไบซัลไฟต์ 0.1% ระหว่างรอการแปรรูป ผักประเภทแป้งนิยมลวกทำลายเอนไซม์ที่ทำให้อาหารมีสีคล้ำ แต่ผักที่ให้กลิ่นเช่นใบมะกรูด กระเพรา ไม่นิยมลวกเพราะกลิ่นรสเสียไปมาก ถ้ามีการลวกต้องมีการทำให้เย็นหลังการลวก มิฉะนั้นอาหารจะเละ หรือเสียรสชาติ ในการอบแห้งผัก ใช้อุณหภูมิช่วงแรก 88-90 องศาเซลเซียส แล้วลดเหลือ 60 องศาเซลเซียส ถ้าไม่ใช้สารประกอบซัลเฟอร์ หรือลดเหลือ 71-74 องศาเซลเซียส ถ้าใช้สารประกอบซัลเฟอร์ ส่วนผลไม้นิยมใช้อุณหภูมิต่ำเพราะมีน้ำตาล ใช้อุณหภูมิ 60-63 องศาเซลเซียส ความชื้นสุดท้ายของผักประมาณ 4 % และผลไม้ประมาณ 10-20 %

อาหารเนื้อสัตว์

นิยมทำแห้ง เนื้อวัว ปลา ปลาหมึกและกุ้ง เนื้อวัวและเนื้อปลาแห้งได้ช้าและเกิด case hardening ได้ง่าย เนื่องจากการเคลื่อนย้ายโปรตีนที่ละลายน้ำมาที่ผิว จึงต้องใช้อุณหภูมิทำแห้งที่ต่ำ นิยมใช้ร่วมกับเกลือซึ่งให้ผลดีในเรื่องให้รสชาติและเก็บรักษาได้ที่ความชื้นไม่ต่ำนัก และมักแล่เป็นชิ้นบางเพื่อให้แห้งได้ง่าย ส่วนปลาหมึกจะแห้งได้ง่ายกว่าเมื่อล้างเอาเมือกที่ผิวออก นิยมทำแห้งปลาหมึกขนาดเล็กทั้งตัวและแล่แผ่เป็นแผ่นสำหรับปลาหมึกขนาดใหญ่ ส่วนกุ้งแห้งจะต้มกับเกลือจนสุกทำให้เย็นแล้วทำแห้ง จากนั้นแยกเปลือกซึ่งกรอบด้วยการทุบให้แตกแล้วร่อนออกจากกันปลาป่นที่ใช้ทำอาหารสัตว์ทำจากปลาเล็กปลาน้อยคุณภาพต่ำนำมานึ่งให้สุกบีบน้ำออก นำกากปลาที่ได้ไปอบต่อจนแห้ง เนื้อปลาที่สุกแล้วไม่เกิด case hardening สามารถใช้อุณหภูมิสูงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคืนรูปอาหารแห้ง(อรุณี,2530)

การคืนรูปหรือการดูดซับน้ำเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของอาหารแห้ง อาหารจำพวก เห็ด เนื้อ ผัก และผลไม้แห้ง บางครั้งอาจจะต้องแช่น้ำไว้นานกว่าจะคืนรูปได้ แต่การใช้เวลานานนี้ยังไม่มีปัญหาเท่าอาหารที่เสียสภาพการดูดซับน้ำ ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณสารที่สามารถดูดซับน้ำได้ เช่น โปรตีนและแป้ง ถูกทำลายในระหว่างการอบ โดยเฉพาะช่วงแรกของการอบ นอกจากนั้นยังขึ้นกับลักษณะของชิ้นอาหาร แต่ที่สำคัญคือเนื้อเยื่อของอาหารถูกทำลาย วิธีแก้ไขอาจกระทำได้โดยปรับอุณหภูมิของช่วงต่าง ๆ ในการอบแห้งให้พอเหมาะ ในกรณีของอาหารผงมีปัจจัยหลายประการที่เกี่ยวข้องกับการคืนรูป เช่น

ก. ความสามารถในการดูดน้ำของผิวอาหาร (wettability)

ความสามารถในการดูดซับน้ำของผิวอาหารขึ้นกับขนาดของอาหาร อาหารยิ่งมีขนาดเล็กการดูดซับน้ำจะต่ำ เพราะผลเหล่านี้ไม่สามารถดูดซับน้ำได้ตามลำพังในขณะละลายจึงจับตัวรวมกันเป็นก้อนแน่นทำให้น้ำซึมเข้าลำบาก ดังนั้นการทำให้ผงมีขนาดใหญ่ขึ้นโดยนำผงมารวมตัวอย่างหลวม ๆ จะช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดซับน้ำได้ นอกจากนั้นผิวของผงที่มีไขมันมากทำให้การดูดซับน้ำลดลง อาหารที่มีไขมันอาจต้องเติมสารเพิ่มการกระจายตัว(surface active agents) เช่น เลซิติน

ข.การจมในน้ำ (sinkability)

อาหารผงที่ละลายน้ำได้ดีจะต้องจมน้ำได้รวดเร็ว ขึ้นกับขนาดและความหนาแน่นของผง

ค. การกระจายตัว (dispersability)

อาหารที่จมน้ำได้ดีจะกระจายตัวได้ดีด้วย แต่ถ้าอาหารรวมกันเป็นก้อนใหญ่ขึ้นจะไม่กระจายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง. ความสามารถละลายน้ำ (solubility)

ความสามารถในการละลาย และอัตราเร็วของการละลาย ขึ้นกับลักษณะหรือส่วนประกอบทางเคมีของอาหาร

สรุปได้ว่าผงอาหารจะคืนรูปได้ดี ควรจะมีลักษณะครบทั้งสี่ประการ แต่ที่สำคัญคือขนาดและความโปร่งของผง

เทคนิคที่ช่วยแก้ไขปัญหาการคืนรูปคือ

1. **เปลี่ยนแปลงสภาพการอบ**

เปลี่ยนแปลงสภาพการอบแห้งอาจช่วยเพิ่มการดูดซับน้ำได้ เช่น ความหนืดและอุณหภูมิของอาหาร อัตราเร็วและความดันของหัวฉีด อุณหภูมิของลมร้อน สิ่งเหล่านี้มีผลต่อขนาดและความแน่นของผงทั้งนั้น

2. **การทำให้ผิวอาหารชื้น (rewetting)**

วิธีปรับปรุงการคืนรูปของอาหารผงอย่างมีประสิทธิภาพ คือการทำให้ผิวอาหารชื้นโดยพ่นด้วยไอน้ำอ่อน ๆ ในขณะที่เหวี่ยงอาหารลงสู่ถังอบ ส่วนถังอบจะต้องปลดหัวฉีดอาหารออกใส่หัวพ่นอาหารผงและท่อส่งไอน้ำแทน เมื่อผิวอาหารชื้นจะรวมตัวอย่างหลวม ๆ และมีขนาดใหญ่ขึ้น เม็ดอาหารในช่วงนี้จะมีความชื้นมาก จะส่งเข้าเครื่องอบแห้งฟลูอิไดส์ ซึ่งติดตั้งระบบเขย่าอาหารด้วยเพื่อเพิ่มความเร็วในการทำให้อาหารแห้งและเย็นตัว ส่วนเศษอาหารที่มีขนาดเล็กจะส่งกลับไปในช่วงรวมตัว

พบว่าการรวมตัวอย่างหลวม ๆ นี้ทำให้มีอากาศแทรกอยู่มาก เมื่อละลายเม็ดอาหารน้ำจะเข้าแทนที่ช่องว่างนี้ ทำให้อาหารเปียกและกระจายตัวได้เร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วัตถุดิบ

- ปลายข้าวกล้องหอมมะลิจากสวนจิตรลดา
- เห็ดหอม
- แครอท
- ต้นหอม
- กระเทียม
- ขิง
- สาหร่ายอบแห้ง
- เนื้อหมู
- พริกไทยป่น
- เกลือเสริมไอโอดีน ตรา ปรุงทิพย์
- น้ำตาลทรายขาว ตรา มิตรผล
- แป้งข้าวเจ้า ตรา พักโบก

