

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาการยอมรับของเด็กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

STUDY CONSUMER ACCEPTANCE OF BUTTER CAKE REPLACEMENT FROM WHEAT FLOUR WITH POWDER EXTRACT FROM BROKEN RICE , RICE AND GLUTINOUS RICE

โดย

นางสาวมยุรี สุทธิภักดี

นางสาวมยุรี สุทธิภักดี

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

๒๑/๒๙ ก  
๒๕๔๕

ปีการศึกษา ๒๕๔๕

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 49810

b.....  
i.....

เอกสารนี้... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์... 11344544

ไม่ว่ากรณี... วัน, เดือน, ปี 1 ส.ค. 2547

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2545

ชื่อเรื่อง	การศึกษาการยอมรับของเด็กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว	
	Study Consumer Acceptance of Butter Cake Replacement from Wheat Flour with Powder Extract from Broken Rice, Rice and Glutinous Rice	
ชื่อ – สกุล	นางสาวมยุรี สุทธิภักดี	
สาขาวิชา	อุตสาหกรรมเกษตร	ภาควิชา – วิศวกรรมเกษตร
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สิทธิพงษ์ วงศ์ภูมิ	
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ปิยะวิทย์ ทิพรส	

### บทคัดย่อ

เด็กเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ชนิดหนึ่งที่มีแป้งสาลีเป็นวัตถุดิบหลัก จะต้องสั่งเข้ามาจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพง ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ จึงได้มีการศึกษาการยอมรับของเด็กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว เพื่อลดต้นทุนทางการผลิตและสามารถสั่งซื้อวัตถุดิบภายในประเทศได้ โดยทำการสกัดแป้งจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวด้วยวิธีการโม่แบบเปียก และทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมทดแทนแป้งสาลีจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวโดยใช้อัตราส่วน 20% 40% และ 60% ต่อส่วนผสมทั้งหมด นำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 15 คน แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยอมรับที่ดีที่สุดของเด็กเนยที่ผลิตจากแป้งข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวปรากฏว่า ตัวอย่างมีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P \leq 0.05$ ) โดยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว 20% ต่อส่วนผสมทั้งหมดได้คะแนนการยอมรับมากที่สุดในทุกๆด้าน จากนั้นได้ทำการศึกษาการยอมรับ

ของผู้บริโภคต่อเด็กเนยที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว 20% มาเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐานซึ่งใช้แป้งสาลี 100% ต่อส่วนผสมทั้งหมด ทำการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผลจากการศึกษาพบว่าสูตรมาตรฐานและสูตรที่ใช้แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P > 0.05$ ) ในทุกๆ ด้าน ดังนั้นถ้าเราจะทดแทนแป้งสาลี ควรจะใช้แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% ต่อส่วนผสมทั้งหมดได้ เพราะนอกจากจะมีคุณสมบัติเทียบเท่าสามารถทดแทนแป้งสาลีได้แล้ว ยังช่วยลดต้นทุนทางการผลิตด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือจาก อาจารย์สิทธิพงษ์ วงศ์ภูมิ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำและแนวทางแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ขอขอบคุณ อาจารย์ปิยะวิทย์ ทิพรส ที่ได้ให้คำแนะนำในการแก้ไขโครงร่างปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณอาจารย์ ทศนีย์ นาครัถย์ ที่ให้ความช่วยเหลือด้านอุปกรณ์ในการทำแค้มเปญจากการทดแทนแป้งสาลีด้วย แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว นอกจากนี้ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำแบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส และให้กำลังใจตลอดมา ทำให้การทดลองครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ความดีทั้งหมดนี้ขอมอบให้กับบิดา มารดา ที่เอื้อเฟื้อทุนทรัพย์และเป็นกำลังใจให้ตลอดมา รวมถึงทุกๆ ท่านที่เกี่ยวข้องด้วย

มยุรี สุทธิภักดี  
กุมภาพันธ์ 2546

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ .....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ข้าว.....	3
2.2 กระบวนการผลิตแป้งจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว.....	13
2.3 การผลิตเค้กเนย.....	15
2.4 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเค้กเนย.....	17
2.5 อุปกรณ์ชั่ง ตวง วัด.....	19
2.6 วิธีการผลิตเค้กเนย.....	21
บทที่ 3 อุปกรณ์ และวิธีการ.....	27
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	27
3.2 วิธีการ.....	28
3.2.1 การวางแผนการวิจัย.....	28
3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	29
3.3 สถานที่ทำการวิจัย.....	29
3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	29
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....	30
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	41

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	43
ภาคผนวก.....	44



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากค่าเฉลี่ยคะแนน การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนที่เหมาะสมทดแทนแป้งสาลีจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า.....	31
2. การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนที่เหมาะสมทดแทนแป้งสาลีจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว.....	34
3. การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสของเค้กเนย จากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว 20% ต่อส่วนผสมทั้งหมด เปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน.....	38

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

แม้ไทยจะส่งออกข้าวปริมาณมากแต่ในการส่งออกผลิตภัณฑ์ข้าวกลับมีเพียงเล็กน้อย ดังสถิติการส่งออกในปี พ.ศ. 2541 ไทยส่งออกข้าวรวม 6,540,235 ตัน แต่ส่งออกผลิตภัณฑ์ข้าวเพียง 117,117 ตัน คิดเป็น 1.8% ของปริมาณส่งออกข้าวเป็นหลักและนำรายได้เข้าประเทศ 2,630 ล้านบาท หรือเป็น 3.0% ของมูลค่าข้าวส่งออก (ผลส่งออกข้าวรวมมีมูลค่า 86,805 ล้านบาท) ผลิตภัณฑ์ข้าวส่งออกได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวอื่น ๆ แม้ว่าปริมาณการส่งออกผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแป้งข้าวจะมีเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการส่งออกเมล็ดข้าว แต่เมื่อคำนวณเป็นราคาต่อตันพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแป้งข้าว มีราคาสูงกว่าการส่งออกเมล็ดข้าวอย่างเด่นชัดราคา 22,460 บาท/ตัน ในขณะที่ราคาเมล็ดข้าวมี 13,270 บาท/ตัน แม้ในกลุ่มเมล็ดข้าวคุณภาพดีก็ยังมีราคาต่ำกว่าราคาผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแป้งข้าว ดังนั้นหากสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ย่อมเป็นการเพิ่มมูลค่าให้สูงขึ้น

แป้งข้าวมีทั้งชนิดแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียว เนื่องจากเมล็ดข้าวไทยมีคุณสมบัติของแป้งแตกต่างกัน ดังนั้นการแปรรูปข้าวเป็นผลิตภัณฑ์จึงมีหลากหลาย ผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมสามารถพัฒนาจากข้าวที่มีอยู่ในปัจจุบันให้เป็นแป้งข้าวที่สามารถทำผลิตภัณฑ์ได้

เบเกอรี่ก็เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งซึ่งแต่จะเป็นที่นิยมเฉพาะผู้ผลิตที่ต้องการลงทุนทำธุรกิจเท่านั้น สำหรับแม่บ้านก็ได้ตื่นตัวในการที่จะศึกษาหาความรู้ทางด้านนี้เป็นอย่างมาก เพราะความรู้ทางด้านนี้นอกจากจะทำให้มีรายได้แล้วยังช่วยให้เกิดความเพลิดเพลิน และได้ประโยชน์ทางอ้อมต่อครอบครัวอีกด้วย ( จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2539 : 1 – 5 )

เค้กก็เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ชนิดหนึ่งที่มีแป้งสาลีเป็นวัตถุดิบหลักซึ่งจะต้องสั่งเข้ามาจากต่างประเทศ ซึ่งเป็นที่ทราบกันคืออยู่แล้วว่ามีราคาแพงดังนั้นหากนำแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียวที่ผลิตได้เอง ซึ่งมีคุณค่าสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตอยู่สูง ( งามชื่น คงเสรี, 2539 : 51 ) และมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับแป้งสาลี เมื่ออบสุกแล้ว ( อังสนา กาญจนากร, 2539 : 51 ) อีกทั้งยังมีราคาไม่แพง หากผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้รับการส่งเสริมเพื่อการส่งออก ย่อมจะช่วยในการนำเงินตรา

ต่างประเทศ ด้วยเหตุนี้การพัฒนาการเกษตรของประเทศจึงมีทิศทางหนึ่งในการสนับสนุนการพัฒนาเกษตรอุตสาหกรรม แปรรูปสินค้าเกษตรเพื่อเพิ่มมูลค่าให้สูงขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 สกัดแป้งจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

1.2.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมทดแทนแป้งสาลีจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

1.2.3 หาสูตรที่เหมาะสมในการทำเค้กเนยให้มีคุณภาพดี และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

## 1.3 ขอบเขตของปัญหา

1.3.1 สกัดแป้งจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในการทำเค้กเนย

1.3.2 ศึกษากรรมวิธีการผลิตเค้กเนยจากข้าวหักของแป้งข้าวเจ้าและแป้งข้าวเหนียวเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมทดแทนแป้งสาลี

1.3.3 ศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้อัตราส่วน และสูตรที่เหมาะสม ในการผลิตเค้กเนยจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยทำการทดสอบกับนักศึกษาปริญญาตรี จากสาขาเทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตพืช เทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตสัตว์ และอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 15 คน

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

1.4.2 ได้อัตราส่วนของแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวที่เหมาะสมในการใช้ทดแทนแป้งสาลี

1.4.3 ได้สูตรการผลิตที่เหมาะสมสำหรับการทำเค้กเนยให้มีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.4.4 ได้ผลิตภัณฑ์ตัวเดิม แต่ต้นทุนการผลิตต่ำลง และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเค้กเนยที่ผลิตจากแป้งข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

## บทที่ 2

### การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ข้าว (rice)

ข้าวเป็นพืชที่ปลูกกันมากที่สุดในโลก เพราะสามารถปลูกได้ทุกหนทุกแห่ง ตั้งแต่มนุษย์ยังไม่รู้จักวิธีการเพาะปลูก จากการค้นคว้าของนักมนุษยวิทยาและนักโบราณคดีเชื่อกันว่า ข้าวมีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เพราะจากหลักฐานปรากฏว่ามีการปลูกข้าวเมื่อ 2,800 ปีก่อนคริสตกาลในประเทศจีน และ 1,000 ปีก่อนคริสตกาลในประเทศอินเดีย แต่จากการค้นพบข้าวในประเทศไทยทางตะวันออกเฉียงเหนือ กำหนดอายุได้ 5,000 ปีก่อนคริสตกาล ทำให้เชื่อแน่ว่าถิ่นกำเนิดที่แท้จริงนั้นอยู่ในประเทศจีนตอนใต้ และอาจแผ่มาถึงภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ( ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538 : 1 – 2 )

#### ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ข้าวเป็นพืชในตระกูลหญ้า ( Gramineae ) ซึ่งพืชในตระกูลนี้มีอยู่ประมาณ 4,500 ชนิดแบ่งออกเป็นหลายสกุล ( genus ) ข้าวจัดอยู่ในสกุล *Oryzae* และมีอยู่หลายชนิด ( species ) เท่าที่สำรวจพบมีอยู่ 60 ชนิด แต่ที่รู้จักกันดีมีอยู่เพียง 23 ชนิดเท่านั้น ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ข้าวป่าในเอเชียและแอฟริกา ลำต้นเป็นปล้อง ทุกปล้องแตกขึ้นมาเป็นกอ หลังจากงอกจากเมล็ดแล้ว 25 – 30 วัน หรือเมื่อเจริญเติบโตจนกระทั่งมีใบ 5 – 7 ใบแล้ว การแตกกอจะเกิดจากตาที่อยู่ตามข้อโคนต้นข้าวเจ้า การแตกกอจะเกิดขึ้นบนข้อของลำต้นส่วนบนใกล้ผิวน้ำ ลำต้นกลวง ใบมีลักษณะยาวรีและปลายแหลม ท่อทางเดินอาหารและท่อน้ำในใบยาวขนานกันไปจากแกนกลางถึงขอบใบเมื่อระยะแตกกอผ่านไป 45 – 60 วัน ข้าวจะเริ่มตั้งท้อง โดยมีระยะตั้งท้อง 30 วัน จึงเกิดช่อดอกหรือรวงข้าวขึ้น รวงข้าวมีสีมัวๆ เทาๆ อมเหลือง มีลักษณะเป็นพู่ ประกอบด้วยดอกเล็กๆ มากมาย เมื่อรวงข้าว โผล่พ้นจากกาบใบ 1 – 3 วัน ดอกจะบานและผสมเกสรภายในระยะเวลาประมาณ 7 วัน หลังจากนั้นจะเกิดเมล็ดข้าวขึ้น เมล็ดข้าวจะเจริญเติบโตและมีความแข็งแรงมากขึ้น ข้าวนาที่จะเก็บเกี่ยวและขนมาวางบนลานที่เตรียมไว้เมล็ดข้าวที่ได้เรียกว่าข้าวเปลือก

ข้าวที่รับประทานกันอยู่มี 2 ประเภท คือ *Oryza sativa* และ *Oryza glaberrima* ข้าว *Oryza sativa* เป็นข้าวที่ปลูกในทวีปเอเชียเป็นส่วนใหญ่ และอาจแบ่งย่อยเป็น 3 พวก คือ *Oryza*

*sativa japonica*, *Oryza sativa indica* และ *Oryza sativa javanica* ข้าวทั้ง 3 พวกนี้มีความแตกต่างกันในเรื่องรูปร่าง อุณหภูมิและความยาวของวันที่ต้องการสำหรับการเพาะปลูก พวก *Oryza sativa japonica* มีลักษณะเมล็ดสั้น ป้อม รวงยาก พวก *Oryza sativa indica* มีลักษณะเมล็ดยาว แคน รวงง่ายมาก ส่วนพวก *Oryza sativa javanica* มีลักษณะเมล็ดยาว กว้าง หนา และรวงยากข้าวประเภท *Oryza glaberrima* เป็นข้าวที่ปลูกกันในอาฟริกาตะวันตก เป็นข้าวที่ผสมตัวเอง การผสมข้ามพันธุ์มีน้อยมาก ( ฌรงค์ นิยมวิทย์, 2538 : 3 – 4 )

### การเกิดเมล็ดข้าว

#### ลักษณะของช่อดอกข้าวและดอกข้าว

ช่อดอกข้าว ( panicle ) ประกอบด้วยก้านรวง ( peduncle ) และก้านรวงข้าวที่อยู่ในส่วนที่เป็นตัวรวงเรียกว่าก้านช่อร่วง ( peduncle axis หรือ rachis ) จากก้านช่อดอกจะมีกิ่งก้านแยกออกไปเรียกว่าแขนงช่อดอกใหญ่ ( primary branch ) และจากก้านช่อดอกใหญ่จะมีกิ่งแตกออกไปอีกครั้งหนึ่งเรียกว่า ก้านช่อดอกเล็ก จะเป็นระแงหรือก้านดอก ( pedicle ) ซึ่งตรงปลายเป็นดอกข้าว ( spikelet ) ระหว่างดอกข้าวกับระแงเป็นก้าน โคนดอก ( rachilla ) เป็นบริเวณที่มีใบเล็กๆ อยู่ 2 ใบ เรียกว่า หูดอก ( glume )

สำหรับดอกข้าวนั้นประกอบด้วยกลีบดอกใหญ่ ( lemma ) และกลีบดอกเล็ก ( palea ) กลีบดอกทั้งสองนี้จะเรียกว่า เปลือก เมื่อเมล็ดข้าวแก่ บนกลีบดอกมักจะมีขนและปลายกลีบดอกใหญ่บางพันธุ์จะมีหาง ด้านในของโคนกลีบดอกจะมีกลีบเล็กๆ คล้ายเปลือกหุ้มตา เรียกว่า lodicule เชื่อกันว่าทำหน้าที่ให้กลีบดอกบาน ตรงกลางดอกมีอับเกสรตัวผู้ ( nather ) 6 อัน เมื่อกลิบบอกบานออก ก้านอับเกสร ( filament ) จะส่งอับเกสรตัวผู้ให้ชูพ้นกลีบดอกและอับเกสรจะแตกออกภายใน 2 – 3 วินาที ละอองเกสรจะตกลงใส่เกสรตัวเมีย ( stigma ) ซึ่งมีอยู่ 2 อัน หลังจากนั้นละอองเกสรจะงอกและส่งเชื้อเข้าไปผสมกับเชื้อตัวเมียในรังไข่ ( pistil ) การผสมพันธุ์จะเกิดขึ้น

#### การเกิดเนื้อข้าว

เนื้อข้าวจะเกิดขึ้นหลังจากมีการผสมพันธุ์แล้ว โดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะน้ำนม ( milk stage ) ระยะสะสมแป้ง ( dough stage ) และระยะเมล็ดแก่ ( mature grain stage ) ในระยะแรกนั้นจะเริ่มตั้งแต่ดอกข้าวติดเมล็ด โดยเกสรตัวผู้จะผสมกับไข่ที่อยู่ในเยื่อหุ้มไข่ ( nucellus ) ไข่ที่ผสมแล้วจะแบ่งตัวอย่างรวดเร็ว พร้อมกับมีเยื่อหุ้มชั้นใน ( inner integument ) และเยื่อหุ้มชั้นนอก ( outer integument ) เกิดขึ้น เยื่อหุ้มทั้งสองนี้จะหุ้มเยื่อหุ้มไข่ไว้ นอกจากนี้ทางก้านดอกยังมีผนังรังไข่หุ้มไว้อีกชั้นหนึ่ง เมื่อไข่ผสมกับเกสรแล้วจะมีการแบ่งตัวอีกหลายครั้ง ในระยะแรกจะแบ่งตัวออกไปตามความยาวของเมล็ดก่อนต่อมาจึงขยายออกไปทางด้านข้าง ทำให้เกิดเนื้อเมล็ด ( endosperm ) และงอกข้าวขึ้นภายในเยื่อหุ้มไข่ เนื้อเมล็ดจะหุ้มงอกข้าวไว้และแบ่งตัวออกอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวดเร็ว โดยไม่มีผนังกันระหว่างนิวเคลียสจนกระทั่งเต็มรังไข่ โดยใช้เวลา 4 วัน ในวันที่ 3 หลังจากผสมจะเกิดผนังเซลล์รอบนอกเนื้อเมล็ด เรียกว่า “เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด” ( aleurone layer ) โดยจะเกิดทางด้านหลังเมล็ดก่อน ขณะที่เนื้อเมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้นจะดันเอาเยื่อหุ้มไข่ออกไปชิดกับเยื่อหุ้มชั้นใน ในขณะที่เดียวกันเยื่อหุ้มไข่ออกไปเรื่อยๆ สลายตัวไป เหลือแต่เยื่อหุ้มชั้นใน ซึ่งต่อมาเรียกว่า “เยื่อหุ้มเมล็ด” ( tegmen, testa หรือ seed coat ) อย่างไรก็ตาม เยื่อหุ้มไข่อาจหลงเหลืออยู่บ้างในเมล็ดข้าว ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มผสมเกสรจนถึงระยะที่เกิดเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดอย่างสมบูรณ์ใช้เวลาประมาณ 7 วัน หลังจากนั้นจะเข้าสู่ระยะที่สอง ในระยะนี้แป้งและโปรตีนจะสะสมในเนื้อเมล็ด โดยแป้งสะสมก่อน การสะสมจะเกิดขึ้น 4 – 10 วัน หลังจากการผสมเกสรแล้ว การสะสมจะเริ่มจากเซลล์ที่อยู่ตรงกลางเนื้อเมล็ดก่อน แล้วค่อยๆ ออกมาทางด้านนอก อัตราความเร็วของการสะสมจะช้าลงเรื่อยๆ การสะสมแป้งจะถึงจุดสูงสุดในวันที่ 15 ในระยะเดียวกันโปรตีนก็เริ่มสะสมในเซลล์ของเนื้อแป้งเช่นเดียวกัน โดยจะเริ่มสะสมในวันที่ 7 หลังการผสมเกสร การสะสมจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับการสะสมแป้ง โดยจะเริ่มจากด้านนอกของเนื้อเมล็ดก่อน แล้วค่อยๆ เคลื่อนเข้าหาจุดศูนย์กลาง เมื่อการสะสมแป้งและโปรตีนมีมากขึ้นจนกระทั่งเมล็ดแป้งอัดตัวกันแน่นก็เข้าสู่ระยะสุดท้าย สีของกลีบจะเริ่มเปลี่ยนเป็นเหลือง ซึ่งเรียกว่าสีพลับพลึง เป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับการเก็บเกี่ยว ความชื้นในระยะนี้ประมาณร้อยละ 25 ระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมดประมาณ 3 – 4 สัปดาห์ นับจากการผสมเกสรแล้ว แต่อาจนานไปถึง 8 สัปดาห์ ถ้าอากาศหนาว ( วาสนา ผลารักษ์, 2523 : 12 )

