

# ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป  
(Instant Brown Rice Milk)



T097099

โดย

นางสาวรังสิมา	ลีลาจิตทรัพย์	รหัสนักศึกษา 43040690
นางสาวสุนทร	รุ่งสว่าง	รหัสนักศึกษา 43040696
นางสาวอัญชลี	ลิมปนเทวินทร์	รหัสนักศึกษา 43040702

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ปศ.

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

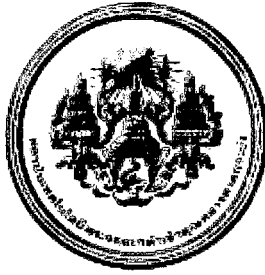
๘๖18๗

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

๒๕๔๗

ตขหน.....  
 ตขทะเบียน..... 97099  
 ใ้เดือนปี.....

อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนได้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป  
(Instant Brown Rice Milk Product)

โดย

นางสาวรังสิมา	ลีลากิจทรัพย์	รหัสนักศึกษา	43040690
นางสาวสุนทร	รุ่งสว่าง	รหัสนักศึกษา	43040696
นางสาวอัญชติ	ลิมนเทวินทร์	รหัสนักศึกษา	43040702

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.....

๒๒/๖/๒๕๖๒

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

(ดร. พอใจ อามากร)

โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(ผศ.ดร.ระติพร หาเรือนกิจ)

คณบดีโครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นางสาวรังสิมา ตีลาภกิจทรัพย์ นางสาวสุนทร รุ่งสว่าง และ นางสาวอัญชลี ทิมปนเทวินทร์. 2547 : ผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป (Instant Brown Rice Milk) ภาควิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.พอใจ ถามากร

ในการทดลองนี้ ทำการศึกษาถึงสถานะที่เหมาะสมในการอบแห้ง ขนาดอนุภาค การปรับปรุงคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป จากการทดลอง พบว่า สถานะที่เหมาะสมในการอบแห้งข้าวกล้องหุงสุก คือ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 4 ชั่วโมง โดยมีขนาดของอนุภาคที่ผ่านตะแกรงขนาด 0.12 มิลลิเมตร ทางด้านประสาทสัมผัสนั้น

สูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้ชิมมากที่สุด เมื่อทำการคั้นรูปโดยใช้น้ำเดือดในอัตราส่วน นมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป 24 กรัมในน้ำเดือด 250 มิลลิลิตร คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสม ข้าวกล้องบด : น้ำตาล : นมผง : แป้งคัดแปร คือ 100: 40 : 15 : 1 จากการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีของข้าวกล้องบดและนำมาคำนวณ องค์ประกอบทางเคมีเมื่อมีส่วนผสมอื่นๆอยู่ด้วย พบว่าผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องมีปริมาณ โปรตีน , ไขมัน , เกล็ด , เยื่อใย , คาร์โบไฮเดรต และความชื้น คือ 5.14, 4.5, 1.28, 1.65, 85.18 และ 3.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

รังสิมา ตีลาภกิจทรัพย์

ร/คอส รุ่งสว่าง

อภษฉวี สิมปนเทวินทร์

ลายมือชื่อนักศึกษา



ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา

๒๒ มี.ค. ๕๗

วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้สามารถสำเร็จลงได้ด้วยดี ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.พอใจ งามาทร ที่กรุณาให้คำปรึกษาและข้อชี้แนะต่างๆ

ขอขอบคุณ คุณธงชัย พุฒทองศิริ ที่ให้คำปรึกษา เจ้าหน้าที่ห้องนิทรากรรม เจ้าหน้าที่ห้องสมุดและธุรการ โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตรสำหรับสิ่งอำนวยความสะดวกและอุปกรณ์การทดลอง

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณครอบครัว และเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจและให้การช่วยเหลือด้านต่างๆ ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้

รังสิมา สีสากิจทรัพย์

สุนทร รุ่งสว่าง

อัญชลี ลิมปนเทวินทร์

18 มีนาคม 2547



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารปริทัศน์	2
2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าวกล้อง	2
2.2 องค์ประกอบของเมล็ดข้าวกล้อง	3
2.3 การเชื่อมโยงของข้าวกล้อง	6
2.4 การผลิตเครื่องต้มจากข้าว	7
บทที่ 3 วัตถุประสงค์ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	9
3.1 วัตถุประสงค์	9
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ	9
3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง	9
บทที่ 4 ผลการทดลอง	12
4.1 ศึกษาอุณหภูมิและเวลาของสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสม โดยใช้ตู้อบลมร้อน	12
4.2 ศึกษาขนาดของอนุภาคที่มีผลต่อการตกตะกอนของข้าวกล้องผง	13
4.3 การปรับปรุงคุณภาพทางประสาทสัมผัส	13
4.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	16
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	18
5.1 สรุปผลการทดลอง	18
5.2 ข้อเสนอแนะ	18
เอกสารอ้างอิง	19
ภาคผนวก	20
ภาคผนวก (ก)	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก (ข)	22
ภาคผนวก (ค)	30
ภาคผนวก (ง)	35
ภาคผนวก (จ)	37



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 ปริมาณความชื้นและความสูงของตะกอนข้าวกล้องผง ที่อุณหภูมิและเวลาของสภาวะอบแห้งต่างๆ	12
ตารางที่ 4.2 ความสูงของตะกอนข้าวกล้องผงที่ขนาดอนุภาค 0.12 และ 0.25 มิลลิเมตร	13
ตารางที่ 4.3 คะแนนเฉลี่ยค่าความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสของนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป ที่การเติมแป้งคัดแปรในอัตราส่วนต่างกัน	14
ตารางที่ 4.4 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป โดยเติมปริมาณนมผงในอัตราส่วนต่างๆกัน	15
ตารางที่ 4.5 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวกล้องอบค	16
ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	17



## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป	11
ภาพที่ 2 เครื่องบด	36
ภาพที่ 3 ข้าวกล้องบดละเอียด ข้าวกล้องบดหยาบและข้าวกล้องที่ผ่านการอบแห้ง	36
ภาพที่ 4 นมผงและน้ำตาลทรายบดละเอียด	37
ภาพที่ 5 แป้งคัดแปร	37
ภาพที่ 6 ผลิตภัณฑ์สุดท้าย	38



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความสำคัญและที่มา

ข้าวเป็นพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ซึ่งเป็นประเทศที่มีบทบาทสำคัญในวงการค้าข้าวโลกในฐานะผู้ส่งออกมากเป็นอันดับหนึ่งของโลก แต่เนื่องจากการค้าข้าวในตลาดโลกมีการแข่งขันมากขึ้น ทำให้ราคาข้าวไม่แน่นอน ดังนั้นการนำข้าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบอื่นๆ ทำให้เกษตรกรสามารถขายข้าวได้มากขึ้น โดยเฉพาะข้าวกล้อง ซึ่งอุดมไปด้วยสารอาหาร วิตามิน และเกลือแร่ ที่สำคัญของร่างกาย ดังนั้นการนำข้าวกล้องมาใช้เป็นส่วนประกอบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องจึงสำเร็จรูป จะเป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าของข้าวกล้องได้อีกทางหนึ่ง

#### วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสภาวะการอบแห้ง การลดขนาดของแป้งข้าวกล้อง และสูตรที่เหมาะสมในการผลิตนมข้าวกล้องสำเร็จรูป

## บทที่ 2

### วารสารปริทัศน์

ข้าวเจ้าเป็นพืชตระกูลหญ้าที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa*, *Oriza glaberrima* ปลูกมากในทวีปเอเชีย โดยเฉพาะประเทศจีน อินเดีย ไทย เวียดนาม ฟิลิปปินส์ โดยธรรมชาติแล้วถ้าพื้นดินมีความอุดมสมบูรณ์และอากาศพอเหมาะ ข้าวจะเจริญงอกงามให้ผลผลิตมาก หากไม่มีโรคและแมลงรบกวน ลักษณะของผลเป็นผลเดี่ยว เมล็ดมีเยื่อหุ้ม (covered caryopsis) ก่อนจะนำไปบริโภคหรือแปรรูปจะต้องผ่านการนวด (threshing) หรือขัดสี (abrasion) เพื่อให้เปลือกหุ้มหลุดออกไปเป็นแกลบ (husk or hull) เหลือส่วนที่เป็นเอนโดสเปิร์ม

ข้าวมีคาร์โบไฮเดรตมาก แต่มีโปรตีนค่อนข้างต่ำ และองค์ประกอบที่มีอยู่ในเมล็ดข้าว จะประกอบด้วย สตาร์ช 80 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 6.8 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 11 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 0.2 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 0.5 เปอร์เซ็นต์

#### 2.1 โครงสร้างของเมล็ดข้าวกลี้ยง

ข้าวกลี้ยง (brown rice) หรือเมล็ดข้าวที่เอาเปลือกออกแล้ว ประกอบด้วย

2.1.1 เยื่อหุ้มผล (pericarp) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้นด้วยกันคือ เยื่อหุ้มชั้นใน, เยื่อหุ้มชั้นกลางและเยื่อหุ้มชั้นนอก ในชั้นเยื่อหุ้มผลมีลักษณะเป็นเส้นใย ผนังเซลล์ประกอบด้วยโปรตีน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส

2.1.2 เยื่อหุ้มเมล็ด (tegum or seed coat) อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มผลเข้าไปประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ชั้นเรียงกันเป็นแถว เป็นที่สะสมของสารประเภทไขมัน

2.1.3 เนื้อเยื่ออัลลูโลน (aleurone layer) อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มเมล็ด ห่อหุ้มข้าวสาร (starchy-endosperm) และคัพพะ (embryo) ในชั้นนี้จะมีปริมาณของโปรตีนสูง นอกจากนี้จะประกอบด้วยไขมัน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส

2.1.4 ส่วนที่เป็นแป้ง (starchy endosperm) หรือส่วนที่เป็นข้าวสารอยู่ชั้นในสุดของเมล็ดประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่ และมีโปรตีนอยู่บ้าง แป้งในเมล็ดข้าวมี 2 ชนิด คือ อไมโลเพกติน ซึ่งเป็นโพลีเมอร์ของดิกลูโคสซึ่งต่อกันเป็นกิ่งก้านสาขา และส่วนที่เป็นอไมโลสซึ่งเป็นโพลีเมอร์ของดิกลูโคสที่ต่อกันเป็นเส้นตรง ในข้าวเจ้ามีปริมาณอไมโลส 7-33 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักข้าวสาร

2.1.5 คัพพะ (embryo) ติดอยู่กับเอนโดสเปิร์ม ทางด้านเลมมาเป็นส่วนที่เจริญเป็นต้นต่อไป คัพพะประกอบด้วยต้นอ่อน (plumule) รากอ่อน (radicle) เยื่อหุ้มรากอ่อน (coleorhiza) เยื่อหุ้มต้นอ่อน (coleoptile) ห่ออาหาร (epiblast) และใบเลี้ยงเป็นส่วนที่มีโปรตีนและไขมันสูง

## 2.2 องค์ประกอบของข้าวกล้อง (ณรงค์, 2538)

โดยปกติข้าวกล้องจะมีโปรตีนร้อยละ 8 ถ้ามีความชื้นร้อยละ 12 นอกจากนี้ยังพบไขมัน สารเยื่อใย วิตามิน และเกลือแร่ ปริมาณที่พบแตกต่างกันมากขึ้นอยู่กับพันธุ์และสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้เทคนิคการวิเคราะห์ก็ยังมีผลต่อปริมาณที่พบด้วย

### 2.2.1 คาร์โบไฮเดรต

คาร์โบไฮเดรตที่พบในข้าวแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ แป้ง เซมิเซลลูโลส เซลลูโลสและน้ำตาลอิสระ