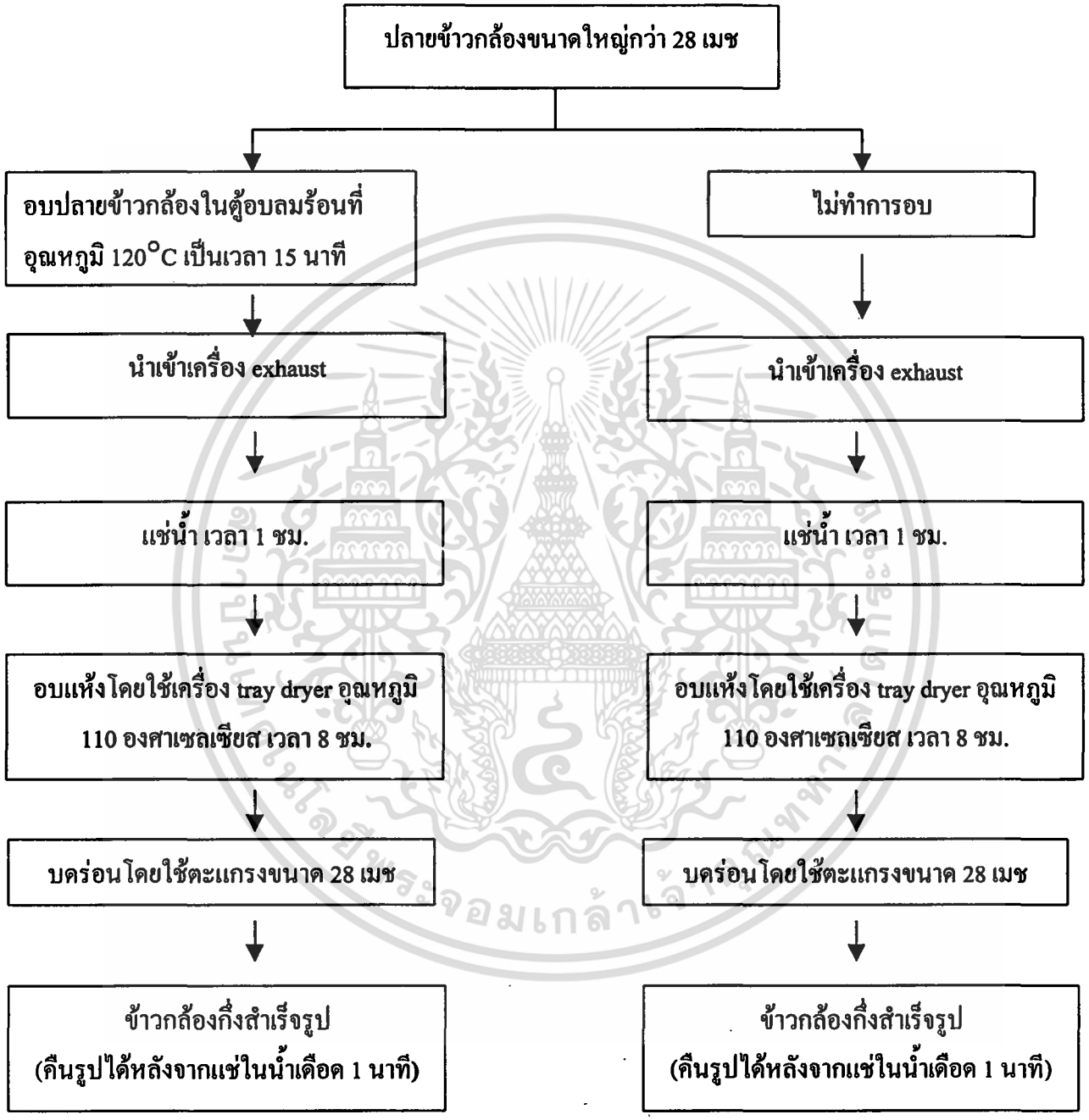
เครื่องมือและอุปกรณ์

- ตู้อบลมร้อน (HOT AIR OVEN) ยี่ห้อ Memmert
- ตู้อบลมร้อนแบบถาด (TRAY DRYER) รุ่น SC-KR
- โถเก็บความชื้น(DESICCATOR)
- เครื่องชั่งละเอียด (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
- เครื่องบด
- เทอร์โมมิเตอร์
- เครื่องแก้วและอุปกรณต่างๆ
- เครื่องครัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1.การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเตรียมปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป



ภาพที่ 9 : กระบวนการผลิตข้าวกล้องสำเร็จรูป

ที่มา : ดัดแปลงจากธิดารัตน์และคณะ(2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 การศึกษาปัจจัยในการเตรียมปลายข้าวกล้อง โดยศึกษา ปัจจัยการอบปลายข้าวกล้อง อุณหภูมิการแช่ อุณหภูมิและเวลาเข้าเครื่อง Exhaust ที่แตกต่างกันหลังจากนั้นนำมาผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน

โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 16 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่	อบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที	อุณหภูมิการ soaking (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิที่เข้า exhaust (องศาเซลเซียส)	เวลาที่เข้า exhaust (นาที)
1	ทำการอบ	60	105	10
2	ทำการอบ	60	105	20
3	ทำการอบ	60	110	10
4	ทำการอบ	60	110	20
5	ไม่ทำการอบ	60	105	10
6	ไม่ทำการอบ	60	105	20
7	ไม่ทำการอบ	60	110	10
8	ไม่ทำการอบ	60	110	20
9	ทำการอบ	70	105	10
10	ทำการอบ	70	105	20
11	ทำการอบ	70	110	10
12	ทำการอบ	70	110	20
13	ไม่ทำการอบ	70	105	10
14	ไม่ทำการอบ	70	105	20
15	ไม่ทำการอบ	70	110	10
16	ไม่ทำการอบ	70	110	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ตรวจสอบคุณภาพของปลายข้าวกล้อง

ปัจจัยที่นำมาศึกษาซึ่งผลต่อการเตรียมปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป มีดังนี้คือ

- การอบ ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที
- การแช่น้ำ ที่อุณหภูมิ 60 และ70 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง
- อุณหภูมิ และเวลาในการเข้า exhaust

นำปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่ทดลองศึกษาด้วยปัจจัยดังกล่าวแล้ว มาตรวจสอบคุณภาพ โดยสามารถแบ่งการตรวจสอบได้ดังนี้ คือ

1.2.1 ตรวจสอบคุณภาพของปลายข้าวกล้อง หลังจากนำมาคืนรูปโดยใส่น้ำเดือด เป็นเวลา 1 นาที ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทำการทดลอง ซึ่งพิจารณาจากลักษณะเนื้อสัมผัสที่นุ่ม เป็นไตน้อยเหมาะสำหรับการทำโจ๊ก

1.2.2 ตรวจสอบระดับการเกิดเจลาติไนส์ เพื่อเปรียบเทียบระดับการเกิดเจลาติไนส์ โดยจะนำปลายข้าวกล้องที่ถูกคัดเลือกจาก3ปัจจัย จากข้อ 1.2.1 มาตรวจสอบ

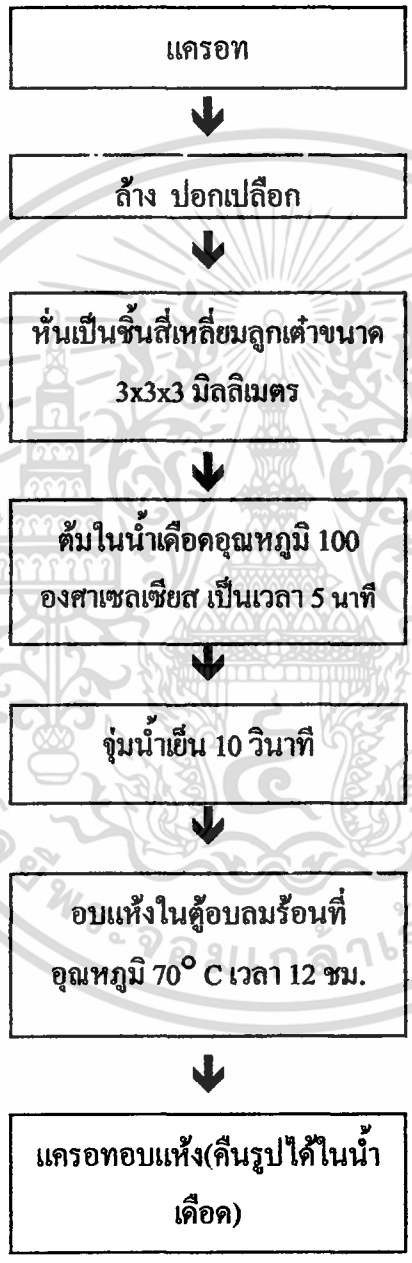
1.2.3 วิเคราะห์ปริมาณความชื้นของปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปด้วยวิธี AOAC (1995) และวิเคราะห์หา % yield โดยจะนำตัวอย่างปลายข้าวกล้องที่มีระดับการเกิดเจลาติไนส์ที่สูงที่สุดจากข้อ 1.2.2 มาตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.การเตรียมส่วนผสมอบแห้ง เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสและการศึกษาคืนรูปของผักอบแห้ง

2.1 ผักอบแห้ง

แครอทอบแห้ง



ภาพที่ 10 : กระบวนการผลิตแครอทกึ่งสำเร็จรูปสูตรพื้นฐาน

ที่มา : ดัดแปลงจากธิดารัตน์และคณะ(2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็ดหอมอบแห้ง

ภาพที่ 11 : กระบวนการผลิตเห็ดหอมกึ่งสำเร็จรูปสูตรพื้นฐาน

ที่มา : ดัดแปลงจากชิดารัตน์และคณะ(2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นหอมอบแห้ง

ภาพที่ 12 : กระบวนการผลิตต้นหอมกึ่งสำเร็จรูป

ที่มา : ดัดแปลงจากชิดารัตน์และคณะ(2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ผงปรุงแต่ง

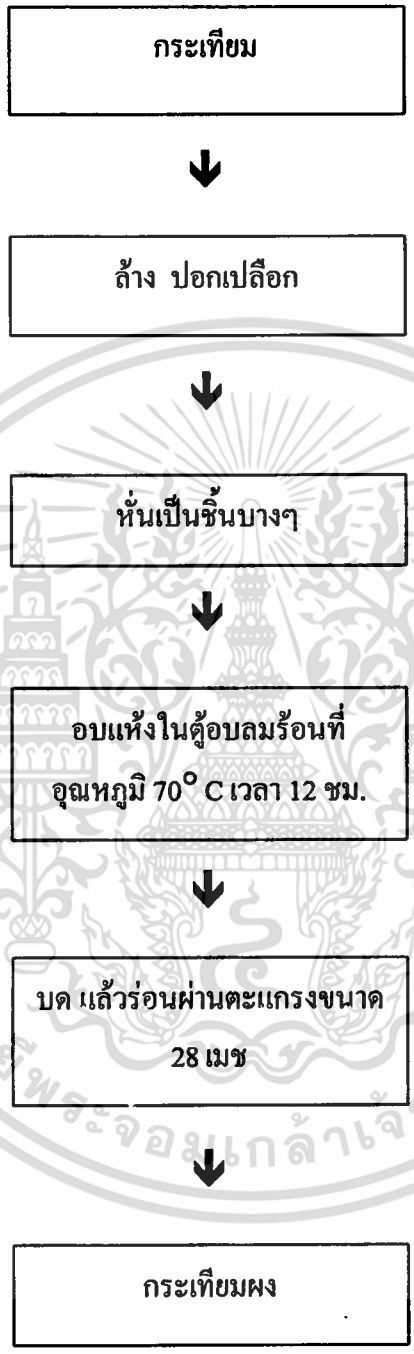
ขิงผง

ภาพที่ 13 : กระบวนการผลิตขิงผง

ที่มา : ดัดแปลงจากธิดารัตน์และคณะ(2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระเทียมผง



ภาพที่ 14: กระบวนการผลิตกระเทียมผง

ที่มา : ดัดแปลงจากธิดารัตน์และคณะ(2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การศึกษาการคืนรูปของผักอบแห้ง (แครอท , เห็ดหอม) ที่ใช้อุณหภูมิในการต้มที่แตกต่างกันก่อนผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน

นำแครอทและเห็ดหอม มาต้มในน้ำเดือดที่เวลาต่างๆกัน โดยใช้เวลา 10 , 12 และ 15 นาที ตามลำดับ ทำการตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้

2.3.1 การตรวจสอบทางด้านประสาทสัมผัส

นำผักอบแห้งที่ผ่านการต้มที่เวลาต่าง ๆ กันทั้ง 3 ตัวอย่างมาคืนรูปโดยใส่ในน้ำเดือด เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทำการทดลอง ซึ่งพิจารณาจากลักษณะเนื้อสัมผัสที่นุ่ม

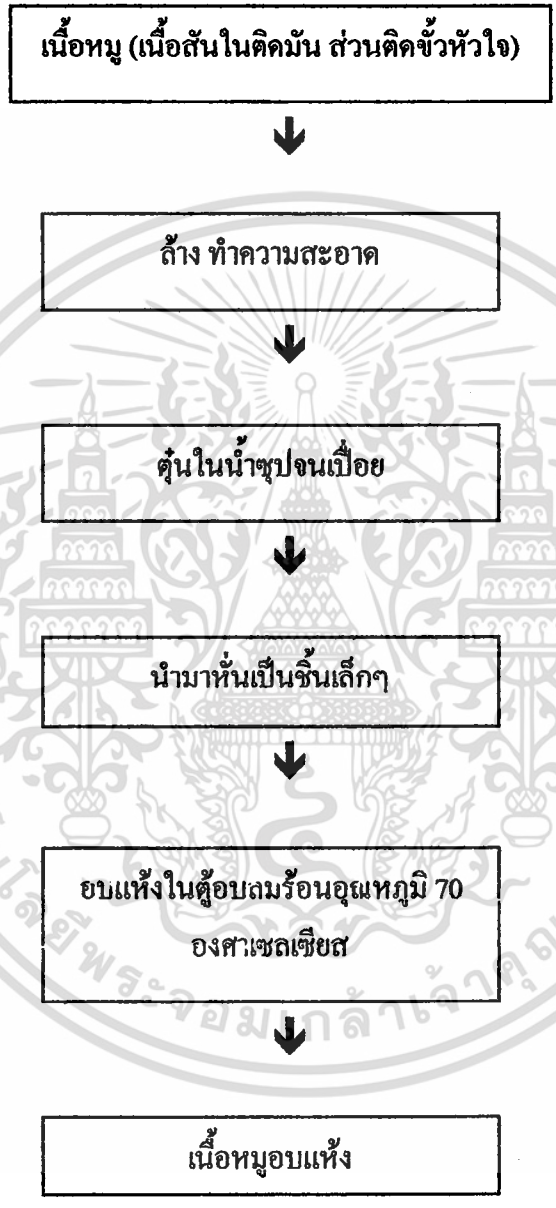
2.3.2 การตรวจสอบทางด้านเคมี

นำผักอบแห้งที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ดีที่สุดจากข้อ 2.3.1 มาตรวจสอบหาปริมาณความชื้น โดยวิธี AOAC(1995) และตรวจสอบหา % yield

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเตรียมเนื้อหมูอบแห้งและศึกษาการคืนรูปของเนื้อหมูอบแห้ง

3.1 เนื้อหมูอบแห้ง



ภาพที่ 15: กระบวนการผลิตเนื้อหมูอบแห้ง

ที่มา : ดัดแปลงจากธิดารัตน์และคณะ(2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การศึกษาการคืนรูปของเนื้อหมูอบแห้ง ที่ใช้เวลาในการอบแห้งด้วยตู้อบร้อนและขนาดของชิ้นเนื้อที่แตกต่างกัน

3.2.1 การทดลองในขั้นตอนนี้เป็นการนำเนื้อหมูที่ได้จากการเตรียมให้มีขนาดต่าง ๆ กัน เพื่อศึกษาผลของขนาดและเวลาในการอบที่มีต่อการคืนรูปโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 9 การทดลองดังนี้

การทดลองที่	ขนาดชิ้นเนื้อ (ซม^3)	เวลาในการอบ (ชม.)
1	0.5	2
2	0.5	3
3	0.5	4
4	1.0	2
5	1.0	3
6	1.0	4
7	1.5	2
8	1.5	3
9	1.5	4

จากนั้นนำมาคืนรูปโดยใส่ในน้ำเดือด เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทำการทดลอง ซึ่งพิจารณาจากลักษณะเนื้อสัมผัสที่นุ่ม

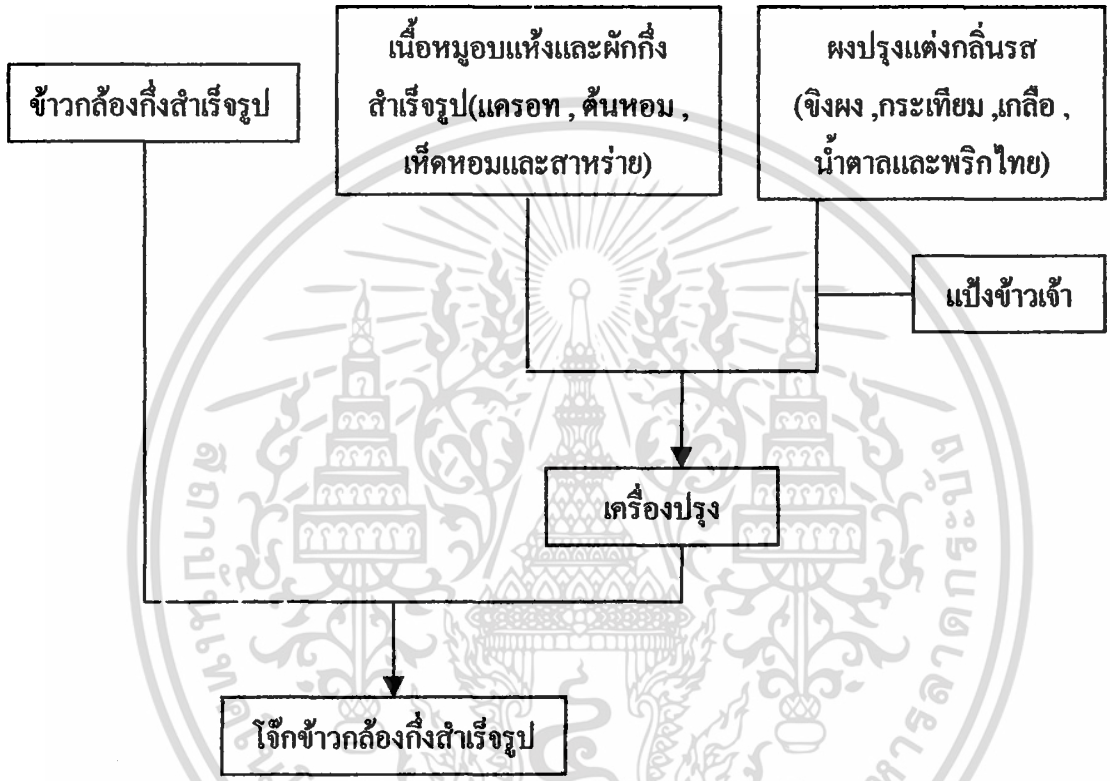
3.2.2 การตรวจสอบทางด้านเคมี

นำเนื้อหมูอบแห้งที่คืนรูปได้ดีที่สุดจากข้อ 3.2.1 มาทำการตรวจสอบหาปริมาณความชื้นโดยวิธี AOAC(1995) และตรวจสอบหา % yield

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

4.1 กระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป



ภาพที่ 16 : กระบวนการผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

ที่มา : ชิดารัตน์และคณะ(2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาการคืนรูปและเนื้อสัมผัสของปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน

นำปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่มีระดับการเจลาติไนส์ที่ดีที่สุด จากข้อ 1.1 มาผสมแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วน 0% , 8% , 10% และ12% ตามลำดับ ดังภาพที่16 ได้เป็นโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป โดยมีสูตรดังนี้

1) ปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	100 g.	(71.40%)
2) ผักอบแห้ง	2.75 g.	(2.00%)
■ แครอท	0.9 g.	(0.65%)
■ ต้นหอม	0.4 g.	(0.30%)
■ เห็ดหอม	1.15 g.	(0.83%)
■ สาหร่าย	0.3 g.	(0.22%)
3) ผงปรุงแต่งกลิ่นรส	20.5 g.	(14.59%)
■ ขิงผง	1.5 g.	(1.07%)
■ กระเทียมผง	1 g.	(0.72%)
■ เกลือ	8 g.	(5.68%)
■ น้ำตาล	9 g.	(6.40%)
■ พริกไทย	1 g.	(0.72%)
4) เนื้อหมู	16.80 g.	(12.00%)
5) แป้งข้าวเจ้า		

นำโจ๊กข้าวกล้องทั้ง 4 สูตรมาคืนรูปโดยใส่น้ำเดือด จำนวน 8 เท่า เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ชิม 20 คน ทดสอบโดยใช้วิธี Hedonic scale สเกล 1-5 เพื่อคัดเลือกการทดลองที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

นำโจ๊กข้าวกล้องที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด มาตรวจวิเคราะห์คุณภาพ โดยแบ่งออกเป็น ดังนี้

5.1 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- ตรวจวิเคราะห์โดยใช้ประสาทสัมผัสทดสอบ สี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัส
- ตรวจวิเคราะห์การคืนรูป โดยเติมน้ำเดือดจำนวน 8 เท่า เป็นเวลา 1 นาที

5.2 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- ตรวจวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โดยวิธี AOAC(1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

1. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเจลาติไนซ์ของปลายข้าวกล้อง