#### โครงสร้างของเมล็ดข้าวเปลือก

เมล็ดข้าวเปลือก ( rough rice หรือ paddy rice ) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเปลือกหรือแกลบ ( hulls, husks หรือ chaffs ) และส่วนที่เป็นเนื้อ ( caryopsis ) ส่วนที่เป็นเปลือกมีประมาณร้อยละ 24 – 25 ส่วนที่เป็นเนื้อมักเรียกกันว่าข้าวกล้อง ( brown rice, shelled rice, husked rice หรือ loonzain ) ส่วนนี้มักมีสีเหลืองเล็กน้อยเนื่องจากเยื่อหุ้มรังไข่มีสารให้สี ถัดจากเยื่อหุ้มรังไข่เข้าไปเป็นชั้นของเยื่อหุ้มเมล็ด เยื่อหุ้มไข่ออก และเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด ตามลำดับ ภายในเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดประกอบด้วยเนื้อเมล็ดและจมูกข้าว ข้าวกล้องมีเยื่อหุ้มรังไข่ร้อยละ 1-2 เยื่อหุ้มเมล็ดรวมกับเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดร้อยละ 4-6 จมูกข้าวร้อยละ 2-3 และเนื้อเมล็ดร้อยละ 89-94 ( งามชื่น คงเสรี, 2539 : 7 – 8 )

#### เปลือก

เปลือกข้าวประกอบด้วยกลีบดอกใหญ่และกลีบดอกเล็ก โดยกลีบดอกทั้งสองเกาะกันแน่นรูปร่างของเมล็ดข้าวจะมีลักษณะเหมือนกับเนื้อข้าวที่อยู่ภายใน เปลือกข้าวมีซิลิกาเป็นส่วนประกอบหลัก โดยเฉพาะด้านนอกของเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### เยื่อหุ้มเนื้อข้าว

เยื่อหุ้มเนื้อข้าว ( caryopsis coat ) มีอยู่ 3 ชั้น ประกอบด้วยเยื่อหุ้มรังไข่ ( ผนังรังไข่ ) ( pericarp ) เยื่อหุ้มเมล็ด และเยื่อหุ้มไข่ ชั้นที่เป็นเยื่อหุ้มรังไข่ต่อมาจะเชื่อมติดกับเยื่อหุ้มเมล็ด ลักษณะเช่นนี้ทำให้ข้าวมีลักษณะที่แตกต่างไปจากเมล็ดพืชแบบอื่นๆ ซึ่งมักเรียกเมล็ดแบบนี้ว่า caryopsis เยื่อหุ้มรังไข่มีความหนาประมาณ 10 ไมครอน เยื่อหุ้มเมล็ดหนาประมาณ 0.5 ไมครอน และเยื่อหุ้มไข่หนาประมาณ 0.8 ไมครอน เยื่อหุ้มเมล็ดไข่ในเมล็ดจะยังเหลืออยู่หรือไม่ยังเป็นที่ยกเถียงกันอยู่ นักวิทยาศาสตร์บางกลุ่มเชื่อว่ายังคงเหลืออยู่เมื่อข้าวแก่จัดและสุกแล้ว ในขณะที่บางกลุ่มเชื่อว่าไม่มีเหลืออยู่เลย

### เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด

เนื้อเยื่อชนิดที่ทำหน้าที่หุ้มเนื้อเมล็ดไว้ เป็นเนื้อเยื่อที่ประกอบด้วยเซลล์หลายชั้น แต่ละส่วนของเมล็ดก็มีจำนวนชั้นไม่เท่ากัน ด้านหลังเมล็ดมีจำนวนชั้นมากกว่าทางด้านท้องเมล็ดหรือด้านข้าง นอกจากนี้ข้าวชนิดต่างๆ ก็มีจำนวนชั้นไม่เท่ากันด้วย ข้าวเมล็ดสั้นมักมีจำนวนชั้นมากกว่าข้าวเมล็ดยาว เซลล์ของเยื่อหุ้มเมล็ดจะมีรูปลิ่มเหลี่ยม และมีเมล็ดโปรตีนอยู่ภายในจำนวนมาก นอกจากนี้ยังพบ phytate bodies เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส ข้าวที่ปลูกในที่ดอนจะมีชั้นเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดมากกว่าข้าวที่ปลูกในที่ลุ่ม และข้าวที่สุกในขณะที่อากาศร้อนจะมีเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ดทางด้านหลังหนากว่าปกติ

### จุมูกข้าว หรือคัพพะ ( embryo หรือ germ )

จุมูกข้าวมีขนาดเล็กมาก อยู่ติดกับขั้วทางด้านท้องของเมล็ด ด้านนอกหุ้มด้วยเยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด เยื่อหุ้มไข่ และเยื่อหุ้มเมล็ด ตามลำดับ จุมูกข้าวประกอบด้วยยอด และราก ( radicle ) ซึ่งต่อกันด้วยลำต้นสั้นๆ ( hypocotyl ) ยอดมีปลอกหุ้มที่เรียกว่า coleoptile ซึ่งจะเจริญเติบโตเป็นใบจริงใบแรกต่อไป ส่วนรากก็มีปลอกหุ้มเช่นกัน เรียกว่า coleorhiza ทางด้านที่จุมูกข้าวติดกับเนื้อแป้งมีเนื้อเยื่อทำหน้าที่เป็นใบเลี้ยงใบแรกติดอยู่ เรียกว่า scutellum ( cotyledon ) และทางด้านข้างของใบเลี้ยงใบแรกมีใบเลี้ยงใบที่สองที่ไม่สมบูรณ์ติดอยู่ ซึ่งจะคลุมไปถึงยอดของใบจริงด้วย ใบเลี้ยงนี้เรียกว่า epiblast

### เนื้อเมล็ด ( starchy endosperm )

เนื้อเมล็ดประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง เป็นพวก parenchyma cells เป็นเซลล์ที่มีแป้งและโปรตีน ศูนย์กลางของเนื้อแป้งมีความแข็งมากกว่าส่วนที่อยู่ด้านนอก ข้าวที่มีโปรตีนสูงมักจะโปร่งแสงและมีสีค่อนข้างเหลือง เม็ดแป้งมีลักษณะเป็นมุมแหลมและเกาะเป็นกลุ่ม ส่วนที่อยู่ด้านนอกของเนื้อแป้งมีขนาดเล็ก ( 2 - 4 ไมครอน ) และมีจำนวนน้อยทางด้านข้างและทางด้านท้องเมล็ด โดยจับตัวกันเป็นกลุ่มๆ และแยกกันอยู่ เม็ดแป้งที่จุดศูนย์กลางของเนื้อเมล็ดมีขนาด 5 - 9 ไมครอน

และจับเป็นกลุ่มแน่น ส่วนเม็ดแป้งที่อยู่ใกล้กับจมูกข้าวมีขนาดเล็ก นอกจากนี้เม็ดแป้งในจมูกข้าวก็มีขนาดเล็ก ส่วนเม็ดแป้งในใบเลี้ยงมีขนาดค่อนข้างใหญ่

โปรตีนที่พบในเนื้อเมล็ดมีลักษณะเป็นเมล็ด มีขนาด 1 – 4 ไมครอน มีอยู่มากทางด้านหลังและบริเวณผิวมากกว่าที่ศูนย์กลางของเนื้อเมล็ด ส่วนไขมันมักจะอยู่ร่วมกับโปรตีน ส่วนที่เป็นเนื้อแป้งมักมีสีขุ่นโดยเฉพาะข้าวเจ้า ถ้าส่วนที่ขุ่นอยู่ที่ศูนย์กลางของเมล็ดและขยายออกไปจนจรดท้องเมล็ด เรียกข้าวชนิดนี้ว่า “ข้าวไส้ขาว” ( white core ) ถ้าสีของข้าวเกิดขึ้นเฉพาะตรงท้องเมล็ดเรียกข้าวชนิดนี้ว่า “ข้าวท้องไขหรือข้าวท้องปลาขาว” ( white belly หรือ abdominal white ) ถ้าทางด้านหลังเมล็ดมีสีขาวเรียกว่า “ข้าวหลังขาว” ( white back ) การเกิดสีขุ่นนั้นเชื่อกันว่ามีสาเหตุจากการสะสมแป้งและโปรตีนไม่สมบูรณ์เป็นอย่างมาก ข้าวบางชนิดมีสีขาวทั้งเมล็ดทำให้กรอบและแตก หักง่าย ( ณรงค์ นิยมวิทย์, 2538 : 5 – 11 )

คุณสมบัติของแป้ง ( กล้าณรงค์ ศรีรอด, 2543 : 38 – 42 )

การดูดซับน้ำ การพองตัวและการละลาย

เมื่อเติมน้ำลงในแป้งและตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำจากบรรยากาศ จนเกิดสมดุลระหว่างความชื้นภายในเม็ดแป้งกับความชื้นในบรรยากาศ ปริมาณน้ำที่ถูกดูดซึมน้ำจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ แป้งส่วนใหญ่เมื่อเกิดสมดุลภายใต้บรรยากาศปกติจะมีความชื้น 10 ถึง 17% แป้งข้าวโพด แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง และแป้งข้าวโพดข้าวเหนียว สามารถดูดซึมน้ำได้ในปริมาณ 39.9, 42.9, 50.9 และ 51.4 กรัมต่อน้ำหนักแป้งแห้ง 100 กรัมตามลำดับ

น้ำที่อยู่ในเม็ดแป้งมีอยู่ด้วยกัน 3 รูปแบบ คือ น้ำในผลึก น้ำในรูป bound water และน้ำในรูปอิสระ ( free water ) โดยมีการจับแป้งได้แน่นตามลำดับ และแป้งมีความชื้น 8 – 10% สามารถจับกับน้ำได้แน่นกว่าแป้งที่มีความชื้นสูงกวานี้ เนื่องจากการจับของน้ำกับหมู่ไฮดรอกซิลที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 6 ของกลูโคสแต่ละหน่วยของแป้ง จะได้สตาร์ชโมโนไฮเดรต  $[n(C_6H_{10}O_5 \cdot H_2O)]$