**แป้ง** แป้งมีปริมาณสูงสุดประมาณร้อยละ 90 ของน้ำหนักข้าว โดยมีอะไมโลสร้อยละ 7-33 ของน้ำหนักแห้ง หรือร้อยละ 8-37 ของน้ำหนักแป้ง ส่วนอะไมโลเพคตินจะเป็นส่วนประกอบหลักของข้าวเหนียว ซึ่งส่วนใหญ่แป้งพวกนี้จะมีอะไมโลสร้อยละ 0.8-1.3 ทั้งข้าวเจ้าและข้าวเหนียว เม็ดแป้งจะมีขนาดใกล้เคียงกัน อุณหภูมิแป้งสุกอยู่ระหว่าง 55-79 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของข้าวและสิ่งแวดล้อม ข้าวพันธุ์เดียวกันแต่อาจมีอุณหภูมิแป้งสุกต่างกันถึง 10 องศาเซลเซียส ด้วยเหตุนี้ถ้าใช้อุณหภูมิแป้งสุกเป็นหลัก อาจแบ่งข้าวเป็น 3 กลุ่ม คือ ข้าวหุงสุกง่ายใช้อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่า ข้าวหุงสุกได้ยากปานกลาง ใช้อุณหภูมิ ระหว่าง 70-74 องศาเซลเซียส และข้าวหุงสุกยากใช้อุณหภูมิสูงกว่า 74 องศาเซลเซียส ข้าวที่หุงสุกได้ง่ายส่วนใหญ่มาจากพันธุ์จาโปนิกา (Japonica) ส่วนข้าวพันธุ์อินดิกา (Indica) มีทั้งหุงสุกได้ง่ายและหุงสุกได้ยาก ทำให้ดูเหมือนว่าอุณหภูมิที่เมล็ดข้าวในนาสุกนั้นมีความสำคัญมาก

นอกจากนี้อัตราส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพคตินก็จะเป็นตัวชี้บ่งความยากง่ายของการหุง ถ้าข้าวมีอะไมโลสสูง เม็ดแป้งจะดูดน้ำได้ช้า ข้าวที่มีอุณหภูมิต่ำในขณะที่สุดใต้นาจะดูดน้ำและละลายได้ที่อุณหภูมิต่ำ ข้าวเจ้าดูดน้ำและละลายได้น้อยกว่าข้าวเหนียว และยังคงดูดน้ำได้อีกหลังจากแป้งสุกแล้ว ส่วนข้าวเหนียวการดูดน้ำจะถึงจุดสูงสุดเมื่อแป้งสุก จากรายละเอียดที่ได้กล่าวมานี้ แสดงให้เห็นว่าการดูดน้ำของแป้งขึ้นอยู่กับโครงสร้างภายในเม็ดแป้งแต่เมื่อเม็ดแป้งแตกตัวออก ทั้งอะไมโลสและอะไมโลเพคตินจะหลุดออกมา ลักษณะของแป้งเปียกที่ได้จะขึ้นอยู่กับขนาดของอะไมโลส ความยากง่ายของการสุกนี้อาจตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทดสอบด้วยด่าง (alkaline test) โดยนำข้าว 6 เมล็ดแช่น้ำด่างโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.7 ปริมาณ 10 มิลลิลิตรทิ้งไว้ 23 ชั่วโมง แล้วจึงตรวจสอบลักษณะการกระจายของเมล็ด ข้าวที่สุกได้ง่ายจะพองตัวมากจนกระทั่งแตกและกระจายตัวออก การที่แป้งจากข้าวชนิดต่างๆสุกที่อุณหภูมิต่างๆกัน ทำให้การหุงข้าวต้องใช้เวลาต่างกันด้วย ข้าวที่มีแป้งสุกยากจะใช้เวลามากกว่าข้าวที่มีแป้งหุงสุกง่าย ปริมาณอะไมโลสที่หลุดออกมาจะเป็นอัตราส่วน โดยตรงกับปริมาณอะไมโลสที่มีอยู่ในแป้ง ถ้าเม็ดแป้งมีอะไมโลสไม่เกินร้อยละ 30 แต่ถ้ามีปริมาณอะไมโลสสูงกว่านี้ การละลายจะลดลง อาจเนื่องมาจากการจับตัวกันของอะไมโลสภายในเม็ดแป้งหลังจากที่เม็ดแป้งสุกหรือหลังจากหลุดออกจากเม็ดแป้งแล้ว

ส่วนประกอบอื่นๆ เช่น โปรตีนสามารถป้องกันมิให้แป้งคุดน้ำได้สะดวกนัก นอกจากนี้ยังพบว่าเมล็ดแป้งที่มีอะไมโลสสูงแตกตัวได้ยาก แต่จะให้เจลที่มีความหนืดสูง

**เฮมิเซลลูโลส** เฮมิเซลลูโลสพบมากในรำละเอียด รำข้าวขาวและจมูกข้าว พบเล็กน้อยในข้าวขาว ข้าวกล้องมีเฮมิเซลลูโลสร้อยละ 1.43-2.08 ข้าวขาวมีร้อยละ 0.61-1.09 รำละเอียดมีร้อยละ 8.59-10.90 และรำข้าวขาวมีร้อยละ 3.15-6.01 นอกจากนี้ยังพบเพนโตแซน (pentosan) ในจมูกข้าวร้อยละ 4.80-7.40 เฮมิเซลลูโลสเหล่านี้พบว่ารำละเอียดและรำข้าวขาวมีประมาณร้อยละ 0.1 ที่ละลายน้ำได้และร้อยละ 1.0 ที่ละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 นอร์มัล ส่วนข้าวขาวมีประมาณร้อยละ 0.02 ที่ละลายน้ำได้และร้อยละ 0.1 ที่ละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 นอร์มัล ส่วนใหญ่เป็นพวกอะราบินโนแซน (arabinosan) และ ซิแลน (xylan)

**เซลลูโลส** เซลลูโลสที่พบส่วนใหญ่อยู่ในชั้นรำ ปริมาณที่พบร้อยละ 62 อยู่ในชั้นรำละเอียด ร้อยละ 4 อยู่ในจมูกข้าว ร้อยละ 7 อยู่ในรำข้าวขาวและร้อยละ 27 อยู่ในข้าวขาว

**น้ำตาลอิสระ** น้ำตาลอิสระพบมากในจมูกข้าวและเนื้อแป้ง ประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส และมีน้ำตาลแรฟฟิโนส (raffinose) กลูโคสและฟรักโทสเล็กน้อย ข้าวกล้องมีน้ำตาลอิสระร้อยละ 0.83-1.36 และข้าวขาวมีร้อยละ 0.09-0.13 ส่วนจมูกข้าวมีน้ำตาลรีดิวซ์ (reducing sugar) ร้อยละ 11.6 และน้ำตาลนอนรีดิวซ์ (non-reducing sugar) ร้อยละ 9.1

ไฟตินหรือเกลือไมโออินโนซิทอลฟอสเฟต (myo-inositol hexaphosphate) เป็นสารประกอบที่พบมากในบริเวณผิวของเมล็ด มีฟอสฟอรัสร้อยละ 80 ถ้าพบในข้าวกล้อง หรือร้อยละ 40 ถ้าพบในข้าวขาวมาจากสารไฟตินและฟอสฟอรัสร้อยละ 90 ในรำมาจากไฟติน ไฟตินที่พบในข้าวกล้องมีร้อยละ 0.2 ในข้าวขาวมีร้อยละ 0.04-0.06 และในจมูกข้าวมีร้อยละ 0.8

## 2.2.2 สารประกอบไนโตรเจน

สารประกอบไนโตรเจนที่พบในข้าวประกอบด้วยโปรตีนและกรดอะมิโนอิสระ โปรตีนเป็นองค์ประกอบที่มีมากเป็นอันดับสองรองจากแป้ง อย่างไรก็ตาม โปรตีนที่อยู่ตามส่วนต่างๆอาจเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับการจัดรีและปริมาณโปรตีนในเมล็ดข้าว ถ้าข้าวมีโปรตีนสูง การกระจายของโปรตีนจะสม่ำเสมอมากขึ้น ความแตกต่างของปริมาณโปรตีนในส่วนต่างๆจะน้อยลง โดยปรกติแล้ว ปริมาณโปรตีนอาจคำนวณได้จากปริมาณไนโตรเจนที่

วิเคราะห์ได้ ปริมาณโปรตีนจะเท่ากับผลคูณของปริมาณไนโตรเจนกับ 5.95 โดยถือว่าโปรตีนจากข้าวมีไนโตรเจนร้อยละ 16.8

เนื่องจากโปรตีนส่วนต่างๆของเมล็ดข้าวมีอยู่ไม่เท่ากัน อัลบูมินและโกลบูลินจะพบมากในข้าวกล้อง กุลูเตลินพบมากทั้งในข้าวกล้องและข้าวขาว แสดงว่าอัลบูมินและโกลบูลินมีอยู่สูงมากในเยื่อหุ้มเนื้อแป้งและจมูกข้าว ส่วนกุเลตินมีอยู่มากที่จุดศูนย์กลางของเนื้อแป้ง แป้งข้าวจึงมีโปรตีนกุเลตินเป็นส่วนใหญ่ ด้วยเหตุนี้เมื่อนำแป้งมาสกัดด้วยค่างเข้มน้ำ 0.1 นอร์มัล โดยใช้ค่าง 20 เท่าของปริมาตรแป้ง โปรตีนจะละลายออกมาร้อยละ 97 ถ้าแป้งมีความละเอียดถึง 100 เมช (mesh)

จากการศึกษาส่วนประกอบของโปรตีน พบว่าข้าวกล้องมีไลซีน (lysine) สูงแต่มีกรดกลูตามิก (glutamic acid) ต่ำกว่าข้าวขาว อย่างไรก็ตามไลซีน (lysine) ยังคงเป็นกรดอะมิโนตัวจำกัดขั้นต่ำสุด limiting amino acid ตามด้วยทรีโอนีน (threonine) ซึ่งการที่ร่างกายนำเอาทรีโอนีน (threonine) ไปใช้ได้ขึ้นอยู่กับเรื่องที่ยังไม่เข้าใจกันดีนัก เพราะโดยปกติแล้ว ข้าวมีกรดอะมิโนชนิดนี้มากเกินไป มีผู้ทำการวิจัยพบว่า ร่างกายนำเอากรดอะมิโนไปใช้ในปริมาณต่างๆกัน คือ ไลซีน (lysine) ร้อยละ 70-100 ทรีโอนีน (threonine) ร้อยละ 73-100 เมทไธโอนีน (Methionine) ร้อยละ 62-76 ไอโซลิวซีน (isoleucine) ร้อยละ 71-99 ลิวซีน (leucine) ร้อยละ 75-80 ฟีนิลอะลานีน (phenylalanine) ร้อยละ 74-76 และวาเลิน (valine) ร้อยละ 71-100 การเสริมเมทไธโอนีน (Methionine) ทรีโอนีน (threonine) และทริปโตเฟน (tryptophan) ลงในข้าวพร้อมกับไลซีน (lysine) จะทำให้ร่างกายใช้ในโตรเจนได้มากขึ้น โดยปกติจะใช้ค่า PER เพื่อแสดงปริมาณไนโตรเจนที่ร่างกายนำไปใช้ จากการศึกษพบว่า 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

### 2.2.3 ไขมัน

ในข้าวกล้อง ไขมันร้อยละ 80 อยู่ในรำละเอียดและรำข้าวขาว และประมาณ 1 ใน 3 อยู่ในจมูกข้าว ไขมันมีส่วนประกอบของกรดโอเลอิก (oleic acid) กรดไลโนเลอิก (linoleic acid) และกรดปาล์มมิติก (palmitic acid) เป็นส่วนใหญ่ มีกรดลอริก (lauric acid) และกรดไมริสโตเลอิก (myristoleic acid) เล็กน้อย นอกจากนี้ยังพบ สเตียรอลแอลกอฮอล์ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 5 พบซีผึ้งร้อยละ 3-9 เป็นพวกเอสเทอร์ของกรดลิกโนคริก (lignocric acid) ( $C_{23}H_{47}CO_2H$ ) และไมริสโซลิต แอลกอฮอล์ (myrisoyl alcohol) ( $C_{30}H_{61}OH$ ) เป็นส่วนใหญ่

### 2.2.4 วิตามิน

วิตามินส่วนใหญ่พบในส่วนที่เรียกว่า เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดและจมูกข้าว ไม่พบวิตามินเอ วิตามินซีและวิตามินดี ในข้าวสาร รำละเอียดและรำข้าวขาว พบวิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสองและไนอาซิน (niacin) โดยพบวิตามินบีหนึ่ง

ในรำละเอียดร้อยละ 65 รำข้าวขาวร้อยละ 13 และข้าวขาวร้อยละ 22 วิตามินบีสองในรำละเอียดร้อยละ 39 รำข้าวขาวร้อยละ 8 และข้าวขาวร้อยละ 53 และในรำละเอียดร้อยละ 54 รำข้าวขาวร้อยละ 13 และข้าวขาวร้อยละ 33