จากการศึกษาปัจจัยในการอบปลายข้าวกล้อง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง คือทำการอบปลายข้าวกล้องด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 120 ^{0}C เป็นเวลา 15 นาที และไม่ทำการอบ พบว่าการนำปลายข้าวกล้องมาอบที่อุณหภูมิ 120 ^{0}C เป็นเวลา 15 นาที เมื่อนำมาคืนรูปโดยใส่น้ำเดือดเป็นเวลา 1 นาที จะให้ลักษณะทางเนื้อสัมผัสที่นุ่มเหมาะกับการทำโจ๊กมากกว่าไม่ทำการอบ หลังจากนั้นทำการศึกษาปัจจัยในการแช่น้ำ โดยนำปลายข้าวกล้องมาอบที่อุณหภูมิ 120 ^{0}C เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำไปแช่น้ำที่อุณหภูมิ 60 และ 70 ^{0}C เป็นเวลา 1 ชม. พบว่าการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 70 ^{0}C เมื่อนำมาคืนรูปโดยใส่น้ำเดือดเป็นเวลา 1 นาที จะให้ลักษณะทางเนื้อสัมผัสที่นุ่มมากกว่า และสุดท้ายทำการศึกษาปัจจัยของการเข้าเครื่อง exhaust โดยนำปลายข้าวกล้องมาเข้าเครื่อง exhaust ที่อุณหภูมิและเวลาต่างกัน แล้วจึงนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 ^{0}C เวลา 8 ชม. และบดร่อนผ่านตะแกรงให้มีขนาด 28 เมช หลังจากนั้นนำมาคัดเลือกการทดลองที่มีลักษณะที่นุ่มและเป็นไตน้อยที่สุดเหมาะแก่การทำโจ๊ก และนำมาตรวจสอบหาระดับการเกิดเจลาติไนส์ ดังตารางที่ 3 เมื่อเปรียบเทียบระดับการเกิดเจลาติไนส์แล้วนำการทดลองที่มีระดับการเกิดเจลาติไนส์มากที่สุดมาวิเคราะหาปริมาณความชื้น

ตารางที่ 3 ระดับการเจลาติไนส์ของปลายข้าวกล้องหลังผ่านการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน

การทดลอง	การทำให้เกิดเจลาติไนส์โดยเข้าเครื่อง exhaust		การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน
	อุณหภูมิ (^{0}C)	เวลา (นาที)	DG(%)
1	105	10	39.97
2	105	20	34.77
3	110	10	66.34
4	110	20	24.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3 พบว่า การทดลองที่ 3 คือการเข้าเครื่องexhaust ที่อุณหภูมิ 110^{0}Cเป็นเวลา 10 นาที เมื่อนำมาคืนรูปโดยใส่น้ำเดือดเป็นเวลา 1 นาทีจะให้เนื้อสัมผัสที่มีลักษณะนุ่มมากที่สุดและเมื่อนำมาตรวจสอบหาระดับการเกิดเจลาติไนส์จะได้เท่ากับ 66.34% ซึ่งเป็นระดับการเกิดเจลาติไนส์ที่สูงที่สุด ดังนั้นการทดลองที่ 3 จึงเป็นการทดลองที่เหมาะสมที่สุดในการเตรียมปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปหลังจากการอบแห้ง พบว่าจะมีปริมาณความชื้น เท่ากับ 3.35% และมี %yield เท่ากับ 88.61%

2. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเตรียมส่วนผสมผักกึ่งสำเร็จรูป

ในการทดลองนี้จะศึกษาเฉพาะ แครอทอบแห้งและเห็ดหอมอบแห้งเท่านั้น จากการศึกษาปัจจัยเวลาในการต้มของผักอบแห้ง โดยจะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง คือนำแครอทและเห็ดหอมมาต้มที่เวลา 10,12 และ 15 นาที ตามลำดับ แล้วนำมาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 70^{0}C เวลา 12 ชม.

จากการทดลองพบว่าแครอทที่ต้มที่เวลา 12 นาทีจะให้ผลทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสที่นิ่มที่สุดเมื่อนำมาคืนรูป โดยใส่น้ำเดือดเป็นเวลา 1 นาที ส่วนเห็ดหอมจะต้มที่เวลา 15 นาทีจะให้ผลทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสที่นิ่มที่สุดเมื่อนำมาคืนรูป โดยใส่น้ำเดือดเป็นเวลา 1 นาที เช่นกัน

2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นและ%yield ของผักอบแห้ง

นำแครอทอบแห้ง เห็ดหอมอบแห้งและต้นหอมอบแห้งที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่นิ่มที่สุดเมื่อนำมาคืนรูป มาตรวจสอบหาปริมาณความชื้น และ % yield ได้ผล ดังนี้

ตารางที่ 4 ปริมาณความชื้น และ% yield ของผักอบแห้ง

ชนิดผัก	ความชื้น (%)	% yield
แครอทอบแห้ง	1.61	8.03
ต้นหอมอบแห้ง	3.82	13.13
เห็ดหอมอบแห้ง	3.12	75.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น พบว่า ผักอบแห้งทั้ง 3 ชนิด มีความชื้นต่ำกว่าความชื้นมาตรฐานของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป(สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,2522) ซึ่งคาดว่าผลิตภัณฑ์จะมีอายุการเก็บรักษาที่นาน และจากการวิเคราะห์หา % yield ที่ได้ พบว่า ผลิตภัณฑ์ผักอบแห้งมี %yield ที่ลดลง เนื่องมาจาก การสูญเสียในระหว่างกรรมวิธีในการผลิต เช่น การต้ม การลวก และการอบแห้ง

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส

นำเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส ซึ่งได้แก่ ขิงผง และกระเทียมผง นำมาตรวจสอบหาปริมาณความชื้น ได้ผล ดังนี้

ตารางที่ 5 ปริมาณความชื้นของเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส

ชนิดเครื่องปรุง	ความชื้น(%)
ขิงผง	1.97
กระเทียมผง	1.59

จากการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นของเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส พบว่า มีปริมาณความชื้นที่ต่ำ เมื่อนำไปผสมกับผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นรวมไม่เกินความชื้นมาตรฐาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5%(สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,2522)

3. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเตรียมเนื้อหมูอบแห้ง

ในการเตรียมเนื้อหมูอบแห้ง ได้ทำการศึกษาปัจจัยของขนาดของชิ้นเนื้อหมูและเวลาในการอบเนื้อหมู โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 9 การทดลอง และจากการทดลอง พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ลักษณะเนื้อสัมผัสและปริมาณความชื้นของเนื้อหมูอบแห้ง

การทดลองที่	ขนาดชิ้นเนื้อ ($ซม^3$)	เวลาในการอบ (ชม.)	ลักษณะเนื้อสัมผัส	ความชื้น(%)
1	0.5	2	เนื้อค่อนข้างนิ่ม	5.12
2	0.5	3	เนื้อค่อนข้างแข็ง	3.70
3	0.5	4	เนื้อค่อนข้างแข็ง	3.54
4	1.0	2	เนื้อค่อนข้างนิ่ม	4.70
5	1.0	3	เนื้อนิ่ม	3.60
6	1.0	4	เนื้อนิ่ม อุ้มน้ำ	3.48
7	1.5	2	เนื้อแข็ง ผิวหน้าแห้ง	8.38
8	1.5	3	เนื้อแข็ง สีคล้ำ	4.84
9	1.5	4	เนื้อแข็ง สีคล้ำ	4.12

จากตารางที่ 6 พบว่าการทดลองที่ 6 ที่มีขนาดชิ้นเนื้อ1 $ซม^3$ และใช้เวลาในการอบ 4 ชม. เมื่อนำมาคืนรูปโดยใส่น้ำเดือดเป็นเวลา 1 นาที จะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสนิ่มที่สุดและมี%ความชื้นเท่ากับ 3.48 % ซึ่งมีความชื้นน้อยที่สุดจากการทดลอง ดังนั้นการทดลองที่ 6 จึงเป็นการทดลองที่เหมาะสมที่สุดในการเตรียมเนื้อหมูกึ่งสำเร็จรูป หลังจากนั้นนำเมาวิเคราะห์ หา% yield จะได้เท่ากับ 36.36%

4. การทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบโดยวิธีทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Hedonic scale

จากการนำปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่มีระดับการเจลาติไนส์ที่ดีที่สุด คือปลายข้าวกล้องที่อบที่อุณหภูมิ 120 ^{0}C เป็นเวลา 15 นาที แช่น้ำที่อุณหภูมิ 70 ^{0}C 1 ชม. และเข้า exhaust ที่ อุณหภูมิ 110 ^{0}C 10 นาที มาผสมแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วน 0% , 8% , 10% และ12% ตามลำดับและผสมกับส่วนผสมอบแห้ง เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส และเนื้อหมูอบแห้ง จากนั้นนำมาทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปโดยใช้ผู้ทดสอบ 20 คน ที่ชิมผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการคืนรูป โดยการเติมน้ำเดือดจำนวน 8 เท่าของน้ำหนักโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นนำโจ๊กข้าวกล้องสำเร็จรูปที่มีแป้งอยู่ในอัตราส่วนต่างๆ มาทดสอบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธี Hedonic scale

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่อัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าที่ต่างกัน

ปัจจัยคุณภาพของผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	เติมแป้ง 0%	เติมแป้ง 8%	เติมแป้ง 10%	เติมแป้ง 12%
สี	3.35[a]	3.55[a]	3.45[a]	3.35[a]
กลิ่น	4.00[b]	3.60[ab]	3.45[a]	3.30[a]
รสชาติ	3.50[a]	3.55[a]	3.15[a]	3.35[a]
เนื้อสัมผัส	3.20[a]	3.20[a]	3.40[a]	3.50[a]
ความชอบโดยรวม	3.30[ab]	4.15[c]	3.70[bc]	3.05[a]

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ ($P > 0.05$)

จากตารางที่7 พบว่า การเติมแป้งข้าวเจ้าไม่มีผลต่อความแตกต่างทางด้านสี นั่นคือ ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างทางด้านสีของการทดลองต่างๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้ แต่สามารถบอกได้ว่า ผู้ทดสอบชอบสูตรที่มีการเติมแป้ง8% มากที่สุด โดยพิจารณาจากผลคะแนนเฉลี่ยที่มากที่สุด ส่วนสูตรที่มีการเติมแป้ง 0% และ 12% พบว่าผู้ทดสอบมีความชอบทางด้านสีน้อยที่สุด

ด้านกลิ่น พบว่า การเติมแป้งข้าวเจ้ามีผลต่อความแตกต่างทางด้านกลิ่น ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างทางด้านกลิ่นของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปได้ โดยผู้ทดสอบชอบกลิ่นของสูตรที่ไม่มีการเติมแป้งมากที่สุด และชอบสูตรที่มีการเติมแป้ง 12% น้อยที่สุด โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยที่น้อยทีสุด