น้ำหรือของเหลวชนิดอื่นสามารถแพร่และผ่านเข้าไปในร่างแหของไมเซลล์ ( micelles ) ในเม็ดแป้งได้อย่างอิสระ ทดสอบได้จากการแขวนลอยของแป้ง ในสารละลายไฮโอดีนเจือจาง จะเกิดสีขุ่นในเม็ดแป้งใส่โซเดียมไทโอซัลเฟต ( sodium thiosulfate ) ลงไป พบว่าสีจะหายไปอย่างรวดเร็ว และเมื่อนำมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่าเม็ดแป้งประกอบด้วยรูพรุนจำนวนมากซึ่งจะทำหน้าที่เป็น molecular sieve รูพรุนเหล่านี้อาจจะเกิดขึ้นในขั้นตอนการทำแห้งในกระบวนการผลิตแป้ง หรืออาจจะมียูเรียในแป้งธรรมชาติ แต่มีขนาดขยายใหญ่ขึ้นเนื่องจากขั้นตอนการทำแห้งในกระบวนการผลิตแป้ง

แป้งดิบ จะไม่ละลายในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิเจลาตินส์เนื่องจากมีพันธะไฮโดรเจนซึ่งเกิดจากหมู่ไฮดรอกซิลของโมเลกุลแป้งที่อยู่ใกล้ๆ กัน หรือ water bridges แต่เมื่ออุณหภูมิของสารผสมน้ำแป้งเพิ่มสูงกว่าช่วงอุณหภูมิในการเกิดเจลาตินส์ พันธะไฮโดรเจนจะถูกทำลาย โมเลกุลของน้ำจะเข้ามาจับกับหมู่ไฮดรอกซิลที่เป็นอิสระ เม็ดแป้งเกิดการพองตัว ทำให้การละลายความหนืดและความใสเพิ่มขึ้น คุณสมบัติของการเกิด birefringence จะหมดไป ปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัวและความสามารถในการละลายคือชนิดของแป้ง ความแข็งแรงในลักษณะของร่างแหภายในเม็ดแป้ง สิ่งเจือปนภายในเม็ดแป้งที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต ปริมาณน้ำในสารละลายแป้งรูปแบบในการพองตัวและการละลายของเม็ดแป้งแต่ละชนิดจะมีรูปแบบที่แตกต่างกันไป

เมื่อมีการให้ความร้อนแก่สารละลายน้ำแป้ง เม็ดแป้งจะเกิดการพองตัวและบางส่วนของแป้งจะละลายออกมา กำลังการพองตัวของแป้งจะแสดงเป็นปริมาตรหรือน้ำหนักของเม็ดแป้งที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเม็ดแป้งพองตัวได้อย่างอิสระในน้ำ สำหรับความสามารถในการละลายจะแสดงเป็นน้ำหนักของแข็งทั้งหมดในสารละลายที่สามารถละลายได้ ซึ่งคุณสมบัติทั้งสองนี้มีความสัมพันธ์กัน

**ปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัวและความสามารถในการละลายของแป้งมีหลายประการ**

### **(1) ชนิดของแป้ง**

แป้งแต่ละชนิดมีรูปแบบในการพองตัวและการละลายแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาตามความสามารถในการพองตัวและการละลายของแป้งแล้ว สามารถแบ่งแป้งออกเป็น 3 ชนิด คือ แป้งจากรัณพีศ แป้งจากส่วนราก และแป้งจากส่วนหัว

1.1 แป้งจากรัณพีศ มีรูปแบบการพองตัวและการละลาย 2 ชั้น แสดงถึงแรงของพันธะภายในเม็ดแป้งที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ พันธะบริเวณเปลือก และบริเวณอณูฐานของเม็ดแป้ง แป้งจำพวกนี้มีจำนวนพันธะสูงสุด แต่มีกำลังการพองตัวและการละลายต่ำสุดเนื่องจากมีปริมาณอะมิโลสสูง ซึ่งจะมิโลสจะทำให้โครงสร้างร่างแหในเม็ดแป้งแข็งแรงขึ้น ทำให้พองตัวได้ต่ำ

1.2 แป้งจากส่วนราก หรือ pith เช่น แป้งมันสำปะหลัง มีการพองตัวเพียงชั้นเดียว กำลังการพองตัวและการขยายมีค่าสูงกว่าแป้งจากรัณพีศ เนื่องจากมีจำนวนพันธะน้อยกว่า แป้งจากส่วนรากจะเกิดเจลาตินส์ที่อุณหภูมิต่ำกว่าแป้งจากรัณพีศ

1.3 แป้งจากส่วนหัว เช่น แป้งมันฝรั่ง จะมีการพองตัวสูงเนื่องจากพันธะภายในร่างแหอ่อนแอ นอกจากนี้หมู่ฟอสเฟตภายในแป้งมันฝรั่งยังทำให้เกิดการพองตัวสูงขึ้น เนื่องจาก

สามารถก่อให้เกิดแรงผลักดันทางไฟฟ้าได้ การพองตัวในแป้งจากส่วนหัวจะเกิดเพียงชั้นเดียวและเกิดขึ้นที่อุณหภูมิต่ำ รูปแบบนี้จะเป็นลักษณะของแป้งที่เป็นพอลิอิเล็กโทรไลต์ (polyelectrolyte)

(2) ความแข็งแรงและลักษณะของร่างแหภายในเม็ดแป้ง หรืออีกนัยหนึ่งคือ จำนวนและชนิดของพันธะภายในเม็ดแป้ง ในระดับโมเลกุลมีปัจจัยหลายปัจจัยที่มีผลกระทบต่อจำนวนของพันธะ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง ส่วนประกอบและการกระจายตัวของร่างแหภายในเม็ดแป้ง อัตราส่วนของอะมิโลสและอะมิโลเพคทิน น้ำหนักโมเลกุล การกระจายตัวของโมเลกุล จำนวนกิ่งก้านสาขา การจัดเรียงตัว และความยาวของสาขาในอะมิโลเพคทิน

### (3) สิ่งเจือปนในเม็ดแป้งที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต

สิ่งเจือปนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพองตัวของเม็ดแป้ง เช่น แป้งข้าวโพดที่ถูกสกัดไขมันออกจะมีการพองตัวอย่างอิสระและรูปแบบเดียวกันดีกว่าแป้งข้าวโพดปกติ เนื่องจากกรดไขมันในธรรมชาติของแป้งข้าวโพดปกติจะยับยั้งการพองตัวของเม็ดแป้ง โดยเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับอะมิโลส (lipid - amylose complex) นอกจากนี้การใส่สารลดแรงตึงผิวในแป้งจะมีผลต่อกำล้างการพองตัวของเม็ดแป้ง การใส่ potassium plamate และ stearate จะลดกำล้างการพองตัวของแป้งมันสำปะหลัง ในขณะที่การใส่ sodium sulfate และ acetyl trimethyl ammonium bromide จะเพิ่มกำล้างการพองตัวของเม็ดแป้ง

### (4) คุณสมบัติหลังการดัดแปลงทางเคมี

คุณสมบัติการพองตัวและการละลายของแป้งจะเปลี่ยนไปเมื่อมีการดัดแปลงทางเคมีการดัดแปลงด้วยกรดหรือการเกิดออกซิเดชันด้วย hypochlorite จะทำให้เกิดการแตกออกของพันธะภายในร่างแห ทำให้เม็ดแป้งแตกออกเป็นชิ้นเล็กๆ การละลายและการพองตัวสูงขึ้น สำหรับการดัดแปรด้วยปฏิกิริยาเอสเทอร์ริฟิเคชันหรืออีเทอร์ริฟิเคชัน จะเกิดการแทนที่ของหมู่อื่นภายในโมเลกุลของแป้ง ทำให้พันธะภายในเม็ดแป้งอ่อนแอลงอุณหภูมิในการเกิดเจลลาตินในซึ่ต่ำลง การพองตัวเพิ่มขึ้น ขอบเขตในการลดลงของอุณหภูมิเจลลาติไนซ์และการพองตัวที่เพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับจำนวนและธรรมชาติของหมู่ที่มาแทนที่ การทำครอสลิงจะทำให้ความแข็งแรงของพันธะภายในเม็ดแป้งเพิ่มขึ้น ความสามารถในการพองตัวและการละลายลดลง

### (5) ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในสภาวะที่เกิดการพองตัว

มีผลต่อการพองตัวและการละลาย สารละลายที่มีปริมาณแป้งต่ำกว่า 20% ค่าการละลายจะสูง การพองตัวอย่างอิสระและการละลายที่สูงขึ้นจะถูกยับยั้งในสภาพที่สารละลายมีปริมาณน้ำน้อย สารประกอบอื่นๆ เช่น ซูโครส กลูโคส และสารอิเล็กโทรไลต์ (เช่น sodium chloride) มีผลกระทบต่อการพองตัวของแป้ง พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของซูโครส ความสามารถในการละลาย

ของแป้งจะเพิ่มขึ้น นั่นคือ การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำตาลและการลดลงของปริมาณแป้งมีผลทำให้ การละลายของแป้งเพิ่มขึ้น

**องค์ประกอบทางเคมีของแป้ง ( กล้าณรงค์ ศรีรอด, 2543 : 24 – 27 )**

ส่วนประกอบอื่นๆ ภายในเมล็ดแป้ง แบ่งออกเป็น

1. particulate material คือ ส่วนที่ไม่ใช่แป้งที่แยกได้จากแป้ง ได้แก่ โปรตีนที่ไม่ละลาย และผนังเซลล์ซึ่งจะมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิตแป้ง
2. surface material คือ ส่วนที่ติดกับพื้นผิวของเมล็ดแป้ง สามารถสกัดออกได้โดยไม่ต้อง ทำลายเมล็ดแป้ง เช่น เยื่อหุ้มอะไมโลพลาสต์
3. internal components คือ ส่วนที่ติดอยู่ภายในเมล็ดแป้ง สามารถแยกออกได้โดยการ ทำลายเมล็ดแป้ง เช่น ไขมันในแป้งจากธัญพืช หมู่ฟอสเฟตในแป้งมันฝรั่ง และสารประกอบ ในโตรเจนในแป้ง