### 2.2.5 เกลือแร่

เกลือแร่ของข้าวมีปริมาณไม่คงที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของดินที่ใช้ปลูกและวิธีวิเคราะห์ จากการวิเคราะห์เกลือแร่จากส่วนต่างๆของเมล็ดก็พบว่า เกลือแร่ร้อยละ 51 อยู่ในรำละเอียด ร้อยละ 10 อยู่ในรำข้าวขาวและร้อยละ 28 อยู่ในข้าวขาว แร่ธาตุที่พบมี ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม คลอรีน ซิลิกอน โซเดียมและเหล็ก แร่ธาตุที่พบมากที่สุดคือ แมกนีเซียม โพแทสเซียมและซิลิกอน

### 2.3 การเสื่อมเสียของข้าวกล้อง

ข้าวกล้องมีปริมาณไขมันสูง จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดกลิ่นหืน และไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยไขมันในข้าวกล้อง ทำให้เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายไขมัน (lypolytic hydrolysis) และปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน (oxidation)

ในเมล็ดข้าวที่ยังไม่ได้กะเทาะเปลือก จะมีเอนไซม์ไลเปส (lipase) และไขมัน โดยอยู่ในชั้นของเปลือกหุ้มผล (testa layer) อีกรูโรน (aleurone layer) และจมูกข้าว (germ) เมื่อข้าวถูกกะเทาะเปลือก ชั้นต่างๆภายในเมล็ดข้าวจะถูกทำลาย ทำให้ไขมันแพร่กระจายไปสัมผัสกับเอนไซม์ไลเปส (lipase) เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายไขมันของไตรกลีเซอไรด์เกิดเป็นกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) นอกจากนี้เอนไซม์ไลเปส (lipase) ยังเกิดได้จากจุลินทรีย์พวกที่สามารถผลิตเอนไซม์ไลเปส (lipase) ได้ อีกทั้งยังมีเอนไซม์ไลโปออกซิจีเนส (lipoxygenase) ซึ่งเกิดการย่อยสลาย เมื่อได้รับแสง หรือปฏิกิริยาการเติมออกซิเจน (oxidation) โดยปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนเกิดขึ้นได้ 2 แบบคือ แบบใช้เอนไซม์ (enzymatic oxidation) และแบบไม่ใช้เอนไซม์ (non enzymatic oxidation)

1. แบบใช้เอนไซม์ในขบวนการเติมออกซิเจนในข้าวกล้อง ได้แก่ เอนไซม์ไลโปออกซิจีเนส (lipoxygenase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่พบในจมูกข้าว (germ) สามารถเร่งปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนในกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเป็นอัลดีไฮด์ (aldehyde) หรือไฮดรอกซี (hydroxy) ซึ่งมีผลกระทบต่อกลิ่นที่ผิดปกติ

2. แบบไม่ใช้เอนไซม์ในขบวนการเติมออกซิเจนในข้าวกล้อง เนื่องจากในธรรมชาติโมเลกุลของกรดไขมันในข้าวมีธาตุเหล็ก เมื่อได้รับออกซิเจนจะเกิดปฏิกิริยาขึ้น โดยเปลี่ยนกรดไขมันเป็นกรดไขมันอิสระ (free fatty acid) หรือเอสเทอร์ (ester) โดยมีแสง พลังงานจากการแผ่รังสีสูง หรือความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจนเกิดการย่อยสลายด้วยตัวมันเอง (autooxidation) หรือแสงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (photo oxidation)

เมื่อเกิดการย่อยสลายไขมันเป็นกรดไขมันอิสระ โดยเอนไซม์ไลเปส (lipase) และเมื่อได้รับแสงหรือสัมผัสกับออกซิเจนได้เป็นสารประกอบประเภทไฮโดเปอร์ออกไซด์ (hydroperoxides) จากนั้นจะเกิดอนุมูลอิสระ (free radical) และเกิดปฏิกิริยาแบบลูกโซ่ จนสุดท้ายข้าวกล้องจะเกิดการเหม็นหืน

## 2.4 การผลิตเครื่องดื่มจากข้าว

การผลิตเครื่องดื่มจากข้าวมีการใช้วัตถุดิบในการผลิตหลายชนิด เช่น ข้าวเจ้า สามารถใช้ได้ทั้งชนิดที่เป็นข้าวกล้องและข้าวสาร ซึ่งผลิตภัณฑ์นี้โดยทั่วไปจะมีปริมาณโปรตีนต่ำกว่าในน้ำนมวัว ในช่วงระยะหลังมานี้จึงมักมีการเติมโปรตีนจากพืช (เช่น ข้าวโพด ถั่วเหลือง และลูกเดือย เป็นต้น) และโปรตีนจากสัตว์ (เช่น น้ำนมวัว และหางนมผง) ลงไปในผลิตภัณฑ์ด้วย เพื่อปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ ดังที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้

นันทกาญจน์ กองศรีมา (2541) ศึกษาสูตรและกระบวนการผลิตเครื่องดื่มข้าว โดยนำปลายข้าวกล้องมาแช่น้ำ 3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมาปั่นกับน้ำอัตราส่วน ข้าว : น้ำ = 1 : 5 ผสมกับน้ำนมถั่วเหลือง (อัตราส่วน ถั่วเหลือง : น้ำ = 1 : 4) และน้ำลูกเดือย (อัตราส่วน ลูกเดือย : น้ำ = 1 : 5) ตามอัตราส่วนที่กำหนด ปรับให้มีปริมาณของแข็งรวมที่ละลายได้ 11-12 ° บริกซ์ (°Brix) นำมาให้ความร้อนเบื้องต้นที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส นำมาบรรจุกระป๋องฆ่าเชื้อโดยใช้รีทอร์ต ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่าง น้ำข้าว : น้ำนมถั่วเหลือง : น้ำลูกเดือย = 1 : 4 : 0.5 จะได้เครื่องดื่มข้าวซึ่งมีพีเอช (pH) เท่ากับ 6.63 ปริมาณของแข็งรวมที่ละลายได้ 12 ° บริกซ์ (°Brix)

อรรรรณ ปานศิริ (2544) การผลิตเครื่องดื่มจากน้ำนมข้าวกล้องและน้ำนมถั่วเหลือง โดยดัดแปลงจากวิธีของ นันทกาญจน์ กองศรีมา (2541) และทศพร ยศสมบัติ (2527) ศึกษากระบวนการแปรรูปที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มจากน้ำนมข้าวกล้อง น้ำนมถั่วเหลือง และรำข้าวบรรจุกระป๋อง โดยการนำข้าวกล้องมาทำการหุงให้สุก จากนั้นนำมาตีปั่นกับน้ำอุ่นนาน 2 นาที (อัตราส่วน ข้าวกล้อง : น้ำ = 1 : 7) แล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้นและล้างกากด้วยน้ำอุ่น จะได้เป็นน้ำนมข้าวกล้องออกมา ต่อจากนั้นมาถึงขั้นการเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง โดยการนำถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 มาทำการไม่ผ่าซีกและแยกเอาเปลือกออก ล้างน้ำทำความสะอาด แช่ในสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง (อัตราส่วน ถั่วเหลือง : สารละลาย = 1 : 3) รินสารละลายทิ้งและล้างน้ำทำความสะอาด ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำถั่วเหลืองห่อด้วยผ้าขาวบาง แช่ในน้ำเดือดนาน 1 นาที แล้วทำให้เย็นทันทีโดยแช่ในน้ำธรรมดา จากนั้นตีปั่นถั่วเหลืองกับน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที (อัตราส่วน ถั่วเหลือง : น้ำ = 1 : 5) กรองด้วยผ้าขาวบาง 2 ชั้นและล้างกากด้วยน้ำร้อนอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จะได้น้ำนมถั่วเหลืองออกมา จากนั้นนำน้ำนมข้าวกล้อง และน้ำนมถั่วเหลืองมาผสมกันตามอัตราส่วนต่างๆ แล้วนำมาโฮโมจิไนส์ที่ 2500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi) ผสมฟรุกโตสไซรัปเพื่อปรับให้มีปริมาณของแข็งรวมที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 10 ° บริกซ์ (°Brix) จากนั้นนำมาเติมรำข้าวที่

ผ่านการสกัดไขมันบดละเอียดตามอัตราส่วนต่างๆ ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้เครื่องผสมอาหาร (mixer) ที่ความเร็วระดับ 1 แล้วจึงบรรจุลงกระป๋องขนาด 200x504 น้ำหนักสุทธิ 250 กรัม/กระป๋อง จากนั้นนามผ่านเครื่องไล่อากาศ นาน 15 นาที แล้วปิดผนึกกระป๋อง นำเข้ารีทอร์ตฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เวลา 20 นาที ทำให้เย็นทันที ก็จะได้เครื่องดื่มจากนํ้านมข้าวกล้อง นํ้านมถั่วเหลือง และรำข้าวบรรจุกระป๋องออกมา ซึ่งพบว่ามีองค์ประกอบทางเคมี คือโปรตีน  $1.78 \pm 0.10$  ไขมัน  $1.45 \pm 0.04$  เยื่อใย  $0.07 \pm 0.13$  เลซิทิน (มก. / 100 ก.)  $10.89 \pm 0.07$  วิตามินบี1 (มก. / 100 ก.)  $0.16 \pm 0.09$

กรวิภา ฉิมโหม และสุพร กาญจนกิจสกุล (2538) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากธัญชาติ โดยใช้วัตถุดิบ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มธัญชาติ ได้แก่ ข้าวเจ้า ข้าวโพด และลูกเดือย กลุ่มถั่ว ได้แก่ ถั่วเขียวซีก ถั่วแดงหลวง และถั่วเหลือง ทำให้สุก จากนั้นทำให้เป็นแผ่นบาง (Flake) ด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer) นำแผ่นบาง (Flake) ที่ได้มาผสมกับหางนมผง ครีมเทียม และน้ำตาลทรายในอัตราส่วน แผ่นบาง (Flake) : หางนมผง : ครีมเทียม : น้ำตาลทราย เท่ากับ 5.00 : 6.20 : 3.20 : 4.60 ชงในน้ำต้มสุก 80 มิลลิลิตร ทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าเครื่องดื่มธัญชาติที่ได้รับมากที่สุดผลิตจากแผ่นบาง (Flake) มีส่วนผสมของข้าวโพด 28.85 เปอร์เซ็นต์ ข้าวเจ้า 7.69 เปอร์เซ็นต์ ลูกเดือย 15.38 เปอร์เซ็นต์ ถั่วเขียวซีก 19.23 เปอร์เซ็นต์ ถั่วแดงหลวง 19.23 เปอร์เซ็นต์ และถั่วเหลือง 9.62 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักเปียก ซึ่งผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปดังกล่าวมีปริมาณโปรตีน 17.05 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 57.47 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 2.41 เปอร์เซ็นต์ เส้นใย 13.68 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 3.37 เปอร์เซ็นต์ และความชื้น 6.02 เปอร์เซ็นต์

## บทที่ 3

### วัตถุดิบ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

#### 3.1 วัตถุดิบ

ข้าวกล้องหอมมะลิ

แป้งคัดแปร (modified starch ชื่อการค้า "TEXTRA" ของบริษัท Food & Cosmetic System จำกัด)

นมผง

น้ำตาล

#### 3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

เครื่องบดแบบ Pin Mill

ตะแกรงเครื่องบดขนาด 0.12 มิลลิเมตร

ตะแกรงเครื่องบดขนาด 0.25 มิลลิเมตร

ตู้อบลมร้อน

#### 3.3 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

3.3.1. ศึกษาอุณหภูมิและเวลาของสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมโดยใช้ตู้อบลมร้อน

วางแผนการทดลองแบบ factorial ขนาด 3 x 3

ปัจจัยที่ 1 เวลา 3 ระดับ 2, 3 และ 4 ชั่วโมง

ปัจจัยที่ 2 อุณหภูมิ 3 ระดับ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส

มีขั้นตอนดังนี้

3.3.1.1 ซึ่ข้าวกล้องพันธุ์หอมมะลิจากร้านค้าบริเวณนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง นำไปหุงจนเกือบสุก โดยใช้อัตราส่วนข้าวกล้อง : น้ำ เท่ากับ 1: 1.4