ด้านรสชาติ พบว่า การเติมแป้งข้าวเจ้าไม่มีผลต่อความแตกต่างทางด้านรสชาติของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป แต่สามารถบอกได้ว่าผู้ทดสอบชอบรสชาติของโจ๊กสูตรที่เติมแป้ง8%มากที่สุด โดยพิจารณาจากผลคะแนนเฉลี่ยที่มากที่สุด และชอบสูตรที่เติมแป้ง 10% น้อยที่สุด โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยที่น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า การเติมแป้งข้าวเจ้าไม่มีผลต่อความแตกต่างทางด้านเนื้อสัมผัสของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป แต่สามารถบอกได้ว่าผู้ทดสอบชอบเนื้อสัมผัสของโจ๊กสูตรที่เติมแป้ง12% มากที่สุด โดยพิจารณาจากผลคะแนนเฉลี่ยที่มากที่สุด และชอบสูตรที่มีการเติมแป้ง 8% และ ไม่เติมแป้งน้อยที่สุด โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยที่น้อยที่สุด

ด้านความชอบโดยรวม พบว่า ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างทางด้านความชอบโดยรวมของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปได้ โดยผลของความชอบโดยรวมของสูตรต่างๆที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งผู้ทดสอบมีความชอบโดยรวมของสูตรที่เติมแป้ง 8%มากที่สุด และผู้ทดสอบชอบสูตรที่เติมแป้ง 10% , 0% และ12%ตามลำดับ โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ย และชอบสูตรที่มีการเติมแป้ง 12% น้อยที่สุด โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยที่น้อยที่สุด

สรุปได้ว่า การเติมแป้งมีผลทำให้เกิดความแตกต่างทางด้าน กลิ่น และความชอบโดยรวมซึ่งพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ย โดยผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่ได้จากสูตรที่เติมแป้ง8% มากที่สุด โดยแป้งมีผลช่วยเมล็ดข้าวมีการเกาะตัวกันมากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความนุ่ม และมีสีที่น่ารับประทาน ดังนั้นจึงนำการทดลองนี้ไปตรวจสอบคุณภาพต่อไป

5. การตรวจสอบคุณภาพของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

นำโจ๊กข้าวกล้องที่เติมแป้งข้าวเจ้า 8% มาผสมกับส่วนผสมแห้งอื่นๆ ตามกรรมวิธีผลิตดังภาพที่16 มาเติมน้ำเดือดเป็นเวลา 1 นาที แล้วนำมาตรวจสอบคุณภาพได้ผลดังนี้

การตรวจสอบคุณภาพ	ปัจจัยคุณภาพ
ทางกายภาพ	**สี** : มีสีน้ำตาลอ่อน ซึ่งเป็นสีของข้าวกล้อง และมีสีของผักอบแห้ง เนื้อหมูและเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรสตามธรรมชาติ **กลิ่น** : มีกลิ่นของข้าวกล้องและเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส ตามธรรมชาติ **รสชาติ** : เหมือนโจ๊กทั่วไป ซึ่งมีรสของเนื้อหมูและเครื่องปรุง **เนื้อสัมผัส** : ปลายข้าวกล้องมีลักษณะนุ่ม ไม่แข็งเป็นไต ส่วนเนื้อหมูและผักอบแห้งมีลักษณะนิ่ม คืนรูปได้ดี
ทางเคมี	โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป มีปริมาณความชื้น เท่ากับ 3.19%

จะเห็นได้ว่า โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป มีลักษณะเหมือนโจ๊กทั่วไป เนื่องจากกรรมวิธีการผลิตได้มีการรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้คงสภาพมากที่สุดหลังการคืนรูปและโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่ได้มีความชื้น 3.19% ทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่ค่อนข้างนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเตรียมปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเตรียมปลายข้าวกล้อง ซึ่งได้แก่ การอบปลายข้าวกล้อง , อุณหภูมิในการแช่น้ำและการเข้าเครื่อง exhaust พบว่าการอบปลายข้าวกล้องที่อุณหภูมิ 120 ^{0}C เวลา 15 นาที หลังจากนั้นนำไปแช่น้ำที่อุณหภูมิ 70 ^{0}C เวลา 1 ชม. และนำเข้าเครื่องexhaust ที่อุณหภูมิ 110^{0}C เวลา10นาที จะมีความเหมาะสมที่สุดที่จะนำมาทำเป็นปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป เนื่องจากเนื้อสัมผัสหลังการคืนรูปมีลักษณะที่นิ่ม ไม่แข็งเป็นไต สามารถคืนรูปได้ในน้ำเดือดภายในเวลา 1 นาที หากต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แตกต่างไปจากเดิม เช่น ต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีความเหลวมากขึ้น อาจจะนำปลายข้าวกล้องมาร่อนผ่านตะแกรงที่มีขนาดเมชเล็กกว่า 28 เมช

2. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเตรียมส่วนผสมอบแห้งผักกึ่งสำเร็จรูป

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเตรียมส่วนผสมผักกึ่งสำเร็จรูป ซึ่งก็คือ เวลาในการต้ม พบว่าแครอทต้มที่เวลา 12 นาที และเห็ดหอมต้มที่เวลา 15 นาที เมื่อนำมาคืนรูปด้วยน้ำเดือดเป็นเวลา 1 นาทีจะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่นิ่มเหมาะแก่การทำผักอบแห้งมากที่สุด แต่ถ้าต้องการส่วนผสมผักอบแห้งชนิดอื่น ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งกว่าแครอท และเห็ดหอม ควรที่จะใช้เวลาในการต้มให้นานขึ้น

3. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเตรียมเนื้อหมูอบแห้ง

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเตรียมเนื้อหมูอบแห้ง ซึ่งก็คือ ขนาดของชิ้นเนื้อหมู และเวลาในการอบแห้ง จากการทดลองพบว่า เนื้อหมูที่มีขนาดชิ้น 1 ซม^{3} และอบที่เวลา 4 ชม. เมื่อนำมาคืนรูปด้วยน้ำเดือดเป็นเวลา 1 นาทีจะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่นิ่มเหมาะแก่การทำเนื้อหมูอบแห้งมากที่สุด หากต้องการชิ้นเนื้อที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 ซม^{3} อาจจะต้องใช้เวลาในการอบที่มากขึ้น แต่ไม่ควรมีปริมาณความชื้นมากกว่า 10% เนื่องจากจะมีผลต่ออายุการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การผลิตโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

จากการทดสอบผู้ชิมโดยทางประสาทสัมผัส พบว่า การเติมแป้งมีผลต่อกลิ่นของโจ๊ก ซึ่งถ้าเติมแป้งในปริมาณที่มากขึ้น แนวโน้มความชอบของผู้ทดสอบจะน้อยลง และการทดลองที่มีการเติมแป้งเป็นปริมาณ8% เป็นการทดลองที่ได้รับการยอมรับของผู้ทดสอบมากที่สุด

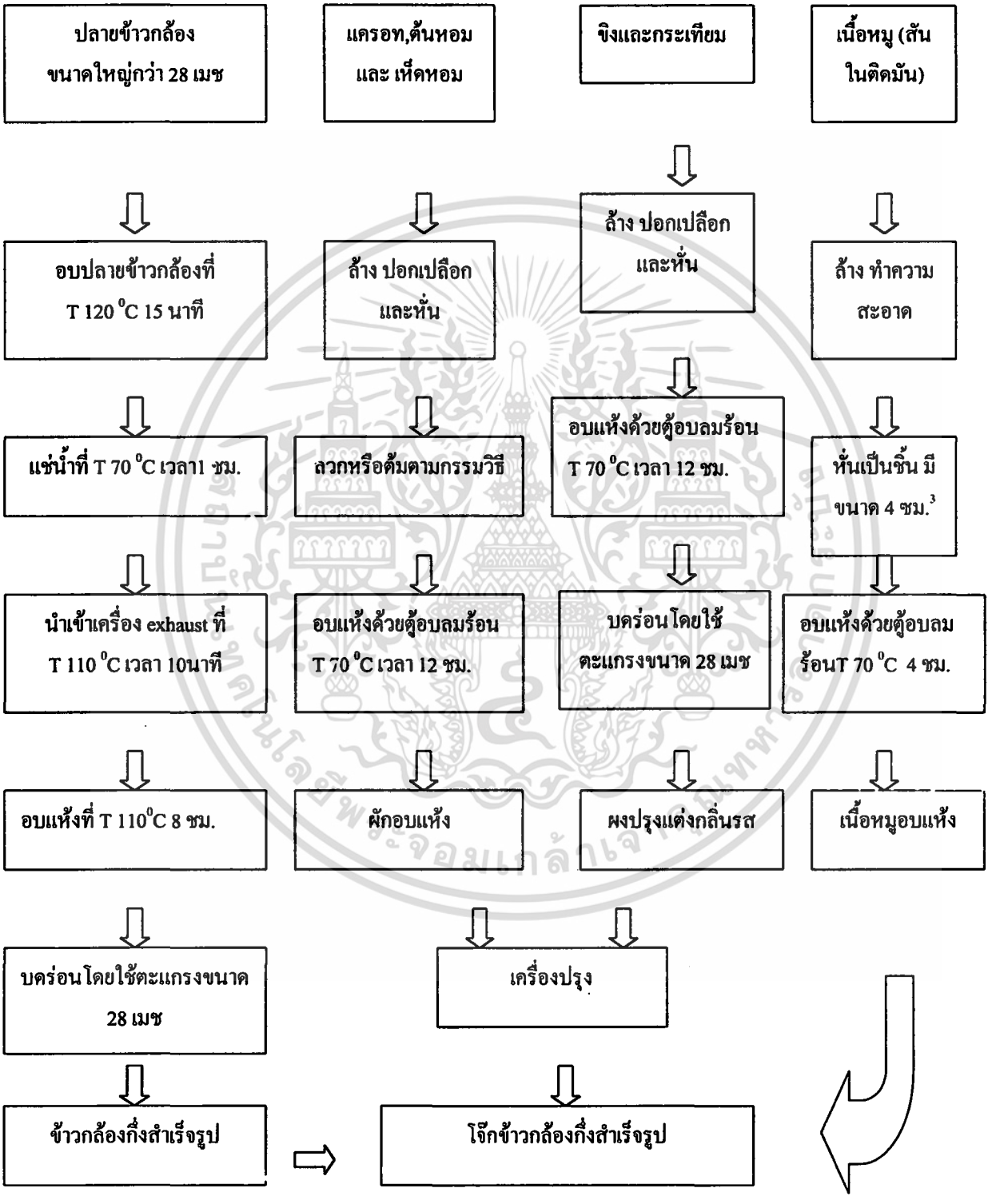
5. ส่วนประกอบโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

ปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	64.67%
เนื้อหมู	12.20%
ผักอบแห้ง	1.78%
เครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส	13.25%
แป้ง	8.00%

6. คุณภาพของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป มีสี กลิ่นรส ของส่วนประกอบตามธรรมไม่มีกลิ่นเหม็นหืน และมีปริมาณความชื้น 3.19%.19% ซึ่งเป็นค่าที่ไม่เกิน 5%ตามที่มาตรฐานอุตสาหกรรมโจ๊กกึ่งสำเร็จรูปกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. แผนผังกระบวนการผลิตโจ๊กข้างกล้องกึ่งสำเร็จรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ควรบรรจุเครื่องปรุง (ผักอบแห้ง,หมูอบแห้ง และเครื่องปรุงแต่งกลิ่นรส) แยกออกจากปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป เพื่อป้องกันความชื้นจากเครื่องปรุงที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นลง โดยอาจบรรจุเครื่องปรุงลงในถุงอลูมิเนียมฟอยด์

8.2 อาจจะมีการเติมวิตามินหรือสารอาหารลงไป เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2537. "การผลิตข้าวกึ่งสำเร็จรูป." รายงานกิจกรรมกรม วิทยาศาสตร์บริการ, 52:116-130

"ข้าวกล้อง." 2001. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.kph.go.th/departmt/social/Hearb13.html

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร. 2539. "การถนอมอาหารโดยการทำแห้ง."วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 93-98. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

"คู่มือสร้างสุขภาพกับข้าวกล้อง." 2001 [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.egat.or.th/thai/broenrice/rice5.html

"งานวิจัย แปรรูปข้าว(2)." 2001. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.thai.foodmarketexchange.com/dc_ns_index_detail_th.php3?newsid = 629

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

ทศรัฐ อินแปลง. 2541 "อัตราการเกิดเจลาติไนส์ของข้าวเหนียวก่อนการผลิตข้าวเหนียวสำเร็จรูปบรรจุกระป๋อง." สัมมนาปริญญาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ธิดารัตน์ จิรกิจจำรูญ, พจนา สาธาระกุล, และสุธิดา แซ่ยึง. 2543 "โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป." ปัญหาพิเศษปริญญาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาด

นรีเทพ เรืองทิพย์. 2544 "การพัฒนาโจ๊กทูน่ากึ่งสำเร็จรูป." วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปกรณ์พรรณ เผือกสวัสดิ์. 2542 "เทคโนโลยีในกระบวนการผลิตข้าวหุงสุกเร็ว." สัมมนาปริญญาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปราณี วราสวัสดิ์. 2534. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ธัญพืช. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะบริหารธุรกิจการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้. กรุงเทพฯ.

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2540 "การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท." สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. พิมพ์ครั้งที่7

สมศักดิ์ ภักดีวราภรณ์ และสุธี สุทธิรักษ์. 2541 "ผลของไอน้ำที่มีต่อการเกิดเจลาติไนส์เซชันและการดูดซึมน้ำของข้าวกล้อง." ปัญหาพิเศษปริญญาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุคนธ์ชื่น ศรีงาม. 2540. "กระบวนการทำแห้ง."วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 165-172. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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

อรุณี อภิชาติสรางกูร. 2530. "การคืนรูปของอาหารแห้ง."วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารทั่วไป, 168-171. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Abrahum,C. And Bernard,S. 1967. Biochemistry. Fourth edition. Edited by The Chemical Co,Ltd

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

Bhat,B.P.,Chakrabarty,T.K. and Bhatia,B.S.1972. "Technology of Quick Cooking Rice". Indian Food Packer. September – October : 16-27

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

Furia,T.E. 1968. Handbook of Food Additives. The Chemical Rubber Co.Ltd,Ohio,USA.

Glicksman,M. 1969. Gum Technology in Food Industry. Academic Press Inc,New York. USA

Luh,B.S. 1991. "Quick Cooking Rice". In Rice:Utilization edited by Luh,B.S.New York.Van Nostrand Reinhold

Roberts,R.L.1985. "Quick Cooking Rice". In Rice:Chemistry and Technology edited by Juliano,B.O.St.Pual.Minn.The American Association of Cereal Chemists.

Weibye,B.1983. Quick Coking Rice and Process for Making The Same.U.S.Pat.4,385,074.May 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แบบประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ชื่อ (ผู้ทำการชิม) ..... วันที่ .....

คำชี้แจง : โปรดประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสต่างๆของโจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป โดยให้ผู้ชิมให้ระดับคะแนตามความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ เพื่อแสดงให้เห็นว่าท่านนได้อธิบายความรู้สึกชอบและไม่ชอบในระดับใด ดังนี้

ไม่ชอบ = 1 ชอบเล็กน้อย = 2 ชอบปานกลาง = 3

ชอบ = 4 ชอบมาก = 5

<u>ข้อแนะนำในการทดสอบ</u>

ก่อนทำการชิมควรดื่มน้ำเพื่อไม่ให้เกิดการสับสนระหว่างผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด

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

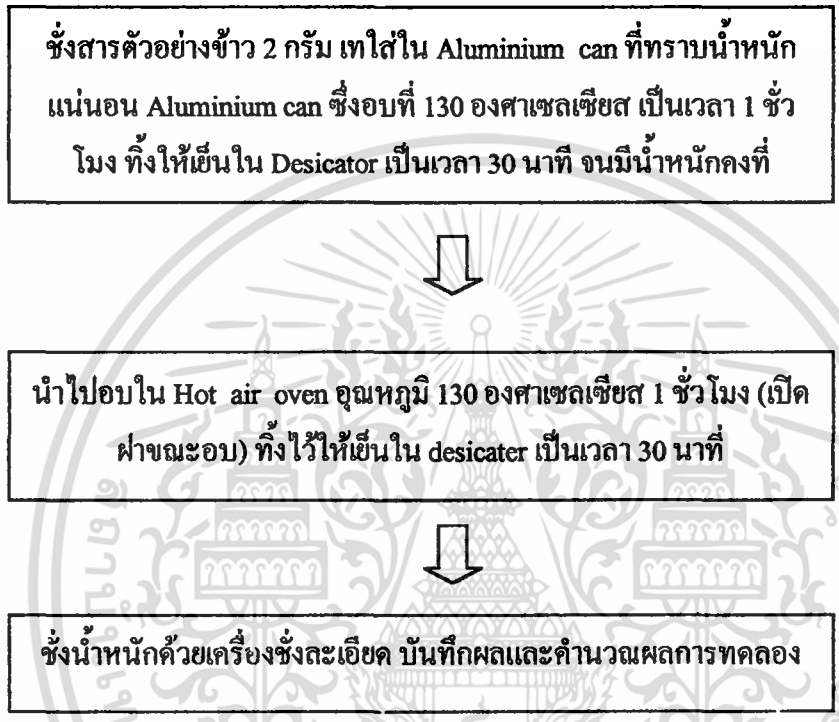
คำแนะนำ .....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

♣ วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น



ภาคผนวกที่1 : แผนผังแสดงวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น

ที่มา : AOAC(1995)

หมายเหตุ: หาความชื้นผัก อุณหภูมิ 100^{0}C เวลา2 ชม.และเนื้อหมู อุณหภูมิ 105^{0}C เวลา 3 ชม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

♣ วิธีการวิเคราะห์หาระดับการเกิดเจลาติไนส์

ภาคผนวกที่2 : แผนผังแสดงวิธีการวิเคราะห์หาระดับการเกิดเจลาติไนส์

ที่มา : Brich and Priestly (1973)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>หมายเหตุ</u> : วิธีการคำนวณน้ำหนักฐานแห้ง

สมมติ ข้าวที่บดแล้วมี % MC = 8.8275 และต้องการน้ำหนักฐานแห้ง 10 กรัม

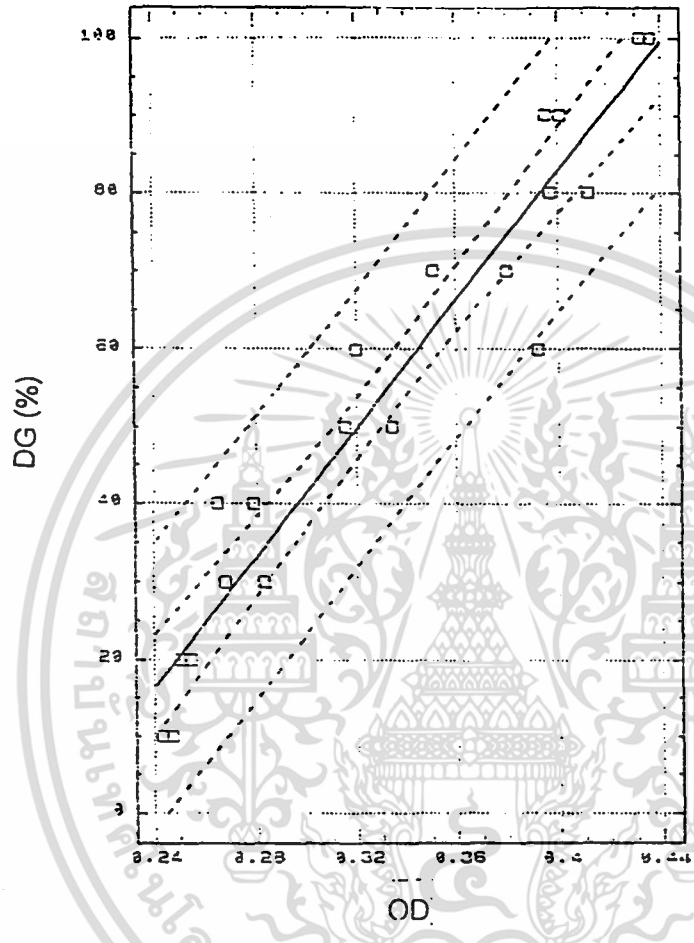
จากสูตร Weight dry basis = 100*x /(100-8.8275)