องค์ประกอบทางเคมีที่มีผลต่อลักษณะและคุณสมบัติของเมล็ดแป้งที่สำคัญ ได้แก่ ไขมัน โปรตีน เถ้า และ ฟอสฟอรัส องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวเจ้า คือ ไขมัน 0.8% โปรตีน 0.45% เถ้า 0.5% และฟอสฟอรัส 0.1%

#### (1) ไขมัน

โดยส่วนใหญ่แป้งจะมีองค์ประกอบของไขมันอยู่ต่ำกว่า 1% ชนิดของไขมันที่มีอยู่ในแป้ง มีผลต่อคุณสมบัติของแป้ง เช่น มีผลต่อความเหนียวของแป้ง ดังนั้นในการวิเคราะห์คุณสมบัติของ แป้งจะต้องกำจัดไขมันออกจากแป้ง โดยสกัดด้วยตัวทำละลายหรือย่อยสลายโดยใช้น้ำย่อย

ไขมันภายในแป้งมีทั้งที่อยู่บริเวณพื้นผิวของเมล็ดแป้ง ซึ่งประกอบด้วย triglyceride, free fatty acid, glycolipid และไขมันที่อยู่กระจายทั่วไปภายในเมล็ดแป้ง โดยเชื่อมพันธะกับ คาร์โบไฮเดรตอย่างหลวมๆ แป้งจากพืชหัวและจากถั่วไม่มีไขมันภายในเมล็ดแป้ง สำหรับแป้งจาก ธัญพืช เช่น ข้าวโพด ข้าวสาลี มีไขมันภายในเมล็ดแป้งซึ่งมีสมบัติและปริมาณของไขมัน แตกต่างกันในแป้งข้าวโพดมีไขมัน 0.6 ถึง 0.8% สำหรับแป้งสาลีมีไขมัน 0.8 ถึง 1.2% ของน้ำ หนักแห้ง กรดไขมันที่สำคัญ คือ กรดไขมันอิมตัวคาร์บอน 18 อะตอม ( linoleic acid ) monoacyl lipid เหล่านี้สามารถจับตัวเชิงซ้อนกับอะมิโนสได้ ในขณะที่ diacyl และ triacyl lipid ไม่สามารถจับ ตัวเช่นนี้ได้ ความสัมพันธ์ของปริมาณอะมิโนสกับปริมาณไขมันในข้าวโพดชนิดต่างๆ พบว่าข้าว โพดข้าวเหนียวซึ่งมีปริมาณอะมิโนสต่ำ จะมีไขมันต่ำสำหรับข้าวโพดที่มีปริมาณอะมิโนสสูงจะมี ไขมันสูงกว่าปกติ

ไขมันที่รวมอยู่ในเมล็ดแป้งจะส่งผลกระทบต่อลักษณะและคุณสมบัติของแป้ง โดยจะลด ความสามารถในการพองตัว การละลาย และการจับกับน้ำของแป้ง เมื่อเกิดฟิล์มและแป้งเปียก

( paste ) ไขมันจะรวมตัวกับอะมิโลสเกิดเป็น inert complex ทำให้ฟิล์มและแป้งเปียกมีลักษณะที่บวมหรือยุบ นอกจากนั้นกรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งอยู่บริเวณพื้นผิวเม็ดแป้งจะทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน แต่สำหรับไขมันที่รวมตัวเชิงซ้อนกับอะมิโลสจะไม่ก่อให้เกิดกลิ่น เนื่องจากสามารถต้านทานการเกิดออกซิเดชันได้ แป้งจากธัญพืช เช่น แป้งข้าวโพด แป้งข้าวสาลี มีกลิ่นแรงกว่าแป้งข้าวโพดข้าวเหนียว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งมันฝรั่ง เนื่องจากมีองค์ประกอบของไขมันสูง

### (2) ไนโตรเจน (โปรตีน)

ภายในแป้งมีส่วนประกอบของโปรตีนอยู่ไม่ต่ำกว่า 1% โดยโปรตีนจะเกาะอยู่บริเวณพื้นผิวของเม็ดแป้ง ทำให้เกิดผลกระทบต่อลักษณะของแป้ง คือ ทำให้เกิดประจุบนพื้นผิวเม็ดแป้ง มีผลต่อการกระจายของเม็ดแป้ง ทำให้แป้งมีอัตราการดูดซับน้ำ อัตราการพองตัว และอัตราการเกิดเจลลิตินซ์เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เกิด maillard reaction ระหว่างการทำปฏิกิริยาของกรดอะมิโนกับน้ำตาลรีดิวซิง สีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนแปลงไป ( โดยส่วนใหญ่ปฏิกิริยาเช่นนี้เกิดขึ้นกับแป้งจากธัญพืช เนื่องจากมีปริมาณโปรตีนสูง )

### (3) เถ้า

แป้งโดยทั่วไปมีองค์ประกอบของสารอนินทรีย์ เช่น โซเดียม โปแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียม สามารถวิเคราะห์หาปริมาณได้จากส่วนที่เหลือหรือเถ้าจากการเผาไหม้โดยสมบูรณ์

### (4) ฟอสฟอรัส

แป้งส่วนใหญ่มีองค์ประกอบของฟอสฟอรัสอยู่น้อยกว่า 0.1% โดยแป้งจากธัญพืชมีฟอสฟอรัสในรูป phospholipid ประมาณ 0.2 ถึง 0.06% และสำหรับแป้งจากพืชหัวและราก เช่น แป้งจากมันฝรั่ง มีองค์ประกอบของฟอสฟอรัสประมาณ 0.3 ถึง 0.4% ฟอสฟอรัสภายในแป้งอยู่ในรูปฟอสเฟตเชื่อมกับหมู่ไฮดรอกซิลที่ C<sub>3</sub> และ C<sub>6</sub> ของหน่วยกลูโคส แป้งมันฝรั่งมีองค์ประกอบของฟอสฟอรัสจึงทำให้มีประจุพื้นผิวเป็นลบ แรงผลักระหว่างประจุลบจะทำให้แป้งมันฝรั่งมีคุณสมบัติพองตัวง่าย และมีความหนืดสูงกว่าแป้งชนิดอื่นๆ

### ข้าวที่นิยมบริโภคกันทั่วไปมี 2 ชนิดคือ

1. ข้าวเจ้า ( non – glutinous rice ) เป็นข้าวที่มีเนื้อเมล็ดใสปริมาณข้าวเจ้าที่ผลิตตามภาคต่างๆ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทั้งหมดของภาค คือ ภาคเหนือ 8% ภาคอีสาน 26% ภาคกลาง 95% ภาคใต้ 94% เป็นข้าวที่มีอะมิโลส ( Amylose ) สูงร้อยละ 40 – 50 เช่น ข้าวพันธุ์ กข. 1 กข. 7 เป็นต้น

2. ข้าวเหนียว ( glutinous rice ) เป็นข้าวที่เนื้อนุ่มกว่าข้าวเจ้า ใช้รับประทานกันเป็นประจำ ในภาคเหนือ และภาคอีสานตอนเหนือ และใช้ทำขนมต่างๆ ในภาคกลางและภาคใต้ ข้าวเหนียวเป็นข้าวที่มี อะมิโลสต่ำประกอบด้วยแป้งที่มีอะมิโลเพกติน ( Amylopectin ) สูงถึงร้อยละ 95 มีอะมิโลสเพียงร้อยละ 5 – 8 เช่น ข้าวพันธุ์ กข. 8 สันป่าตอง ทั้งอะมิโลสและอะมิโลเพกติน มีความสัมพันธ์กับคุณภาพในการหุงต้ม และการบริโภค ข้าวเหนียวซึ่งอะมิโลสต่ำกว่าข้าวเจ้า เมื่อหุงต้มแล้วจะเหนียวกว่าข้าวเจ้า ข้าวเหนียวเป็นข้าวที่นิยมบริโภคกันเป็นอาหารหลักของประชากรในแถบภาคเหนือตอนบน และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย รวมทั้งประเทศใกล้เคียง เช่น ลาว ในบ้านเราก่อนนำเมล็ดข้าวเหนียวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ยังมีน้อยกว่าการแปรรูปเมล็ดข้าวเจ้า โดยมากนิยมนำมาทำอาหารหวานต่างๆ กันมากกว่า เช่น ข้าวเหนียวเปียก ข้าวเหนียวมูล สำหรับในต่างประเทศการแปรรูปเมล็ดข้าวเหนียวเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ การใช้แป้งข้าวเหนียวเป็นสารทำให้เกิดความคงตัว ( stabilizer ) ในซอสในเกรวี่ต่างๆ ใช้เป็นสารป้องกันการแยกตัวในอาหารแช่แข็ง และใช้ทำขนมหวาน องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเหนียวคือ ความชื้น 10.31 ไขมัน 0.75 โปรตีน 6.47 เซลลูโลส 0.43 คาร์โบไฮเดรต 81.51

คนไทยจะปลูกข้าวเจ้ามากกว่าข้าวเหนียว เพราะจำนวนประชากรที่บริโภคข้าวเจ้ามากกว่า อย่างไรก็ตามข้าวเป็นอาหารหลักที่คนไทยรับประทานกันเป็นประจำวัน คนไทยประมาณ 72% มีอาชีพในการทำนา รายได้ไม่น้อยกว่า 50% ของราคาสินค้าขาออกของประเทศไทยได้มาจากการขายข้าว ข้าวจึงเป็นรากฐานทางเศรษฐกิจของประเทศเนื่องจากเป็นแหล่งรายได้ของประชากรส่วนใหญ่ เราอาจกล่าวได้ว่าข้าวเป็นพืชสำคัญยิ่งต่อชีวิตของคนไทยทุกๆ คน วัฒนธรรมไทยมีพื้นฐานอยู่ที่ข้าว และอาจเรียกได้ว่าเป็นวัฒนธรรมข้าว

ปลายข้าว เป็นผลพลอยได้จากการสีข้าว เป็นข้าวหักที่คนบริโภคได้และใช้ทำอาหารอื่นๆ ด้วย แปรเป็น 2 ระดับ คือ

- 1) ปลายข้าวใหญ่ คือ ข้าวหักธรรมดา
- 2) ปลายข้าวเล็ก คือ มีส่วนของจมูกข้าวอยู่ด้วย