3.3.1.2 นำข้าวกล้องที่ผ่านการหุงแล้ว ไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน จนได้ความชื้นประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆกัน คือ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2, 3 และ 4 ชั่วโมง

3.3.1.3 นำข้าวกล้องที่ผ่านการอบแห้งตามข้อ 3.3.1.2 แล้ว มาบดด้วยเครื่องบด โดยใช้ ตะแกรงที่มีขนาดเท่ากับ 0.12 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.4 นำข้าวกล้องที่ผ่านการบดแล้วในข้อ 3.3.1.3 ไปวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นโดยวิธี AOAC (1995) และการตกตะกอน โดยนำข้าวกล้องบด 17 กรัม ไปละลายในน้ำร้อน อุณหภูมิประมาณ 98 องศาเซลเซียส 300 มิลลิลิตร จับเวลา 10 นาที คูปริมาณตะกอน

3.3.2. ศึกษาขนาดของอนุภาคที่มีผลต่อการตกตะกอนของข้าวกล้องบด

3.3.2.1 นำข้าวกล้องที่ผ่านการอบแห้งในสภาวะที่เหมาะสมจากข้อ 1 มาทำการบดด้วยเครื่องบด โดยใช้ตะแกรงที่มีขนาดตะแกรงเท่ากับ 0.12 และ 0.25 มิลลิเมตร

3.3.2.2 นำข้าวกล้องที่ได้จากข้อ 2.1 มาทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับข้อ 3.3.1.4

3.3.3. ปรับปรุงคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.3.3.1 นำน้ำนมข้าวที่ได้จากขั้นตอน 3.3.1 และ 3.3.2 มาเติมน้ำตาลในอัตราส่วน 40 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักข้าวบดเพื่อให้มีรสหวาน

3.3.3.2 ทำการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัส ด้วยการเติมแป้งคัสแคเรียในอัตราส่วน 0.5, 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักข้าวบด

3.3.3.3 นำนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่ผ่านการเติมน้ำตาลและแป้งคัสแคเรีย มาทำการทดสอบการยอมรับ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน วิธีการทดสอบใช้แบบ 7-Hedonic Scale Test (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 7 = ชอบมากที่สุด) ปัจจัยที่ทำการทดสอบ ได้แก่ สี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับ โดยรวม เพื่อสรุปหาสูตรที่เหมาะสมการผลิต เมื่อพิจารณาร่วมกับคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี โดยเลือกจากตัวอย่างที่ได้รับคะแนนสูงสุด

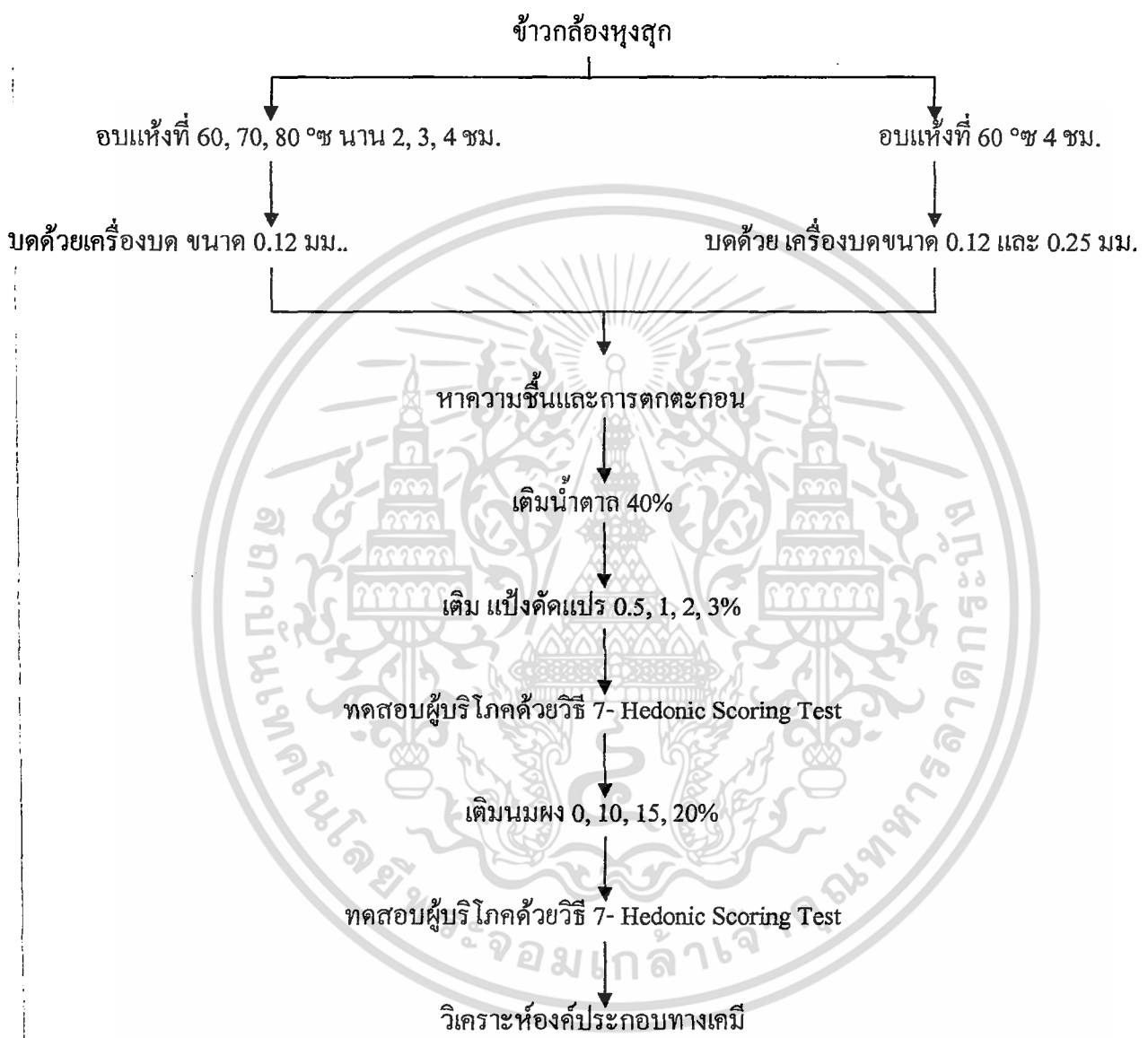
วิธีการเตรียมตัวอย่าง ชงส่วนผสมในน้ำเดือด ในอัตราส่วน 24 กรัมต่อน้ำเดือด 250 มิลลิลิตร โดยกำหนดรหัสตัวอย่างแบบสุ่ม เสริมตัวอย่างให้ผู้ทดสอบชิมครั้งละ 4 ตัวอย่าง ใช้ตัวอย่างประมาณ 50 มิลลิลิตร อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส ในภาชนะพลาสติก สี ไม่มีสี ขนาดความจุ 100 มิลลิลิตร ทำการทดสอบในช่วงเวลา 10.00-11.30 น. หรือ 14.00-15.00 น. โดยให้ผู้ทำการทดสอบบ้วนปากด้วยน้ำระหว่างการชิมแต่ละตัวอย่างทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคด้วยวิธี 7-Hedonic Scale Test จำนวนผู้ทดสอบ 15-20 คน

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) นำคะแนนที่ได้ไปวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistical Package for the Social Science (SPSS) Version 7.5 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

3.3.3.4 นำข้าวกล้องที่ผ่านการปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่เหมาะสมแล้วจากข้อ 3.3.3.3 มาปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นรสโดยการเติมนมผงในอัตราส่วน 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักข้าวบด ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคเช่นเดียวกับข้อ 3.3

3.3.4. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่ได้

นำข้าวกล้องบดมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวกล้อง ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ไขมัน เกล็ด เส้นใย คาร์โบไฮเดรตและความชื้น โดยวิธี Proximate Analysis (AOAC. 1995) จากนั้น นำไปคำนวณหาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป ดังแสดงในแผนภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 ศึกษาอุณหภูมิและเวลาของสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมโดยใช้ตู้อบลมร้อน

นำข้าวกล้องที่หุงแล้วไปใส่ถาดอะลูมิเนียมสำหรับตู้อบลมร้อน โดยเกลี่ยให้ทั่ว จากนั้นนำเข้าตู้อบ ทำการอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2, 3 และ 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.1 ปริมาณความชื้นและความสูงของตะกอนข้าวกล้องอบค ที่อุณหภูมิและเวลาของสภาวะอบแห้งต่างๆ

สภาวะการอบแห้ง	ปริมาณความชื้น (%)	ความสูงของตะกอน (ซม.)
เวลาอบ 2 ชั่วโมง		
อุณหภูมิของตู้อบลมร้อน 60 °ซ	5.07±0.25	5.75±0.35 <sup>a</sup>
อุณหภูมิของตู้อบลมร้อน 70 °ซ	4.76±0.30	5.75±0.35 <sup>a</sup>
อุณหภูมิของตู้อบลมร้อน 80 °ซ	5.01±0.16	6.75±0.35 <sup>b</sup>
เวลาอบ 3 ชั่วโมง		
อุณหภูมิของตู้อบลมร้อน 60 °ซ	4.64±0.49	5.25±0.35 <sup>a</sup>
อุณหภูมิของตู้อบลมร้อน 70 °ซ	4.99±0.17	5.75±0.35 <sup>a</sup>
อุณหภูมิของตู้อบลมร้อน 80 °ซ	5.25±0.79	7.00±0.71 <sup>b</sup>
เวลาอบ 4 ชั่วโมง		
อุณหภูมิของตู้อบลมร้อน 60 °ซ	4.98±0.65	5.00±0.71 <sup>a</sup>
อุณหภูมิของตู้อบลมร้อน 70 °ซ	5.18±0.54	5.50±0.71 <sup>a</sup>
อุณหภูมิของตู้อบลมร้อน 80 °ซ	4.54±0.31	7.25±0.35 <sup>b</sup>

หมายเหตุ : a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.5$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 พบว่า อุณหภูมิที่แตกต่างกันในช่วงที่ศึกษา คือ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส และเวลา 2, 3 และ 4 ชั่วโมง ไม่มีผลต่อความชื้นของข้าวกล้องบดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเปอร์เซ็นต์ความชื้นของข้าวกล้องบดที่ทดสอบอยู่ระหว่าง 4.54-5.25

จากผลของการตกตะกอนของข้าวกล้องบด พบว่าเวลาการอบแห้ง ไม่มีผลต่อการตกตะกอนของข้าวกล้องบดอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่อุณหภูมิอบแห้ง 60 และ 70 องศาเซลเซียสมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียสมีความสูงของตะกอนน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และพบว่าอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 4 ชั่วโมง มีการตกตะกอนของข้าวกล้องบดน้อยที่สุด ดังนั้น สถานะที่เหมาะสมคือ อุณหภูมิลมร้อน 60 องศาเซลเซียส และเวลาอบแห้ง 4 ชั่วโมง เพื่อนำไปพัฒนานมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปต่อไป

#### 4.2 ศึกษาขนาดของอนุภาคที่มีผลต่อการตกตะกอนของข้าวกล้องบด

นำข้าวกล้องที่ผ่านการแห้งด้วยสถานะที่เหมาะสมตามข้อ 4.1 มาทำการบดหยาบด้วยเครื่องบดแห้ง จากนั้นจึงนำไปบดให้ละเอียด โดยใช้เครื่องบดที่มีขนาดตะแกรง 0.12 และ 0.25 มิลลิเมตร

#### ตารางที่ 4.2 ความสูงของตะกอนข้าวกล้องบดที่ขนาดอนุภาค 0.12 และ 0.25 มิลลิเมตร

ขนาดอนุภาค (มม.)	ความสูงของตะกอน (ซม.)
0.12	4.25
0.25	28.00

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ขนาดอนุภาคของข้าวกล้องบดมีผลต่อการตกตะกอนของข้าวกล้องบดอย่างชัดเจน โดยที่ขนาดอนุภาคของข้าวกล้องบด 0.12 มิลลิเมตร มีปริมาณการตกตะกอนของข้าวกล้องบดน้อยกว่าเมื่อเทียบกับขนาดอนุภาคของข้าวกล้องบด 0.25 มิลลิเมตร ดังนั้นจึงเลือกขนาดอนุภาคของข้าวกล้องบด 0.12 มิลลิเมตร เพื่อนำไปทดลองต่อไป