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

= 10.9682 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณ DG(%) ของข้าวหอมมะลิ 620 นาโนเมตร



Standard Curve

ตัวอย่างข้าวหอมมะลิ

สมการ $Y = mx + c$

DG (%) = 415.293(OD) – 83.1679 เมื่อ $\alpha = 0.05$, $R^2 = 0.926$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

♣ วิธีการคำนวณความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ในการทดลอง

10 N KOH เตรียม 500 ml

M.W KOH = 39+16+1

= 10 x 56 x (500/1000)

= 280 g ปรับปริมาตร 500 ml

0.5 N HCL เตรียม 500 ml

จากสูตร $V = \frac{M M' \times 1000}{Pd}$

เมื่อ V = ปริมาตรกรดความเข้มข้นต้องการเตรียมเป็นสารละลาย (l)

M = ความเข้มข้นที่ต้องการเตรียม (mol/l)

M′ = M.W

P = % ความเป็นนกรดของ HCL (ระบุข้างขวด)

d = ความหนาแน่นของกรด

$V = \frac{0.5 \times 36.46 \times 100}{37 \times 1.19}$

= 41.40 ml

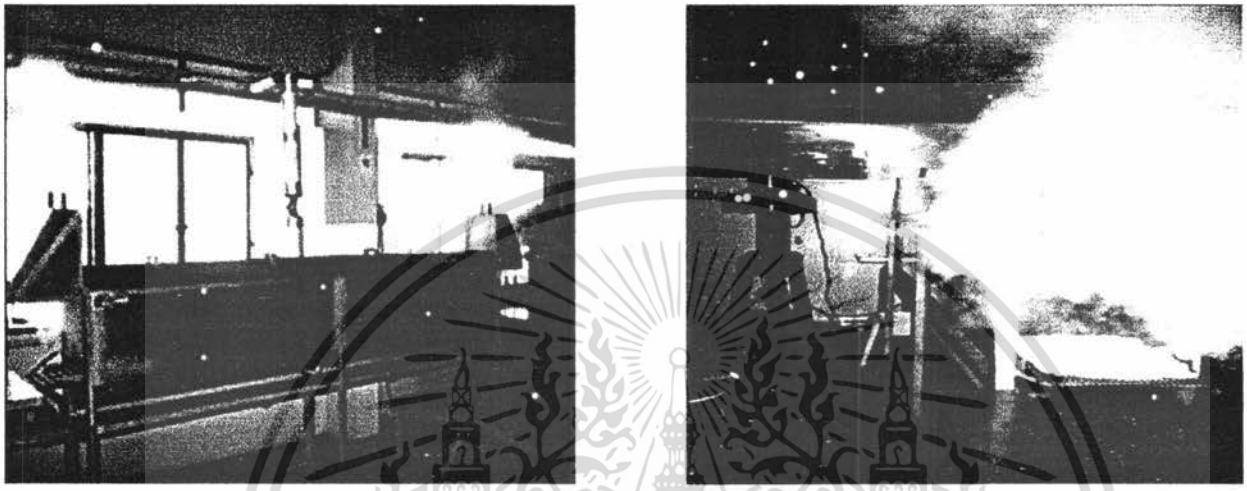
ใช้กรด 41.40 ปรับปริมาตร 1000 ml

หรือใช้กรด 20.70 ปรับปริมาตร 500 ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

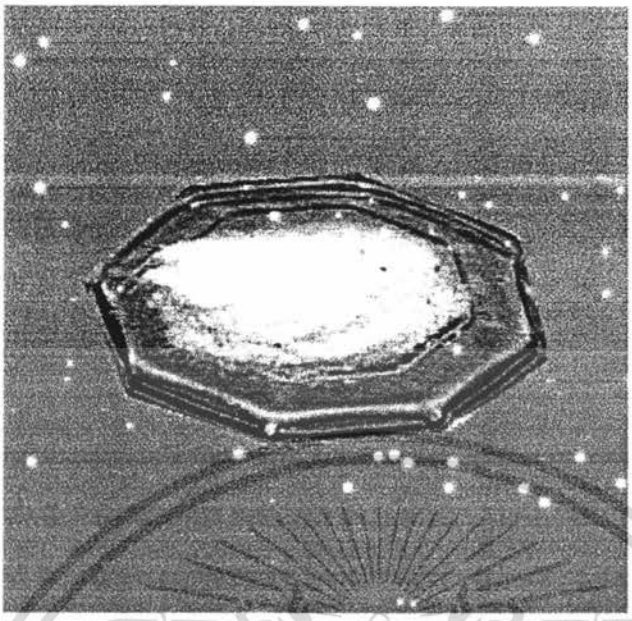
รูปภาพ



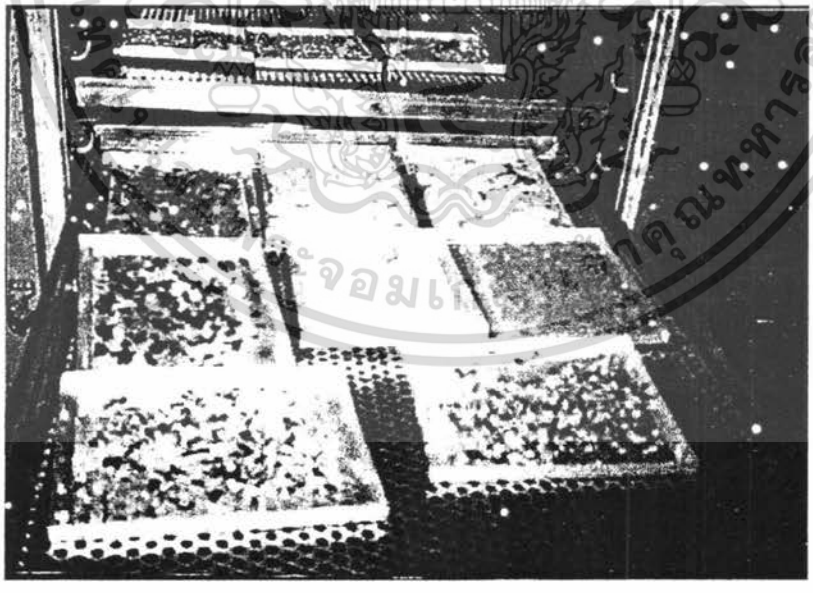
ภาพที่ 20 : การนำข้าวเข้าเครื่อง exhaust

ภาพที่ 21 : การนำข้าวเข้าเครื่อง TRAY DRYER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

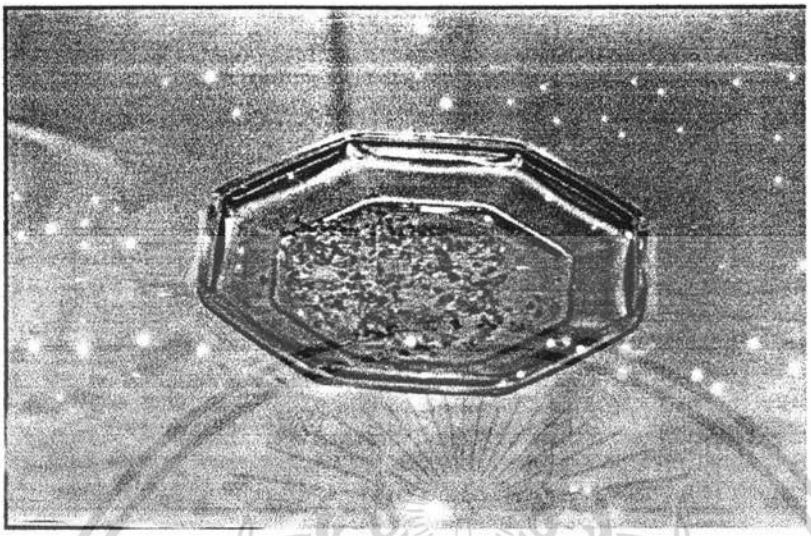


ภาพที่ 22 : ปลายข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปอบแห้ง

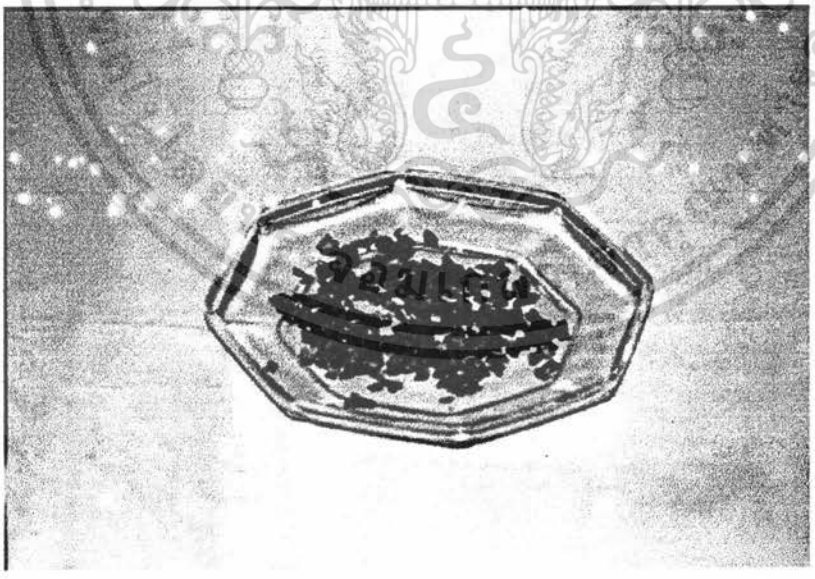


ภาพที่ 23 : ผักอบแห้งอบในตู้อบลมร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