ปลายข้าวเล็กจะมีคุณสมบัติที่ดีกว่าปลายข้าวใหญ่ เพราะในจมูกข้าวมีวิตามิน ไขมัน โปรตีน และแร่ธาตุ อยู่พร้อม ปลายข้าวจะมีคุณสมบัติคล้ายข้าวโพด แต่มีไลซีนสูงกว่าข้าวโพด สามารถใช้แทนข้าวโพดได้เป็นอย่างดี

ข้าวหักหรือปลายข้าวเหนียวมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียง กับปลายข้าวเจ้า

การจำแนกข้าวตามลักษณะกายภาพอาจจะพิจารณาจากความยาวของเมล็ดซึ่งแบ่งข้าวออกเป็นข้าวเมล็ดสั้น ( ความยาวเมล็ดไม่เกิน 5.50 มิลลิเมตร ) ข้าวเมล็ดยาวปานกลาง ( ความยาวเมล็ด 5.51 – 6.60 มิลลิเมตร ) ข้าวเมล็ดยาว ( ความยาวเมล็ด 6.61 – 7.50 มม. ) และข้าวเมล็ดยาวมาก

( ความยาวมากกว่า 7.50 มิลลิเมตร ) หรืออาจจำแนกข้าวตามความยาวของเมล็ดข้าว ( โดยใช้ระดับ 0 – 100 ถ้า 100 แสดงว่าเป็นเมล็ดข้าวที่มีความยาวมากที่สุด )

สัดส่วนเมล็ดข้าวหัก รูปร่างของเมล็ด ( ซึ่งจะดูจากอัตราส่วนความยาวต่อความกว้างของเมล็ด โดยข้าวที่ถือว่ามีรูปร่างเรียวยาว จะมีอัตราส่วนนี้มากกว่า 3 และข้าวที่มีรูปร่างป้อมมีอัตราส่วนน้อยกว่า 2 ) ความยาวของเมล็ดข้าวสารสำหรับเปอร์เซ็นต์ข้าวหักเมื่อนำไปสีนั้น ส่วนหนึ่งจะขึ้นกับชนิดของพันธุ์ข้าว และการจัดการหลังเก็บเกี่ยว แต่อีกส่วนหนึ่ง เป็นผลมาจากคุณภาพโรงสี ส่วนรูปร่างและความยาวต่อความกว้างของเมล็ดนั้นจะแตกต่างกันไปตามลักษณะทางธรรมชาติของแต่ละพันธุ์ข้าวเอง ในการกำหนดมาตรฐานข้าวไทย โดยกระทรวงพาณิชย์นั้น จะแบ่งข้าวออกเป็นข้าวเปอร์เซ็นต์ต่างๆ เช่น 100%, 5%, 10%, 25%, 35% และข้าวหักหรือปลายข้าวชนิดต่างๆ เช่น A1 เลิศพิเศษ, A1 ธรรมดา, B1, C1, C3

ข้าว 100% คือ ข้าวเต็มเม็ด

ปลายข้าว A1 เลิศพิเศษ คือ ข้าวที่หักเพียงเล็กน้อย

ปลายข้าว A1 พิเศษ คือ ข้าวที่หักครึ่งหนึ่งของข้าวเต็มเม็ด

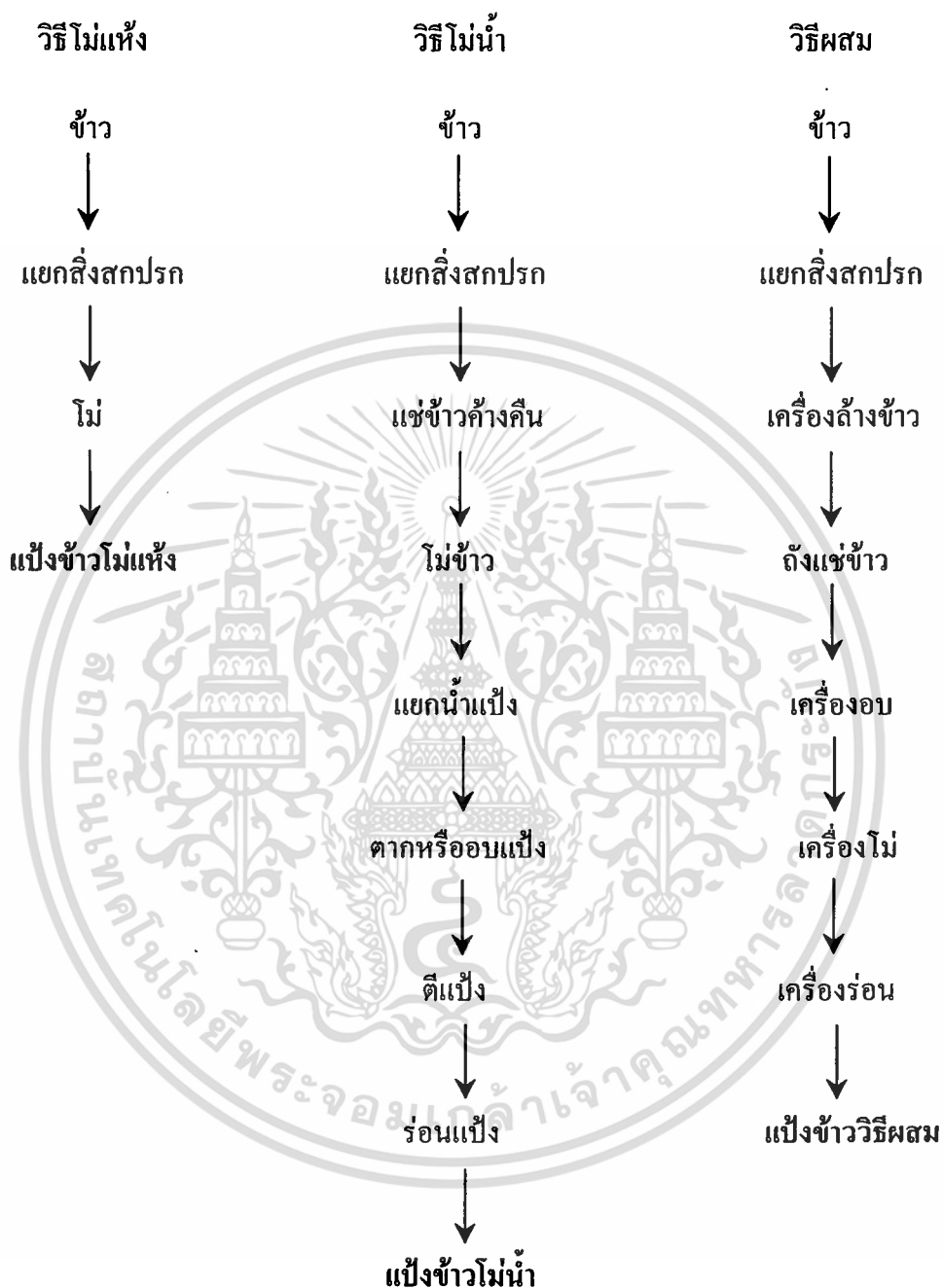
ปลายข้าว C1 คือ ข้าวที่หักมากกว่าครึ่งหนึ่งของข้าวเต็มเม็ด

## 2.2 กระบวนการผลิตแป้งจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าว มี 3 วิธีคือ

- 1) วิธีโม่แห้ง แป้งที่ได้จากการโม่แห้งจะมีคุณภาพต่ำ เพราะเม็ดแป้งจะค่อนข้างหยาบ และมีสิ่งเจือปนอยู่สูงกว่ากรรมวิธีการผลิตวิธีอื่นๆ อายุการเก็บรักษาจะสั้น เพราะจะเกิดกลิ่นหืนและถูกทำลายจากแมลงได้ง่าย
- 2) วิธีโม่น้ำ เป็นวิธีผลิตแป้งในปัจจุบัน จะได้แป้งที่มีคุณภาพดี และมีความละเอียดซึ่งผู้วิจัยจะใช้ในการทดลองครั้งนี้
- 3) วิธีผสม เป็นการโม่แป้งจากข้าวที่แช่น้ำและอบแห้งด้วยความร้อนก่อน โม่เป็นแป้ง ซึ่งจะได้ แป้งที่มีคุณภาพสูง

### กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าว



ที่มา : งามชื่น . คงเสรี. อ้างจาก [http://www.charpa.co.th/bullet/rice\\_products.html](http://www.charpa.co.th/bullet/rice_products.html), 1 มีนาคม 2546.

การนำแป้งข้าวทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ต่างๆ (งามชื่น คงเสรี, 2539 : 20)

(1) ขนมปัง แป้งข้าวเจ้าผสมแป้งข้าวเหนียวในอัตราส่วน 1:1 สามารถทดแทนแป้งสาลีได้

10 - 30% ในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนควิชโดยเติมสารปรับปรุงคุณภาพแป้ง คือ โปรตีน กลูเตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12%, Distilled monoglyceride (MGL) 0.3%, Diacetyl tartrate ester of monoglyceride (DATEM) 0.3%, sodium stearyl lactylate (SSL) 0.3% และเอนไซม์ แอลฟา อะมิเลส 0.005%

การผลิตขนมปังแบ่งข้าวส่วนควรใช้แบ่งข้าวชนิดอะมิโลสต่ำที่ได้จากการ โม่แห้งให้มีความละเอียด 120 – 140 mesh และปรับปรุงคุณภาพของแบ่งโดยเติม hydroxypropyl methyl cellulose (HPMC) 2.5 – 3.0% และควรผลิตเฉพาะขนมปังก้อนเล็ก

(2) ผลิตภัณฑ์เส้น แบ่งข้าวชนิดอะมิโลสสูงและปานกลางสามารถทดแทนแบ่งสาทิในการผลิตขนมปังและขนมปังได้ 35 – 40% โดยเติมแป้งมันสำปะหลังตัดแปรชนิด high crosslinked หรือ low crosslinked 5–10% หรือแบ่งพีเจลาตินโซลจาก extrusion 10% เพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบ่ง

(3) ผลิตภัณฑ์ปาทองโก้ แบ่งข้าวสามารถทดแทนแบ่งสาทิในผลิตภัณฑ์ปาทองโก้ได้ 40% ทั้งนี้ระยะเวลาการหมักให้แป้งขึ้นฟูไม่ควรเกิน 4 ชั่วโมง