#### 4.3 การปรับปรุงคุณภาพทางประสาทสัมผัส

4.3.1 ผลของการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของนมข้าวกล้องสำเร็จรูป โดยการเติมแป้งคัดแปรในอัตราส่วนต่างๆ

นำข้าวกล้องบดที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และทำการบดจนมีขนาดอนุภาค 0.12 มิลลิเมตร เติมน้ำตาล 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักข้าวบดและเติมแป้งคัดแปรในอัตราส่วนต่างๆกัน จากนั้นทำการทดสอบผู้บริโภคร

จากการศึกษาการยอมรับนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป โดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้วยการชิม แล้วให้คะแนนทางด้านเนื้อสัมผัสของนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่เติมแป้งคัดแปร ในปริมาณต่างกันทั้ง 4 ตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คะแนนเฉลี่ยค่าความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสของนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป ที่การเติมแป้งคัดแปรในอัตราส่วนต่างกัน

ปริมาณแป้งคัดแปร (%)	คะแนนเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	ลักษณะเนื้อสัมผัส
0.5	3.53±1.51 <sup>b</sup>
1	5.07±1.28 <sup>a</sup>
2	4.87±1.13 <sup>a</sup>
3	4.40±1.68 <sup>ab</sup>

หมายเหตุ : a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.5$ )

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัส พบว่าปริมาณของ แป้งคัดแปรมีผลต่อความชอบเฉลี่ยด้านเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ โดยนมข้าวกล้องสำเร็จรูปที่มีปริมาณของแป้งคัดแปร 1 เปอร์เซ็นต์ ได้คะแนนความชอบสูงสุด คือ 5.07 ส่วนปริมาณของแป้งคัดแปร 2 เปอร์เซ็นต์ ได้คะแนนความชอบรองลงมา คือ 4.87 และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากนมข้าวกล้องสำเร็จรูปที่เติมแป้งคัดแปร 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อสัมผัสเหลว ไม่มีความข้นหนืด ส่วนนมข้าวกล้องสำเร็จรูปที่เติมแป้งคัดแปร 3 เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อสัมผัสข้นหนืดมากเกินไป ผู้บริโภคจึงไม่ให้การยอมรับ

เมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส จึงเลือกนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของปริมาณแป้งคัดแปร 1 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงนำไปปรับปรุงคุณภาพของนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปต่อไป

4.3.1 ผลของการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี, กลิ่น, รสชาติ, เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของนมข้าวกล้องสำเร็จรูป โดยการเติมนมผงในอัตราส่วนต่างๆ

นำข้าวกล้องอบคั่วที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และทำการบดจนมีขนาดอนุภาค 0.12 มิลลิเมตร เติมน้ำตาล 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักข้าวอบคั่ว เติมน้ำแข็งคัคแปร์ 1 เปอร์เซ็นต์ และเติมนมผงในอัตราส่วนต่างๆกัน จากนั้นทำการทดสอบผู้บริโภครวม

จากการศึกษาการยอมรับนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป โดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้วยการชิม แล้วให้คะแนนทางด้านสี, กลิ่น, รสชาติ, เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปทั้ง 4 ตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป โดยเติมปริมาณนมผงในอัตราส่วนต่างๆกัน

ปริมาณนมผง (%)	คะแนนเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
0	4.07±1.28 <sup>b</sup>	4.12±1.13 <sup>a</sup>	3.67±1.18 <sup>a</sup>	3.93±1.17 <sup>a</sup>	3.93±0.96 <sup>b</sup>
10	4.93±1.03 <sup>a</sup>	4.53±0.74 <sup>a</sup>	4.13±1.36 <sup>a</sup>	4.33±0.82 <sup>a</sup>	4.67±1.18 <sup>ab</sup>
15	5.07±0.88 <sup>a</sup>	4.60±1.29 <sup>a</sup>	4.47±1.36 <sup>a</sup>	4.67±1.18 <sup>a</sup>	4.93±1.28 <sup>a</sup>
20	4.60±0.91 <sup>ab</sup>	4.73±0.80 <sup>a</sup>	4.13±1.06 <sup>a</sup>	4.20±0.56 <sup>a</sup>	4.40±0.74 <sup>ab</sup>

หมายเหตุ : a, b ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.5$ )

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยด้านสี, กลิ่น, รสชาติ, เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม พบว่าปริมาณของนมผงมีผลต่อคะแนนเฉลี่ยด้านสี และการยอมรับโดยรวมอย่างมีนัยสำคัญแต่ไม่มีผลต่อคะแนนเฉลี่ยด้านสี รสชาติและเนื้อสัมผัส

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสีของนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปพบว่านมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่มีปริมาณนมผง 15 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักข้าวอบคั่ว ได้คะแนนความชอบสูงสุด คือ 5.07 เนื่องจากนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่ไม่เติมนมผงจะมีสีขาวหม่น ส่วนนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่เติมนมผง 20 เปอร์เซ็นต์จะมีสีขาวอมเหลือง ผู้บริโภคจึงไม่ให้การยอมรับ

ผลการวิเคราะห์ด้านกลิ่น รสชาติและเนื้อสัมผัส พบว่าทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยผู้ชิมแยกความแตกต่างของตัวอย่างทั้ง 4 ได้ค่อนข้างยาก

ผลการวิเคราะห์ด้านการยอมรับโดยรวมของนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป พบว่านมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่มีปริมาณนมผง 15 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบมากที่สุด คือ 4.93 ส่วนนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่มีปริมาณนมผง 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ได้คะแนนความชอบรองลงมา คือ 4.67 และ 4.4 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบในด้านสี, กลิ่น, รสชาติ, เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม พบว่านมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่มีปริมาณนมผง 0 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบในทุกด้านน้อยที่สุด และนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่มีปริมาณนมผง 15 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบในด้านสี, รสชาติ, เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมมากที่สุด จึงเป็นสูตรที่เป็นที่ยอมรับของผู้ชิมมากที่สุด ถึงแม้ว่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นจะมีคะแนนรองลงมาจากนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่มีปริมาณนมผง 20 เปอร์เซ็นต์ก็ตาม แต่ในทางสถิติไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าสูตรของนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่จะนำไปพัฒนาในระดับอุตสาหกรรมต่อไป ประกอบด้วยส่วนผสมต่างๆ ดังนี้ ข้าวกล้องบด : น้ำตาล : นมผง : แป้งคัดแปร คือ 100: 40 : 15 : 1

#### 4.4 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

นำข้าวกล้องผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 4 ชั่วโมง และผ่านบดแล้วมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีข้าวกล้อง แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวกล้องบด

องค์ประกอบทางเคมี (%)	ค่าที่ได้
โปรตีน	6.18
ไขมัน	2.85
เถ้า	1.65
เยื่อใย	1.02
คาร์โบไฮเดรต	85.01
ความชื้น	3.29

นำองค์ประกอบเคมีของข้าวกล้องบดที่ได้มาคำนวณหาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป โดยคำนวณจากองค์ประกอบทางเคมีของส่วนผสม แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

องค์ประกอบทางเคมี (%)	ค่าที่ได้
โปรตีน	5.14
ไขมัน	4.50
เถ้า	1.28
เยื่อใย	1.65
คาร์โบไฮเดรต	85.18
ความชื้น	3.24

ผลการคำนวณ พบว่าผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป มีปริมาณ โปรตีน, ไขมัน, เถ้า, เยื่อใย, คาร์โบไฮเดรต และความชื้น คือ 5.14, 4.50, 1.28, 1.65, 85.18 และ 3.24 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาสภาวะอบแห้ง พบว่าสภาวะอบแห้งที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิร้อน 60 องศาเซลเซียส เวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งทำให้ได้ผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปที่มีการตกตะกอนน้อยที่สุด
2. ผลการศึกษานาณาคของข้าวกล้องอบค พบว่าขนาดของข้าวกล้องมีผลต่อการตกตะกอน โดยที่ขนาดตะแกรง 0.12 มิลลิเมตรมีการตกตะกอนน้อยกว่าขนาดตะแกรง 0.25 มิลลิเมตร
3. ผลการศึกษาสูตรนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป พบว่าสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้ชิมมากที่สุด คือ ผลิตภัณฑ์มีส่วนผสมดังนี้ ข้าวกล้องอบค : น้ำตาล : นมผง : แป้งคัดแปร คือ 100: 40: 15: 1
4. ผลการวิเคราะห์และคำนวณองค์ประกอบทางเคมีของนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป พบว่ามีปริมาณ โปรตีน, ไขมัน, เกล็ด, เยื่อใย, คาร์โบไฮเดรต และความชื้น คือ 5.14, 4.50, 1.28, 1.65, 85.18 และ 3.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาอุณหภูมิและเวลาของสภาวะการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนนั้น อุณหภูมิและเวลาจะไม่มีผลต่อความชื้นของข้าวกล้องอบคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อุณหภูมิและเวลาจะมีผลต่อความสูงของตะกอนของข้าวกล้องอบคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่อุณหภูมิจะมีผลต่อความสูงของตะกอน ดังนั้น ปัจจัยที่สำคัญในการเลือกสภาวะคืออุณหภูมิ ซึ่งในการทดลองนี้ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุด ในขณะที่เนื่องจากเวลาไม่มีผลทั้งต่อความชื้นและการตกตะกอน ดังนั้นจึงอาจพิจารณาเวลาการอบแห้งที่ต่ำที่สุดในการทดลองหรืออาจใช้การกำหนดดัชนีค่าความชื้นที่ต้องการเป็นเกณฑ์ในการอบแห้งได้ เช่น อาจใช้การอบแห้งจนมีความชื้นประมาณ 4-5 เปอร์เซ็นต์

2. จะเห็นได้ว่าขนาดของตะแกรงจะมีผลต่อความสูงของตะกอนของข้าวกล้องอบคเป็นอย่างมาก ดังนั้นถ้าต้องการให้ปริมาณของตะกอนน้อยลงก็ควรใช้ขนาดของตะแกรงให้มีขนาดเล็กลง แต่เนื่องจากในการทดลองนี้มีตะแกรงขนาดเล็กสุดที่ 0.12 มิลลิเมตรเท่านั้น

3. อาจทำการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการและกลิ่นรสที่ดีของผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้อง โดยการเติมน้ำมันถั่วเหลือง และรำข้าว

## เอกสารอ้างอิง

กรวิกา ฉิม โฉม และสุพร กาญจนกิจสกุล. 2538. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากรัฐชาติ.”

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.  
ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. “องค์ประกอบของข้าวกล้อง.” รัฐชาติและพืชหัว, 12-15. คณะเกษตรศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทศพร ยศสมบัติ. 2527. “การกำจัดกลิ่นถั่วของถั่วเหลืองเพื่อทำผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มหมัก.”

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย,  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นันทกาญจน์ กองศรีมา. 2541. “การพัฒนาเครื่องดื่มรัฐพืช.” รายงานปฏิบัติการสหกิจศึกษา.

สาขาเทคโนโลยีการอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.  
อรรณพ ปานศิริ. 2545. “การศึกษากระบวนการแปรรูปเครื่องดื่มจากน้ำนมข้าวกล้อง น้ำนมถั่วเหลือง  
และรำข้าวบรจุกระป๋อง.” ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะ  
เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างแบบประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

(ก.) แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปเมื่อเติมแป้งตัดแปร

แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัส  
ผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

ชื่อ \_\_\_\_\_ วันที่ \_\_\_\_\_

กรุณาชิมตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ แล้วให้คะแนนตามการยอมรับของท่านต่อคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของตัวอย่าง โดยเกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

- 7 ชอบมากที่สุด
- 6 ชอบปานกลาง
- 5 ชอบเล็กน้อย
- 4 เฉยๆ
- 3 ไม่ชอบเล็กน้อย
- 2 ไม่ชอบปานกลาง
- 1 ไม่ชอบมากที่สุด

ตัวอย่าง	เนื้อสัมผัส

ข้อเสนอแนะ \_\_\_\_\_

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ข.) แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูปเมื่อเติมนมผง

แบบประเมินผลทางประสาทสัมผัส  
ผลิตภัณฑ์นมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป

ชื่อ \_\_\_\_\_ วันที่ \_\_\_\_\_

กรุณาชิมตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ แล้วให้คะแนนตามการยอมรับของท่านต่อคุณลักษณะด้านกลิ่น สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมของตัวอย่าง โดยเกณฑ์การให้คะแนนมีดังนี้

- 7 ชอบมากที่สุด
- 6 ชอบปานกลาง
- 5 ชอบเล็กน้อย
- 4 เฉยๆ
- 3 ไม่ชอบเล็กน้อย
- 2 ไม่ชอบปานกลาง
- 1 ไม่ชอบมากที่สุด

ตัวอย่าง	กลิ่น	สี	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม

ข้อเสนอแนะ \_\_\_\_\_

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

## ภาคผนวก ข.

## วิธีวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

## 1. ปริมาณเถ้า

เถ้า (Ash) เป็นส่วนของสารประกอบอินทรีย์ที่เหลืออยู่ หลังจากแยกเอาสารประกอบอินทรีย์ออกไปหมดแล้ว บางครั้งมิได้มีความหมายถึงส่วนของแร่ธาตุ ถ้าเป็นสารตั้งต้นในการวิเคราะห์แร่ธาตุเฉพาะอย่างต่อไป ดังนั้นโดยทั่วไปจะถือว่าเถ้าเป็นปริมาณของแร่ธาตุรวมในตัวอย่าง เถ้าที่มีทราย (sand) และสารประกอบซิลิกอน (silicon) ประกอบอยู่ด้วยซึ่งมีคุณสมบัติจะไม่ละลายในกรด

## วิธีการทดลอง

1. ล้างจานเผา (platinum หรือ porcelain dish) ทำให้แห้งก่อนเผาในเตาเผา (muffle furnace) นาน 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ (desiccator) ก่อนนำมาชั่ง
2. ชั่งตัวอย่างในจานเผา (platinum dish) ดังนี้
  - ก. เนื้อสัตว์ ผัก ผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำตาลประกอบอยู่ ใช้ตัวอย่าง 5-10 กรัม
  - ข. ผลไม้แห้ง แยม เยลลี่ใช้ตัวอย่าง 10 กรัม
  - ค. น้ำผลไม้ ผลไม้แห้ง ผลไม้บรรจุกระป๋อง ใช้ตัวอย่าง 25 กรัม
3. หยคน้ำมันมะกอก 2-3 หยด ในตัวอย่างที่มีปริมาณน้ำตาลสูง เพื่อป้องกันการเกิดฟองขณะเผา
4. เผาตัวอย่างด้วยตะเกียงเบนเสนช้า ๆ จนเผาไหม้หมด (completely carbonized) จึงนำ จานวางในเตาเผา จนกระทั่งตัวอย่างกลายเป็นเถ้าสีขาว ตัวอย่างที่แตกต่างกันจะเผาที่อุณหภูมิและเวลาแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น
  - ก. เมล็ด ใช้ตัวอย่าง 2 กรัม
  - ข. รัญญูพืช ใช้ตัวอย่าง 3-5 กรัม อุณหภูมิเตาเผา 550 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่
  - ค. ปลาและอาหารทะเล ใช้ตัวอย่างหลังจากไล่ความชื้นแล้ว 2 กรัม เผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส
  - ง. ผลิตภัณฑ์นม ใช้ตัวอย่าง 10 กรัม อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นมระเหยน้ำ นมข้นหวาน ใช้ตัวอย่าง 2 กรัม
  - จ. น้ำส้มสายชู ใช้ตัวอย่าง 25 กรัม ระเหยจนแห้ง เผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส 30 นาที
5. ชั่งน้ำหนักเถ้าด้วยตาชั่งชั่งละเอียด คำนวณเปอร์เซ็นต์เถ้า เช่นเดียวกับการคำนวณสารเยื่อใย (crude fiber)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ความชื้น

อาหารประกอบด้วยน้ำในปริมาณแตกต่างกัน โดยน้ำในสภาพอิสระ (free water) เป็นตัวทำละลายแร่ธาตุในอาหาร และเป็นตัวกลางการกระจายตัวของคอลลอยด์ (colloid) น้ำในสภาพที่ถูกดูดซับ (adsorbed water) บริเวณผิวอนุภาคคอลลอยด์มักพบในโปรตีนพลาสมาซิม ผนังเซลล์ และองค์ประกอบของเซลล์เป็นน้ำที่ถูกดูดซับไว้ อย่างแน่นอนเรียกว่า น้ำที่ถูกดูดซับ (bound water) ซึ่งยากต่อการขจัดออกโดยไม่ทำให้สูญเสียสภาพธรรมชาติของโครงสร้าง การวิเคราะห์หาความชื้นในอาหารกระทำได้หลายวิธี เช่น อบไล่ความชื้นในตู้ กลั่นหรือไคเตรชั่น วิธีอบไล่ความชื้นนั้นนับว่าง่ายในทางปฏิบัติโดยคำนวณหาน้ำหนักของสารที่หายไปหลังการอบแห้ง น้ำส่วนที่ระเหยไปนี้คือ น้ำในสภาพอิสระ (free water) อย่างไรก็ตาม น้ำหนักที่หายไปมิได้บ่งถึงปริมาณของความชื้นเท่านั้นที่ระเหยไป แต่องค์ประกอบที่ระเหยง่ายก็จะถูกขจัดออกไปพร้อมความชื้นด้วยเช่นกัน การระเหยน้ำในสภาพอิสระ (free water) จะเร็วขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิสูงขึ้น อาหารบางชนิดเช่น ผลไม้มีน้ำตาลประกอบอยู่ไม่ควรใช้อุณหภูมิเกิน 70 องศาเซลเซียส หรือควรทำในสภาวะสุญญากาศ มิเช่นนั้นอาหารจะกลายเป็นสีน้ำตาลหรือไหม้ ตู้อบควรมีระบบหมุนเวียนอากาศช่วยกระจายความร้อนอย่างสม่ำเสมอ ตัวอย่างที่วางในชั้นของตู้อบ จะได้รับความร้อนอย่างเท่า ๆ กัน ตัวอย่างที่นำมาไล่ความชื้นออกไปแล้วสามารถนำมาวิเคราะห์ไขมัน โปรตีน และสารเยื่อใยต่อไป

### วิธีการทดลอง

- 1.เตรียมตัวอย่างแต่ละชนิดให้เหมาะสมต่อการหาความชื้น เช่น เมล็ดควรบดก่อน เมล็ดหรือธัญพืชที่ขึ้นเกินกว่าจะบดได้ควรอบเล็กน้อยในเวลาสั้น ๆ หรือที่เรียกว่า การทำแห้งเบื้องต้น (pre-drying) จากนั้นจึงบดและนำไปหาความชื้นด้วยวิธีปกติ
- 2.ชั่งน้ำหนักด้วยอบความชื้น (aluminium can) พร้อมฝาที่สะอาดและผ่านการอบแห้งมา ก่อน
- 3.ใส่ตัวอย่างอาหาร 2-5 กรัม ปิดฝาแล้วนำไปชั่ง ด้วยตาชั่งละเอียด ( $10^{-4}$  กรัม)
- 4.นำไปอบในตู้อบโดยเปิดฝาด้วยอบความชื้น (aluminium can) ใช้อุณหภูมิแตกต่างกัน เช่น ดังอย่างผลไม้อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (16-18 ชั่วโมง) ตัวอย่างผักอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (3 ชั่วโมง) ผลผลิตถั่วขมอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (3-4 ชั่วโมง) เมล็ดข้าวโพด ข้าวเจ้า ถั่วเหลือง บดและอบที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง
- 5.เมื่อครบกำหนดเวลาที่อบ ปิดฝาด้วยอบความชื้น (aluminium can) นำมาทำให้เย็นในเคซิเคเตอร์ (desiccator) ก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก (บางครั้งต้องนำตัวอย่างกลับไปอบต่อจนมีน้ำหนักคงที่หรือแตกต่างประมาณ 0.003-0.005 กรัมเท่านั้น)
- 6.อาหารที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ชนิดที่ระเหยได้ (volatile) หรือที่มีน้ำตาลประกอบอยู่มาก มักมีน้ำตาลไม่ค้อยคงที่ ควรอบในอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 4 วันแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ตัวอย่างอาหารที่ผ่านการอบแห้งแล้วให้เก็บไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณไขมัน กรณีที่ต้องการเก็บตัวอย่างไปวิเคราะห์หาเถ้า ควรเลือกใช้จานหาความชื้น (porcelain dish) แทนด้วยอบความชื้น (aluminium can)

$$8. \text{ค่านวนเปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง}}{\text{น้ำหนักสด}} * 100$$

### 3. ปริมาณไขมัน

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (ether extract หรือ crude fat) ซึ่งรวมไปถึงฟอสฟอลิปิดและสเตอรอล แล้วซึ่งรวมถึงเมล็ดที่ละลายได้ในไขมัน น้ำมันที่จำเป็น (essential oils) และสารประกอบที่ละลายได้ในอีเทอร์อีกด้วย  
วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว 10 กรัมในทิมเบิล (Thimble) ปิดด้านบนของตัวอย่างด้วยสำลี หรือกระดาษกรองป้องกันการฟุ้งกระจายของตัวอย่าง
2. บรรจุทิมเบิล (Thimble) ในชุดสกัดไขมันซอกซ์เลต (soxhlet) โดยทิมเบิล (Thimble) อยู่ในหลอดสกัด (extraction tube) ซึ่งด้านบนต่อกับคอนเดนเซอร์ (condenser) ส่วนด้านล่างต่อกับขวดก้นกลม (round-bottom flask) ชนิด 2 หรือ 3 คอ
3. ดวงแอนไฮดรัส อีเทอร์ (Anhydrous ether) 150 มิลลิลิตรในขวดแก้วก้นกลม ต่อสายยางนำน้ำเข้าออกจากคอนเดนเซอร์ (condenser) ก่อนเปิดสวิทช์ของเตา (heating mantle) ปรับระดับความร้อนอย่างเหมาะสม (เช่น 150 หยดต่อนาที) เพื่อให้ไอของแอนไฮดรัส อีเทอร์ (Anhydrous ether) ความแน่นหยดลงบนตัวอย่างอย่างต่อเนื่อง นาน 16 ชั่วโมง
4. แยกแอนไฮดรัส อีเทอร์ (Anhydrous ether) ออกด้วยเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (vacuum evaporator) นำส่วนของไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 30 นาที ไล่ อีเทอร์ (ether) จนหมดนำไปทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ (desiccator) ก่อนนำไปชั่งน้ำหนักของไขมัน (crude fat)
5. เตรียมบีกเกอร์แห้ง สะอาดทราบน้ำหนักมาก่อนสำหรับชั่งน้ำหนักที่สกัดได้ ในกรณีที่ปริมาณน้ำมันน้อยให้ชั่งน้ำหนักที่สกัดได้ในภาชนะเดิม

$$6. \text{ค่านวนเปอร์เซ็นต์ไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักบีกเกอร์และไขมัน} - \text{น้ำหนักบีกเกอร์}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}} * 100$$

### ข้อเสนอแนะ

นิยมใช้แอนไฮดรัส เอทิลอีเทอร์ (Anhydrous ethyl ether) หรือปิโตรเลียม อีเทอร์ (petroleum ether) (จุดเดือด 35 องศาเซลเซียส) ในการสกัดน้ำมันจากตัวอย่างอาหาร ปิโตรเลียม อีเทอร์ (petroleum ether) มีราคาถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวนไดเอทิลอีเทอร์ (diethyl ether) ควรเลือกใช้ชนิด แอนไฮไดรอส (Anhydrous) นี้เนื่องจากถ้ามีน้ำปะปนจะสามารถละลายน้ำตาลและสารประกอบอื่นได้

#### 4. สารเยื่อใย

สารเยื่อใย (crude fiber) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เหลือจากการนำเอาตัวอย่างอาหารไปสกัดไขมันออก หากดั่งกล่าวเมื่อนำไปต้มกับสารละลายกรดซัลฟูริกเจือจางและต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และ แอลกอฮอล์ สารเยื่อใยประกอบด้วยเซลลูโลสในปริมาณมาก และลิกนินในปริมาณเล็กน้อย การวิเคราะห์สารเยื่อใยจำเป็นต้องควบคุมสภาวะการทดลองที่แน่นอน มิเช่นนั้นจะได้ผลที่คาดเคลื่อน