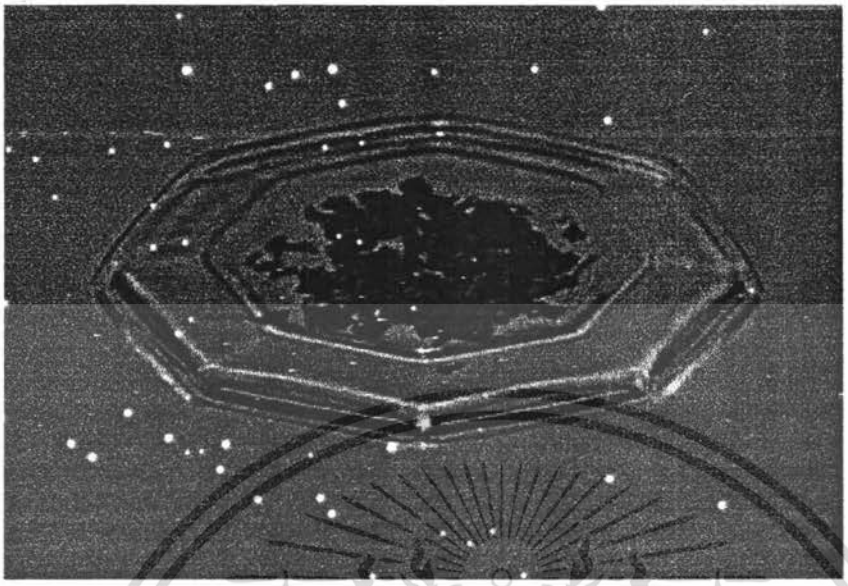


ภาพที่ 24 : แครอทอบแห้ง

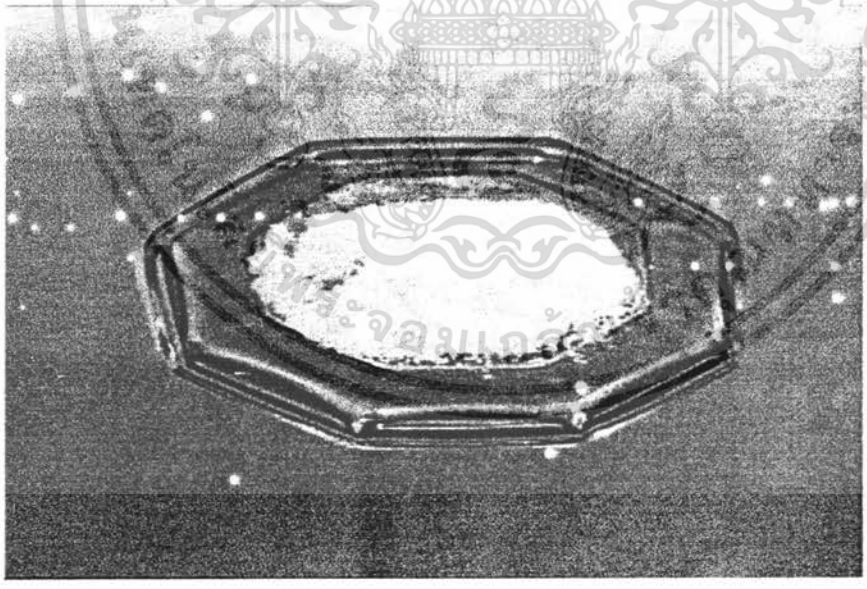


ภาพที่ 25 : เห็ดหอมอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

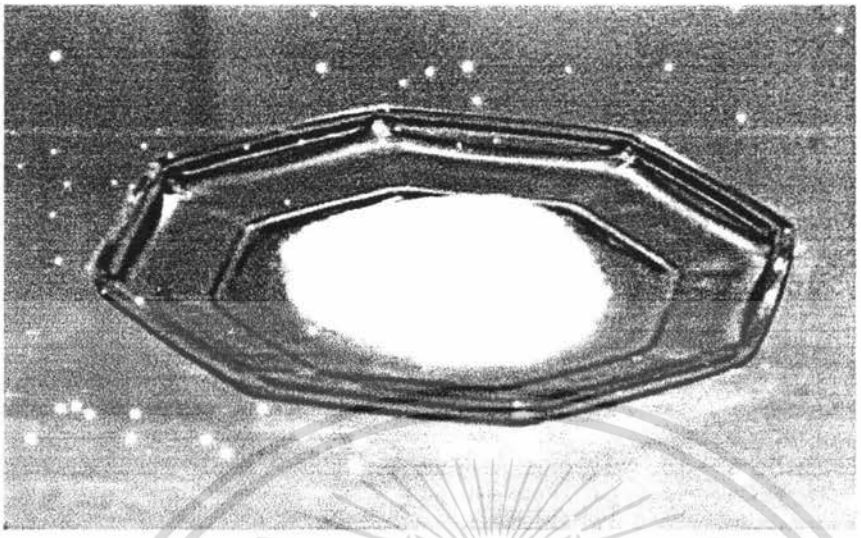


ภาพที่ 26 : ต้นหอมอบแห้ง

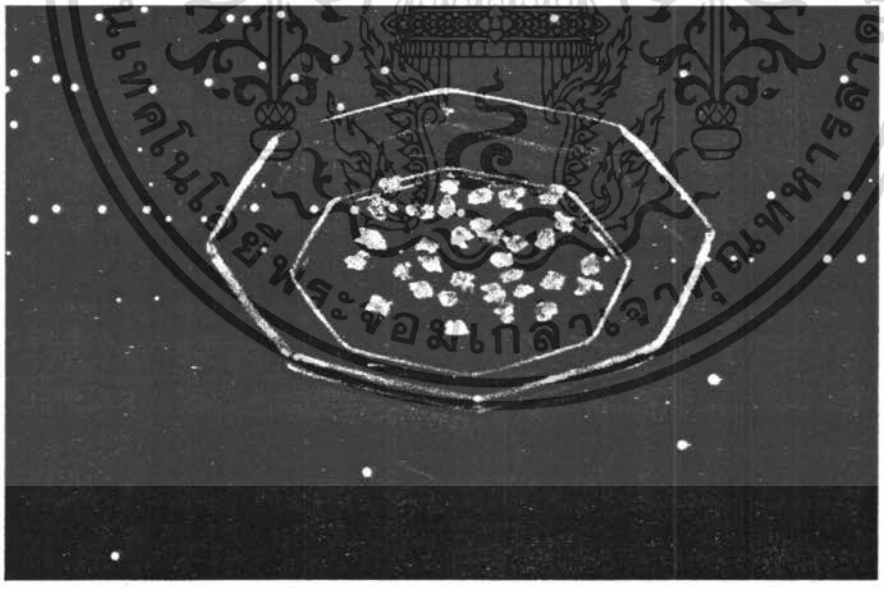


ภาพที่ 27 : ขิงผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

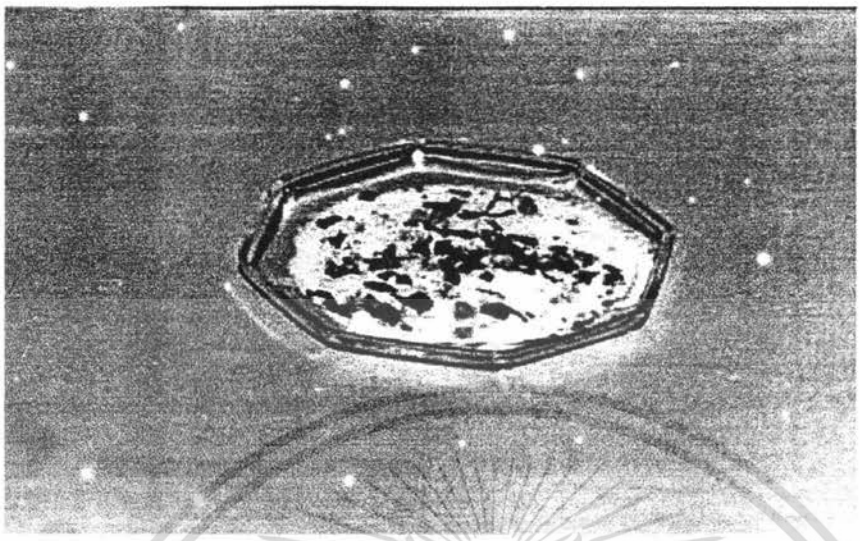


ภาพที่ 28 : กระเทียมผง

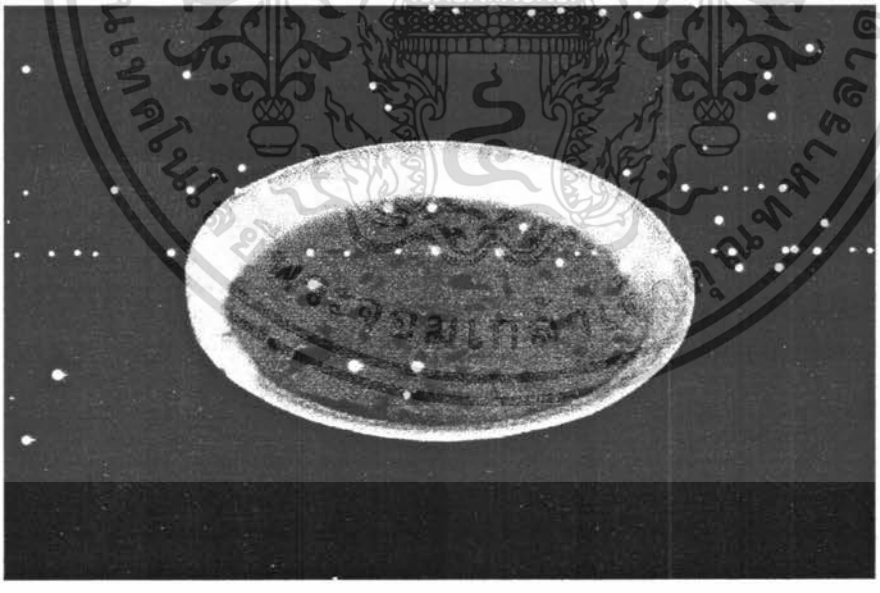


ภาพที่ 29 : หมูอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 30 : โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป



ภาพที่ 31 : โจ๊กข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป หลังคืนรูปด้วยน้ำเดือด 1 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้