(4) ขนมเค้ก แบ่งข้าวที่เหมาะสมสำหรับทำเค้กแทนแบ่งสาทิ 100% ควรเป็นแป้งอะมิโลสต่ำที่ได้จากการ โม่แห้ง ทั้งนี้ควรเติมเอสพีซึ่งเป็น emulsifer เพื่อช่วยการขึ้นฟู แป้งชนิดนี้สามารถทดแทนแบ่งสาทิได้ 80%

### 2.3 การผลิตเค้กเนย

ประวัติความเป็นมาของอุตสาหกรรมขนมอบ

ประวัติความเป็นมาของอุตสาหกรรมขนมอบ มีนักวิชาการหลายท่านได้รวบรวมไว้มากมาย พอสรุปได้ดังนี้

อุตสาหกรรมขนมอบในประเทศไทยได้เข้ามาในสมัยกรุงศรีอยุธยา ในรัชกาลสมเด็จพระนารายณ์มหาราชพร้อมกับชาวตะวันตกที่เข้ามาในสมัยนั้น แต่ยังเป็นเพียงการบริโภคในพิธีการของราชสำนักที่มีชาวต่างประเทศร่วมด้วยเท่านั้น ซึ่งต้องซื้อแบ่งสาทิจากญี่ปุ่น ต่อมาสมัยรัชกาลที่ 4 แห่งกรุงรัตนโกสินทร์ได้สั่งแบ่งสาทิจากฮ่องกงมาใช้ทำขนมอบสำหรับงานเลี้ยงในพระบรมราชวังเมื่อก่อนสงครามโลกครั้งที่สองนั้น ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีทหารอเมริกันมาพักประเทศหนึ่งจึงทำให้อุตสาหกรรมขนมอบก้าวหน้าขึ้น ได้มีการสั่งซื้อข้าวสาทิจากต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา และออสเตรเลีย นอกจากนี้ผู้ผลิตแป้งสาทิยังได้จัดผู้เชี่ยวชาญทางด้านขนมอบไปให้คำแนะนำ และสาธิตการใช้แบ่งสาทิให้ถูกต้องกับผลิตภัณฑ์ จึงทำให้อุตสาหกรรมด้านนี้เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย ปัจจุบันขนมอบได้รับความนิยมมากขึ้น ได้มีโรงเรียนเปิดสอนเกี่ยวกับการทำขนมอบเกิดขึ้นหลายแห่ง แต่ละแห่งมีผู้สนใจเรียนเป็นจำนวนมากเพราะสามารถนำไปประกอบอาชีพได้ และยังเพิ่มรายได้ให้กับครอบครัวอีกด้วย ( จิตรนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2539 : 1 – 5, ทิพาวรรณ เฟื่องเรือง, 2533 : 1 ,สุภาวดี รอดศิริ, ม.ป.ป. : 1 – 4 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประเภทของขนมอบ

ขนมอบจากแป้งสาลีมีหลายประเภท หลายรูปแบบ ซึ่งจิตรนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล ( 2539 : 61 – 204 ), นวรัตน์ เอี่ยมพิทักษ์กิจ ( 2542 : 27 – 29 ), ทิพาวรรณ เฟื่องเรือง ( 2533 : 35 – 203 ) ได้จำแนกไว้ 4 ประเภทดังนี้

1. **ขนมปัง** เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใช้ยีสต์ ซึ่งมีส่วนผสมหลัก คือ แป้งสาลี ยีสต์ เกลือ และน้ำ ส่วนผสมอื่นๆ เช่น นม ไข่ น้ำตาล ผลไม้ เป็นส่วนผสมประกอบขึ้นมาทำให้เกิดขนมปังชนิดต่างๆ มากมาย การจัดประเภทของขนมปังสามารถแบ่งได้โดยใช้ลักษณะและรสชาติเป็นเกณฑ์

2. **พาย** พายทำจากโดที่มีปริมาณความชื้นต่ำ และมีไขมันสูงอัตราส่วนของส่วนผสมรวมเข้ากับการเตรียมโด จะช่วยป้องกันการเกิด โครงสร้างของกลูเตนใน โดและเป็นผลให้พายที่อบออกมา มีความกรอบเป็นแผ่นหรือกรอบ่วน โครงสร้างที่เป็นรูโพรงเช่นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อื่นๆ ที่ขึ้นฟูนั้นไม่เป็นที่พึงปรารถนาในการทำพาย เพราะเปลือกพายจะต้องรองรับไส้ต่างๆ ที่มีความหนืดปานกลาง และมีปริมาณความชื้นสูง โดยไม่ให้ไหลซึมออกมานอกเปลือกพายได้ พายเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ขึ้นฟู ลักษณะสีน้ำตาลอ่อน นุ่ม และร่วนเป็นชั้นๆ ประกอบด้วยสองส่วนคือ เปลือกและไส้

3. **คุกกี้** จัดเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบประเภทหนึ่งที่มีส่วนผสมคล้ายคลึงกับเค้ก แต่จะมีส่วนผสมของของเหลวน้อยกว่า และต่างกับเค้กตรงที่ใช้แป้งที่มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าเค้ก แต่น้อยกว่าขนมปัง เป็นขนมอบที่มีขนาดเล็ก แบนและมีรสหวานไม่จัดนัก มีรูปร่างและกลิ่นรสต่างๆ กัน คุกกี้บางชนิดบาง บางชนิดหนาบางชนิดมีสีอ่อนและแก่ บางชนิดอาจตกแต่งด้วยผลไม้และพวกนัต ถั่ว บางชนิดก็มีการแต่งหน้าด้วยฟรอสติง เนื่องจากคุกกี้ส่วนมากที่ผลิตเป็นการค้ามีมากมายหลายชนิด ขึ้นอยู่กับผู้ผลิต และสามารถเก็บไว้ได้นานกว่าขนมอบอื่นๆ เหมาะสำหรับเป็นของขวัญรับประทานกับพวกเครื่องดื่ม

4. **เค้ก** เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบอีกชนิดหนึ่งที่นิยมบริโภคกันทุกชุมชน และดูเหมือนว่าคนไทยจะนิยมบริโภคกันทุกเทศกาล ไม่ว่าจะเป็นวันขึ้นปีใหม่ วันคริสต์มาส วันเกิด และวันสำคัญๆ ก็นิยมรับประทานเค้กกัน ส่วนมากผู้ที่นิยมรับประทานเค้กจะชอบเค้กที่มีเนื้อละเอียด เบา นุ่ม แต่บางคนก็ชอบเนื้อเค้กที่มีความมัน เนื้อละเอียด มีน้ำหนัก เค้กแต่ละชนิดที่มีคุณสมบัติต่างๆ กันก็เนื่องมาจากส่วนประกอบของแป้งสาลี น้ำตาลทราย ไข่ไก่ นม ผงฟู เกลือ ไขมัน และกลิ่นรส โดยต้องนำมาประกอบเป็นตัวเค้กให้มีความสมดุลต่างกันไป แล้วแต่ชนิดของเค้กที่จะทำ คุณภาพของเค้กขึ้นอยู่กับการใช้ส่วนผสม หรือวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี มีวิธีการผสมและการอบที่ถูกต้อง

**เค้กแบ่งเป็น 3 ประเภทคือ**

**เค้กเนย ( butter – type cakes )** เค้กประเภทนี้จะมีปริมาณของไขมันในส่วนผสมค่อนข้างสูงการขึ้นฟูของเค้กชนิดนี้จะเกิดขึ้นในระหว่างการตีเนยกับน้ำตาล โดยที่ไขมันจะจับอากาศในระหว่างที่ตี ซึ่งจะขยายตัวในระหว่างการอบ เค้กประเภทนี้ควรใช้น้ำตาลทรายเม็ดเล็ก หรือน้ำตาลทรายป่น ถ้าใช้น้ำตาลทรายเม็ดใหญ่เกินไปน้ำตาลจะละลายช้าทำให้เค้กมีเนื้อหยาบ และมีน้ำตาลเป็นเม็ดอยู่บนหน้าเค้ก เค้กประเภทนี้ ได้แก่ ช็อกโกแลตเค้ก ไวต์เค้ก เยลโล่เค้ก และฟรุตเค้กหรือเค้กผลไม้

**เค้กไข่ ( foam – type cakes )** เค้กประเภทนี้จะใช้ไข่เป็นส่วนผสมหลัก เนื้อเค้กและปริมาณของเค้ก จะขึ้นอยู่กับ การขยายตัวของไข่ขาวที่ถูกนำมาตีจนเป็นฟอง ซึ่งจะเก็บอากาศเข้าไปในระหว่างการตีไข่ และทำให้เค้กขยายตัวหรือขึ้นฟูในระหว่างการอบ การทำเค้กประเภทนี้ควรทำด้วยความระมัดระวังเพราะฟองที่เกิดจากการตีไข่ขาวนั้นอ่อนตัว ไม่เหมือนประเภทเค้กเนย เค้กประเภทนี้ ได้แก่ แองเจิลเค้ก สปันจ์เค้ก แยมโรลล์ เป็นต้น

**ชิฟฟอนเค้ก ( chiffon – type cakes )** เป็นเค้กที่มีลักษณะเบาและนุ่มมากเหมือน สปันจ์เค้ก มีลักษณะรวมระหว่างเค้กเนยและเค้กไข่ มีโครงสร้างที่ละเอียดเหมือนเค้กไข่ และมีเนื้อเค้กที่มันเงาเหมือนเค้กเนย

**ความหมายของเค้กเนย**

เค้กเนย คือ เค้กที่มีปริมาณไขมันในส่วนผสมค่อนข้างสูงกว่าเค้กชนิดอื่นๆ เป็นเค้กที่ส่วนผสมขึ้นมีกรรมวิธีการผสมหลายแบบ เช่น วิธีตีครีม ( creaming method ) วิธีคนผสม ( blending method ) วิธีผสมครั้งเดียว ( single – stage method ) เนื้อเค้กจะมีลักษณะนุ่ม ชุ่มละเอียด ปริมาณน้อยแต่หนักและมีความมันเงา ( นวรัตน์ เอี่ยมพิทักษ์กิจ, 2542 : 48, อังสนา กาญจนากร, 2539 : 139 )

**2.4 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเค้กเนย**

การผลิตเค้กเนยจะต้องใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดี ซึ่งประกอบไปด้วย