#### สารเคมี

##### 1. 0.255 นอร์มัล กรดซัลฟูริก

เตรียมจากการเจือจางกรดกำมะถันเข้มข้น 98.1 เปอร์เซ็นต์ (ถ.พ. 1.84) จำนวน 6.93 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร ถ้าใช้กรดซัลฟูริก 96 เปอร์เซ็นต์ ใช้กรด 7.09 มิลลิลิตร เจือจางจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

##### 2. 0.313 นอร์มัล โซเดียมไฮดรอกไซด์

เตรียมจากโซเดียมไฮดรอกไซด์เกล็ด 1.25 กรัม ละลายน้ำจนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ข้อแนะนำ ใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการต้มใหม่ๆ และทำให้เย็นก่อนใช้ และควรแน่ใจว่าสารละลาย (1) และ (2) มี

#### ความถูกต้อง

3. ครุซิบิลแก้วซินเทออร์ (sintered glass crucible) ที่ผ่านการล้างด้วยด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามด้วยการล้างด้วยน้ำร้อนก่อนล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริก (1:3) ล้างด้วยน้ำร้อนอีกครั้งก่อนทำให้แห้ง และเผาที่อุณหภูมิ 600-700 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ใช้น้ำหนักเมื่อเย็นแล้ว และเก็บใน เดซิเคเตอร์ (desiccator)

##### 4. สารละลายโปตัสเซียมซัลเฟต 10 เปอร์เซ็นต์

เตรียมจากสารละลายโปตัสเซียมซัลเฟต ( $K_2SO_4$ ) 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 100 มิลลิลิตร

##### 5. เอธิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์

##### 6. ผ้ากรองลินินชนิดละเอียด (45 threads per inch )

#### วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ในขวดย่อย (digestion flask) (500-700 มิลลิลิตร) ซึ่งเป็นขวดแก้วกันกลม เติมกรดซัลฟูริกที่ผ่านการต้มเดือดแล้วจำนวน 200 มิลลิลิตร และเม็ดแก้วป้องกันการเดือดอย่างรุนแรง (boiling chips) 2-3 ชิ้น ก่อนนำ คอนเดนเซอร์ (condenser) มาประกอบตอนบนของขวด

2. นำไปต้มบนเตาของชุดย่อยสารเยื่อใย (crude fiber) โดยให้สารละลายเดือดคนนาน 30 นาที ต่อเนื่องกันไป เขย่าขวดเพื่อไม่ให้ตัวอย่างเกาะบนผนังขวด

3. กรองกากด้วยผ้ากรองบนกรวยกรองบุชเนอร์ (Buchner funnel) และใช้ปั๊มช่วยในการกรอง

4. ล้างกากด้วยน้ำเดือดจนหมดฤทธิ์กรด โดยทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส

5. เทกากกลับไปในขวดย่อย (digestion flask) เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ผ่านการต้มเดือด จำนวน 200 มิลลิลิตร ต้มส่วนผสมนาน 30 นาที กรองทันทีและล้างกากด้วยน้ำเดือดจนหมดฤทธิ์ด่าง

6. ล้างกากด้วยสารละลายโปตัสเซียมซัลเฟตร้อน

7. เทกากกลับไปในขวดย่อย (digestion flask) อีกครั้ง ล้างตะกอนที่ติดผ้ากรองด้วยน้ำเดือดหลายๆครั้ง

8. เทกากในขวดย่อย (digestion flask) ผ่านไปในครุชีเบิลแก้วซินเทอร์ (sintered glass crucible) ล้างกากด้วยน้ำเดือดหลายๆครั้ง

9. ล้างกากด้วยแอลกอฮอล์ จำนวน 30 มิลลิลิตร

10. อบครุชีเบิล (crucible) พร้อมกากที่อุณหภูมิ  $100 \pm 5$  องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักเมื่อเย็น

ถึง

11. นำไปเผาในเตาเผา (muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เพื่อขจัดสาร volatile

organic

12. นำครุชีเบิล (crucible) มาทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ (desiccator) ก่อนชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่หายไปเป็น น้ำหนักของเยื่อใย (crude fiber) (น้ำหนักข้อ 10-12)

13. คำนวณเปอร์เซ็นต์ crude fiber =  $\frac{\text{น้ำหนัก crude fiber}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$  \* 100

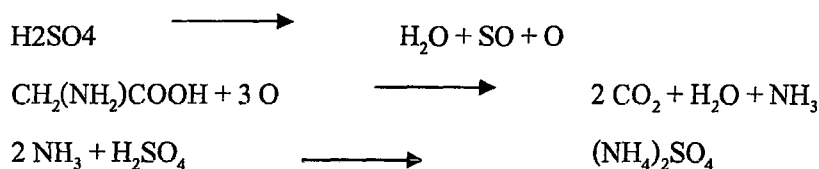
น้ำหนักตัวอย่าง

## 5. ปริมาณ โปรตีน

สามารถใช้เจลดาล์ทเทคนิค (Kjeldahl technique) ในการวิเคราะห์โปรตีน (crude protein) ซึ่งเป็นเทคนิค การหาปริมาณรีดิวซ์ไนโตรเจน (Reduced Nitrogen) เช่น ไนโตรเจนไดไฮดรอกไซด์ ( $\text{NH}_2$ ) และ ไนโตรเจนไฮดรอกไซด์ (NH) ในอาหาร โปรตีนมีไนโตรเจนประกอบอยู่ประมาณ 16เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเมื่อทราบปริมาณไนโตรเจน จึงสามารถคำนวณหาปริมาณ โปรตีนทั้งหมดโดยการคูณด้วยแฟคเตอร์ 6.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนอาศัยหลักการที่สารประกอบไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมซัลเฟต (ammonium sulphate) โดยการต้มกับกรดซัลฟูริกเข้มข้น ปฏิกริยาเป็นดังสมการ



แอมโมเนียมซัลเฟตจะถูกสลายไปเป็นแอมโมเนียเพื่อทำปฏิกริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ แอมโมเนียที่ได้จะถูกกักเก็บในสารละลายแล้วนำไปไตเตรทกับสารละลายกรดมาตรฐาน ปฏิกริยาดังสมการ



สารเคมีที่จำเป็น

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 93-98%) เกรดสารเคมี (reagent grade)
2. กรดบอริก (boric acid) 2 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยละลายผลึกของกรดบอริก 10 กรัมในน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มเดือดและทิ้งไว้ให้เย็น ปริมาตร 500 มิลลิลิตร เก็บสารละลายในขวดจุกแก้ว
3. กรดไฮโดรคลอริก 0.01 นอร์มัล
4. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 30 เปอร์เซ็นต์ เตรียมโดยละลายเกล็ดโซเดียมไฮดรอกไซด์ 150 กรัมในน้ำกลั่น 350 มิลลิลิตร
5. ตัวเร่งปฏิกริยา (Catalyst) :
 

ซิลิเนียมไดออกไซด์ (SeO <sub>2</sub> )	2.5	กรัม
โปตัสเซียมซัลเฟต (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	100	กรัม
คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O)	20	กรัม

 ผสมตัวเร่งปฏิกริยา (Catalyst) ทั้งสามเข้าด้วยกัน
6. (ก) เตรียม 0.1 เปอร์เซ็นต์ บรอมครีซอลกรีน (Bromcresol green) ใน 95 เปอร์เซ็นต์ แอลกอฮอล์ และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ เมทิลเรด (Methyl Red) ใน 95 เปอร์เซ็นต์ แอลกอฮอล์  
 (ข) ผสม 10 มิลลิลิตร บรอมครีซอลกรีน (Bromcresol green) กับ 2 มิลลิลิตร เมทิลเรด (Methyl Red) ในขวดหยด สารละลายดังกล่าว 4 หยด มีปริมาตร 0.05 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ลงในขวดเจลดดาห์ล (Kjeldahl flask) 250 มิลลิลิตร อย่าให้ตัวอย่างเลอะคอขวด ตัวอย่างที่มีโปรตีนต่ำ เช่น ผลไม้ ใช้ตัวอย่าง 5 กรัม ผัก 3 กรัม เพราะมีโปรตีนต่ำกว่าเนื้อสัตว์และธัญพืช
  2. เติมตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) 7 กรัม กรดซัลฟูริก 15 มิลลิลิตร และแก้วป้องกันการเดือดอย่างรุนแรง (boiling chips)
  3. นำขวดเจลดดาห์ล (Kjeldahl flask) ตั้งบนเตาของชุดย่อยโปรตีนที่มีระบบควบคุมวันที่ดี ใช้ความร้อนต่ำ ประมาณ 5 นาทีก่อนเร่งความร้อนให้สูงขึ้น ย่อยโปรตีนจนได้สารละลายสีฟ้าใส (นานประมาณ 1 ชั่วโมง) ขณะย่อยโปรตีนหมุนขวดเป็นระยะๆ
  4. รอให้สารละลายสีฟ้าเย็นและหมุดควันของไอกรดก่อนเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร โดยเติมแยกทีละ 5 มิลลิลิตรพร้อมกับเขย่าขวด
  5. เทสารละลายทั้งหมดลงในขวดรูปชมพู่ (volume flask) 100 มิลลิลิตร ล้างขวดย่อยโปรตีน
  6. ทำตัวอย่างเปรียบเทียบ (blank) (ตั้งแต่ข้อ 1 ถึง 6) โดยใช้ น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง
  7. เปิดชุดกลั่น โปรตีนและผ่านน้ำเย็นเข้าออกคอนเดนเซอร์ (condenser) เปิดสวิทช์เตาของชุดกลั่นให้มีความร้อนเพียงพอในขณะที่เริ่มต้นกลั่นและป้องกันการไหลย้อนกลับของสารละลายที่ใช้เก็บแอมโมเนีย
  8. ดูดกรดบอริก 60 มิลลิลิตรในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) 250 มิลลิลิตร ที่แห้งและสะอาด หยดอินดิเคเตอร์ผสม (mixed indicator) 4 หยด เขย่าให้ดีก่อนนำไปวางใต้เครื่องกลั่นโดยให้ปลายคอนเดนเซอร์ (condenser) จุ่มในสารละลาย
  9. ดูดสารละลายในข้อ (5) 5 มิลลิลิตร ลงในขวดกลั่น ล้างไปเปิดด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้งลงในขวดกลั่น เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 30เปอร์เซ็นต์ จำนวน 3 มิลลิลิตร ประกอบเข้าชุดกลั่น
  10. แอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาจะผ่านคอนเดนเซอร์ (condenser) ลงสู่สารละลายบอริก สีของสารละลายเปลี่ยนจากม่วง-น้ำเงิน (bluish purple) ไปเป็นเขียวน้ำเงิน (bluish green) การเปลี่ยนสีเป็นอย่างรวดเร็วประมาณ 20-30 วินาที เมื่อสารละลายบอริกเปลี่ยนสีประมาณ 5 นาที ลดระดับของขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ให้ปลาย คอนเดนเซอร์ (condenser) อยู่เหนือระดับของของเหลว 1 เซนติเมตร ล้างปลายคอนเดนเซอร์ด้วยน้ำกลั่น รอให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อไปอีก 1-2 นาที ก่อนนำไปไตเตรทกับสารละลายไฮโดรคลอริก (HCl) 0.01 นอร์มัล จนสีน้ำเงินเปลี่ยนไปเป็นใส ไม่มีสี
- ข้อแนะนำ อาจไตเตรทจนเป็นสีชมพู งบประมาณของสารละลายไฮโดรคลอริก (HCl) ออก 0.02 มิลลิลิตร จะทำให้สังเกตเห็นจุดยุติได้ง่ายขึ้น เนื่องจากสีชมพูจะเข้มขึ้นเมื่อหยดสารละลายไฮโดรคลอริกเกินเพียงหยดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. ทำการทดลองเช่นเดียวกับตัวอย่างเปรียบเทียบ (blank)  
 12. คำนวณเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน =  $(A-B) \times CDE \times 100$

$$FG \times 100$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} = \text{เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน} \times 6.25$$

เมื่อ A = มิลลิกรัมของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทกับตัวอย่าง

B = มิลลิกรัมของสารละลายไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทกับตัวอย่างเปรียบเทียบ (blank)

C = ความเข้มข้น (นอร์มัล) ของสารละลายไฮโดรคลอริก

$$D = 14$$

E = มิลลิกรัมของสารละลายที่ผ่านการย่อย (100 มิลลิกรัม)

F = มิลลิกรัมของสารละลาย E ที่นำไปกลั่น (5 มิลลิกรัม)

G = น้ำหนักของตัวอย่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาคผนวก ก.**  
**วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ**

1. ศึกษาอุณหภูมิและเวลาของสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสม โดยใช้ตู้อบลมร้อน  
ใช้การทดลองแบบ factorial ได้ตาราง ANOVA นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังตาราง 1

ตารางที่ 1.1 แสดงผลความแปรปรวนของผลต่อปริมาณความชื้นอุณหภูมิและเวลาของสภาวะอบแห้งที่มีผลต่อ  
ปริมาณความชื้นของข้าวกล้องอบค

Source	SS	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0.924	8	0.116	0.550	0.794
Intercept	437.981	1	437.981	2084.908	0.000
HOUR	0.012	2	0.006	0.027	0.973 <sup>ns</sup>
TEMP	0.019	2	0.010	0.046	0.956 <sup>ns</sup>
HOUR * TEMP	0.893	4	0.223	1.063	0.428 <sup>ns</sup>
Error	1.891	9	0.210		
Total	440.796	18			
Corrected Total	2.815	17			

หมายเหตุ : \*\* แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

ตารางที่ 1.2 แสดงผลความแปรปรวนของผลต่อปริมาณความชื้นอุณหภูมิและเวลาของสภาวะอบแห้งที่มีผลต่อการตกตะกอนของข้าวกล้องอบ

Source	SS	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10.250	8	1.281	5.125	0.012
Intercept	648.000	1	648.000	2592.000	0.000
HOUR	0.083	2	0.042	0.167	0.849 <sup>ns</sup>
TEMP	9.333	2	4.667	18.667	0.001**
HOUR * TEMP	0.833	4	0.208	0.833	0.537 <sup>ns</sup>
Error	2.250	9	0.250		
Total	660.500	18			
Corrected Total	12.500	17			

หมายเหตุ : \*\*แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

## 2. การปรับปรุงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ใช้การทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) ได้ตาราง ANOVA นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังตาราง 2

ตารางที่ 2.1 แสดงผลความแปรปรวนของการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป โดยการเติมแป้งคัดแปร (modified starch) ในอัตราส่วนต่างๆ

Source	SS	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	43.367	17	2.551	1.196	0.309
Intercept	1197.067	1	1197.067	561.334	0.000
TREAT	20.933	3	6.978	3.272	0.030**
BLOCK	22.433	14	1.602	0.751	0.712 <sup>ns</sup>
Error	89.567	42	2.133		
Total	1330.000	60			
Corrected Total	132.933	59			

หมายเหตุ : \*\*แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

ตารางที่ 2.2 แสดงผลความแปรปรวนของการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี, กลิ่น, รสชาติ, เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของนมข้าวกล้องกึ่งสำเร็จรูป โดยการเติมนมผงในอัตราส่วนต่างๆ

วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านสี

Source	SS	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	27.267	17	1.604	1.601	0.108
Intercept	1306.667	1	1306.667	1304.596	0.000
TREAT	8.933	3	2.978	2.973	0.042**
BLOCK	18.333	14	1.310	1.307	0.244 <sup>ns</sup>
Error	42.067	42	1.002		
Total	1376.000	60			
Corrected Total	69.333	59			

หมายเหตุ : \*\*แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านกลิ่น

Source	SS	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	25	17	1.471	1.817	0.059
Intercept	1215	1	1215.000	1500.882	0.000
TREAT	3	3	1.000	1.235	0.309 <sup>ns</sup>
BLOCK	22	14	1.571	1.941	0.049**
Error	34	42	0.810		
Total	1274	60			
Corrected Total	59	59			

หมายเหตุ : \*\*แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านรสชาติ

Source	SS	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	33.267	17	1.957	1.414	0.179
Intercept	1008.600	1	1008.600	728.690	0.000
TREAT	4.867	3	1.622	1.172	0.332 <sup>ns</sup>
BLOCK	28.400	14	2.029	1.466	0.167 <sup>ns</sup>
Error	58.133	42	1.384		
Total	1100.000	60			
Corrected Total	91.400	59			

หมายเหตุ : \*\*แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

## วิเคราะห์ความแปรปรวนด้านเนื้อสัมผัส

Source	SS	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	33.117	17	1.948	3.547	0.000
Intercept	1100.817	1	1100.817	2004.377	0.000
TREAT	4.183	3	1.394	2.539	0.069 <sup>ns</sup>
BLOCK	28.933	14	2.067	3.763	0.000 <sup>ns</sup>
Error	23.067	42	0.549		
Total	1157.000	60			
Corrected Total	56.183	59			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิเคราะห์ความแปรปรวนของการยอมรับโดยรวม

Source	SS	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	30.417	17	1.789	1.852	0.053
Intercept	1206.017	1	1206.017	1248.629	0.000
TREAT	8.183	3	2.728	2.824	0.050**
BLOCK	22.233	14	1.588	1.644	0.107 <sup>ns</sup>
Error	40.567	42	0.966		
Total	1277.000	60			
Corrected Total	70.983	59			

หมายเหตุ : \*\*แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาคผนวก ง.**  
**แป้งดัดแปร (modified starch)**

**Instant Textra**

Instant Textra เป็นแป้งอาหารที่ดัดแปรมาจากมันสำปะหลังซึ่งสามารถละลายได้ในน้ำเย็น สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์แสดงคุณสมบัติคล้ายไขมัน ทำให้เกิดความมันวาว ความใสและรสชาติที่นุ่มนวล พร้อมทั้งมีความคงตัวเป็นพิเศษในการเกิดเจลในตัวเย็นเมื่อเทียบกับเม็ดแป้ง โดยทั่วไปที่ผ่านการเจลาติไนส์เบื้องต้น

**คุณสมบัติทางกายภาพ**

สี	ขาว จนถึง ออกขาว
ลักษณะ	เป็นผง
ความชื้น	ประมาณ 7%
pH	ประมาณ 6%

**ลักษณะเฉพาะและคุณสมบัติ**

Instant Textra สามารถเติมลงในผลิตภัณฑ์อาหารที่มีลักษณะเหลว เช่น เครื่องดื่ม ซอสและน้ำเชื่อม เพื่อเพิ่มความหนืดและความรู้สึกในปาก ผลิตภัณฑ์นี้มีความคงตัวในสารละลายที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งสะดวกต่อการเกิดเป็นเจลของเม็ดแป้ง ผลิตภัณฑ์นี้ทำให้เกิดความลื่น เพิ่มความรู้สึกในช่องปาก เกิดการเคลือบเพดานปากได้ดีขึ้นและทำให้เกิดกลิ่นรสสะอาดในส่วนประกอบ ผลิตภัณฑ์นี้เมื่อใช้ในปริมาณมากจะทำให้มีเนื้อสัมผัสละมุนและสามารถไหลได้เล็กน้อยด้วยแรงจับตัวกันในระดับต่ำ

Instant Textra สามารถเติมลงในสารละลายได้ทันที โดยผสมกับส่วนผสมแห้งอื่นๆ เช่น น้ำตาล ก่อนเติมลงในน้ำเพื่อให้เกิดการกวนได้ดี ผลิตภัณฑ์นี้ทนต่อการรบกวน ความร้อนและแรงเค้นขนาดปานกลาง

**การประยุกต์ใช้**

แนะนำให้ใช้ Instant Textra ในระบบซึ่งเป็นของเหลว เพื่อได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาตินุ่มนวล คุณสมบัติคล้ายไขมัน เพิ่มความรู้สึกในช่องปากและความคงตัวที่อุณหภูมิห้อง การประยุกต์ใช้โดยทั่วไปรวมถึงเครื่องดื่ม ซอส และน้ำเชื่อม

เครื่องดื่ม Instant Textra เหมาะกับเครื่องดื่ม เช่น กาแฟ ชาหรือชอคโกแลต และและเข้ากันได้ดีกับส่วนผสมแห้งสามารถช่วยเพิ่มความรู้สึกรวมในช่องปากได้ นอกจากนี้ยังอาจใช้เพื่อทำให้เนื้อผลไม้ในผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของน้ำผลไม้ลอยตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ซอส Instant Textra** สามารถใช้กับซอสที่มีความหนืดต่ำ เช่น ซอสถั่วเหลืองหรือ ซอสเทรียกิ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและสามารถไหลได้ ซอสที่ทำจากผลิตภัณฑ์นี้มีแรงยึดเหนี่ยวกับผลิตภัณฑ์อาหารมากกว่า ทำให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีรสชาติของซอสมากขึ้น

**น้ำเชื่อม Instant Textra** อาจใช้เพื่อคงลักษณะเฉพาะด้านเนื้อสัมผัสเพื่อลดส่วนอาหารแข็ง เช่น แพนเค้กชนิด lite หรือน้ำเชื่อมผลไม้ โดยทั่วไป ใช้ Instant Textra 1-2% ช่วยให้เกิดคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสของน้ำตาลได้ 20-25%

#### รับรองฉลาก

“แป้งอาหารตัดแปร์”

<b>Instant Textra</b>	
ฉลากระบุ	แป้งอาหารตัดแปร์
ที่มา	มันสำปะหลัง
ลักษณะทางกายภาพและเคมี	
สี	ขาว จนถึง ออกขาว
ลักษณะ	ผงละเอียด
รสชาติ	จืด
ความชื้น	สูงสุด 14%
pH (10% ของผลรวม)	4.5-7.5
ข้อกำหนดด้านจุลินทรีย์	
Total Plate Count	สูงสุด 10,000/กรัม
ยีสต์	สูงสุด 200/กรัม
รา	สูงสุด 200/กรัม
E.Coli	ไม่พบ
Salmonella	ไม่พบ

#### บรรจุภัณฑ์และการเก็บรักษา

Instant Textra บรรจุอยู่ในถุงกระดาษกราฟท์หลายชั้น มีน้ำหนักสุทธิ 50 ปอนด์ แนะนำให้เก็บ Instant Textra ที่อุณหภูมิปกติ ในที่แห้งและสะอาด ห่างจากวัตถุที่มีกลิ่นแรง Instant Textra มีอายุการเก็บ 24 เดือนนับจากวันที่ผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 เครื่องบด



ภาพที่ 3 ขี้วกดล้อมบดละเอียด ขี้วกดล้อมบดหยาบ และขี้วกดล้อมที่ผ่านการอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



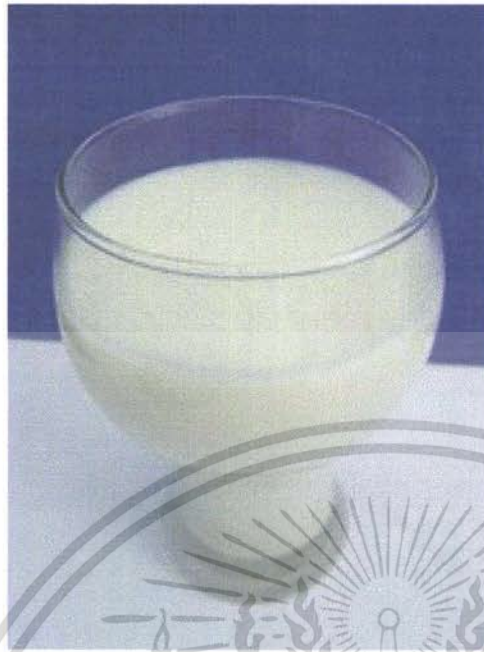
ภาพที่ 4

นมผง และน้ำตาลทรายบดละเอียด



ภาพที่ 5 แป้งคัดแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 ผลิตภัณฑ์สุดท้าย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

นางสาวรังสีมา สิลากิจทรัพย์ เกิดเมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2525 ที่ อ. บ้านโป่ง จ. ราชบุรี สำเร็จการศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสายปัญญา ในพระบรมราชินูปถัมภ์ ในปี พ.ศ.2543 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมแปรรูปอาหาร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2547

นางสาวสุนทร รุ่งสว่าง เกิดเมื่อวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2525 ที่เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา พัฒนาการ ในปี พ.ศ.2543 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมแปรรูปอาหาร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2547

นางสาวอัญชติ ลิ้มปนเทวินทร์ เกิดเมื่อวันที่ 18 มีนาคม 2525 ที่เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนเซนต์โยเซฟ บางนา จ. สมุทรปราการ ในปี พ.ศ. 2543 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมแปรรูปอาหาร) โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2547



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้