1. แป้งสาลี เป็นโครงสร้างของเค้กและเป็นตัวช่วยรวมส่วนผสมอื่นๆ ให้เข้ากัน แป้งสาลีที่ใช้ในการทำเค้กส่วนใหญ่ ไม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อน และมีปริมาณโปรตีนต่ำประมาณ 7-9% ผงแป้งละเอียดและได้ผ่านการฟอกสีอย่างดี เหมาะที่จะใช้สำหรับเป็นแป้งเค้ก แป้งที่ได้รับการฟอกแล้วจะสามารถดูดน้ำตาล น้ำและไขมันได้มากกว่าแป้งที่ไม่ได้รับการฟอก ความเป็นกรดของแป้งเค้กควรมี pH 5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. น้ำตาลหรือผลิตภัณฑ์ที่ให้ความหวาน ที่ใช้ในการผลิตเค้กเนย ส่วนมากใช้น้ำตาลทรายขาว น้ำตาลเป็นตัวช่วยให้เค้กมีความนุ่มและหวาน เพราะน้ำตาลมีผลทำให้โปรตีนในแป้งอ่อนตัว ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของเค้ก และช่วยให้เค้กมีคุณภาพในการเก็บดีขึ้น เนื่องจากน้ำตาลมีคุณสมบัติในการเก็บความชื้นที่ดี ในการทำเค้กควรใช้น้ำตาลชนิดละเอียด เพื่อที่จะละลายได้อย่างสมบูรณ์ในการผสมปัจจัยที่ทำให้น้ำตาลละลายมีอยู่ 4 ประการคือ (1) เวลาที่ใช้ผสม (2) อุณหภูมิในระหว่างการผสม (3) ขนาดของเมล็ดน้ำตาล และ (4) ปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในส่วนผสม

3. เกลือ นอกจากจะช่วยเน้นรสชาติของส่วนผสมอื่นๆ ให้เด่นชัดแล้ว เกลือยังช่วยให้เค้กมีความคงตัวมากขึ้น เพราะเกลือมีผลต่อกลูเตนของแป้ง จึงอาจกล่าวได้ว่าเป็นตัวช่วยสร้างโครงสร้างของเค้กอีกด้วย

4. ไขมัน เป็นตัวที่เก็บอากาศในส่วนผสมเค้กที่ผสมแล้ว อากาศที่ไขมันเก็บไว้ในระหว่างการตีครีมนั้นมีหน้าที่เป็นตัวทำให้เค้กอ่อนนุ่ม ไขมันที่เป็นอิมัลซิไฟเซอร์เทนนิ่งจะสามารถเติมน้ำในส่วนผสมได้มากกว่าปกติ ซึ่งจะช่วยให้เค้กมีความชุ่มชื้นมากขึ้น มีกลิ่นธรรมชาติ ไม่มีกลิ่นรุนแรงและถ้าเป็นเนยขาวก็ควรมีสีขาวบริสุทธิ์

เนยสดเป็นไขมันที่ให้กลิ่นรสดีที่สุดในจำพวกไขมันทุกชนิดที่ใช้ในการทำขนมอบ แต่มีคุณสมบัติในการเป็นครีมค่อนข้างต่ำ เค้กที่ทำด้วยเนยสดล้วนๆ จึงมักจะมีปริมาตรไม่ดีและมีเนื้อเค้กหยาบกว่าเค้กที่ทำด้วยเนยขาวที่มีคุณภาพสูงซึ่งมีคุณลักษณะในการเป็นครีมที่ดี แต่จะไม่มีกลิ่นรสที่ดีเหมือนเนยสด ด้วยเหตุผลนี้จึงมักนิยมใช้เนยสดส่วนหนึ่งเพื่อช่วยในด้าน กลิ่นรส และเนยขาวส่วนหนึ่งผสมเข้าไปเพื่อช่วยในด้านเนื้อสัมผัสและปริมาตรของเค้ก

5. ไข่ ช่วยให้เกิดโครงสร้าง ความชื้น กลิ่นรส สีและคุณค่าทางอาหารแก่เค้ก โครงสร้างที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากการรวมตัวของโปรตีนในไข่ในระหว่างการอบ นอกจากนั้นอากาศที่ไข่เก็บไว้ในระหว่างการตีก็ช่วยให้เกิดการขึ้นฟูอีกด้วย ควรเลือกไข่ที่สดใหม่ ไข่ใหม่จะทำให้ขนมเค้กขึ้นฟู นุ่ม รสชาติดี คุณภาพในการเก็บดีขึ้น การเลือกซื้อควรเลือกไข่ที่สด ปราศจากกลิ่นเหม็น เก็บในภาชนะสำหรับเก็บไข่โดยเฉพาะ

6. นม ช่วยให้เกิดโครงสร้างและความมันแก่เค้กทำให้เค้กแข็งและแห้งในขณะเดียวกัน เนื่องจากนมมีการเชื่อมกับโปรตีนในแป้ง จึงทำให้เกิดการแข็งตัวขึ้นนอกจากนั้นนมยังมีน้ำตาลแล็กโตสซึ่งช่วยให้เปลือกนอกของเค้กมีสีเกิดขึ้น นมช่วยให้มีกลิ่นรสดีขึ้น และเป็นตัวเก็บความชื้นที่ดีอีกด้วย นมที่ใช้ในการผลิตเค้กนั้นมีอยู่ 3 ชนิดคือ

1) น้ํานมสด เป็นน้ํานมที่รีดจากวัวใหม่ๆ มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว มีรสหวานเล็กน้อย ควรผ่านกรรมวิธีพาสเจอร์ไรซ์ และควรเก็บไว้ในตู้เย็นการเลือกซื้อ ควรอ่านฉลาก เขียนว่านมสด และส่วนประกอบอื่นๆ ดูวันหมดอายุ เลือกกล่องที่อยู่ในสภาพดี ไม่เปื่อยยุ่ย

2) นมผง มี 2 ชนิดคือ นมผงธรรมดาเป็นนมสดที่ผ่านกรรมวิธีระเหยน้ำออกจนเกือบหมด และนมผงขาดมันเนยทำจากนมที่แยกไขมันเนยออกแล้วด้วยขบวนการเดียวกับนมผงธรรมดา ข้อเสียของนมผง คือดูความชื้นได้ง่ายกลายเป็นก้อนแข็งและเหนียว ถ้าถูกอากาศจะทำให้เหม็นหืน การเลือกซื้อ เลือกที่บรรจุในกระป๋องที่ไม่บุบ ไม่มีรอยแตก ไม่เป็นสนิม ดูฉลากข้างกระป๋อง ไม่ควรเก็บไว้ในที่ชื้นและบริเวณที่เก็บต้องไม่มีกลิ่น

3) นมข้นจืด คือนมที่ระเหยน้ำออกประมาณ 60% เมื่อต้องการใช้นมข้นจืดแทนนมสดต้องเติมน้ำ 1 เท่าตัว การเก็บรักษา เมื่อเปิดกระป๋องแล้วควรเก็บในตู้เย็น การเลือกซื้อ ควรเลือกกระป๋องที่ไม่บุบ ไม่เป็นสนิม ดูวันหมดอายุ

7. สิ่งที่ทำให้ขึ้นฟู จะช่วยสร้างความนุ่มให้แก่เค้ก ชนิดของสิ่งที่ทำให้ขึ้นฟูที่ใช้ในสูตรเค้กขึ้นอยู่กับประเภทของเค้กที่ต้องการทำ ความเข้มข้นของสูตร ความเหนียวของแป้งผสม และอุณหภูมิในการอบ การขึ้นฟูโดยทั่วไปนั้นเกิดจากเหตุ 3 ประการ คือ (1) ขึ้นฟูโดยอากาศ (2) โดยใช้สารเคมี เช่น ผงฟู หรือผงโซดา และ (3) โดยความดันไอน้ำที่เกิดขึ้นเมื่อเค้กอยู่ในเตาอบ

8. ของเหลว ที่ใช้ในสูตรเค้ก อาจอยู่ในรูปของน้ำ น้ํานม หรือไข่ก็ได้ นอกจากนั้นก็มียอยู่ในรูปของส่วนผสมอื่นๆ ที่มีความชื้นอยู่ ความชื้นทำหน้าที่หลายอย่างในการทำเค้ก เช่น ละลายน้ำตาล ทำให้กลูเตนเกิดขึ้น ทำให้ผงฟูเกิดปฏิกิริยาที่ควรเป็น และช่วยควบคุมความเหนียวและอุณหภูมิของส่วนผสม นอกจากนั้นยังช่วยสร้างโครงสร้างและความอ่อนนุ่มให้แก่เค้กอีกด้วย ส่วนของน้ำในสูตรควรจะต้องปรับให้พอดีกับความชื้นที่มีอยู่ในส่วนผสมอื่นๆ ด้วย

9. กลิ่นรส สิ่งเหล่านี้เติมลงไปนเค้กเพื่อให้เกิดกลิ่นรสเฉพาะอย่าง การเลือกใช้กลิ่นรสควรต้องเลือกให้เหมาะสมที่สุดกับชนิดของเค้กที่จะทำ ปริมาณของกลิ่นรสที่ใช้จะมีผลต่อรสชาติของเค้กที่อบเสร็จแล้ว จึงควรชั่งตวงด้วยความระมัดระวัง ( จิตรนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2539 : 135 – 136 )

## 2.5 อุปกรณ์ ชั่ง ตวง วัด

อุปกรณ์ชั่ง ตวง วัด มีความสำคัญในการทำเบเกอรี่มาก มีผลต่อลักษณะของขนมมากพอสมควร เนื่องจากถ้ามีการชั่งหรือตวงผิดหรือใช้อุปกรณ์ผิดก็จะทำให้ขนมที่ทำแล้วไม่ดีหรือทำออกมาไม่ได้ลักษณะที่ควรจะเป็น อุปกรณ์ที่จะใช้ในการชั่ง ตวง วัดมีหลายชนิด ได้แก่ ช้อนตวงมี 4 ขนาด คือ 1 ช้อนโต๊ะ, 1 ช้อนชา, 1/2 ช้อนชา, 1/4 ช้อนชา ด้วยตวงของแห้งจะใช้ตวงส่วนผสม

ที่เป็นของแข็งเท่านั้น เช่น แป้ง น้ำตาล นมผง เนย ถ้าเป็นถ้วยตวงของเหลวก็จะมีลักษณะเป็นแก้วหรือพลาสติกมีขีดบอกริมาตรอยู่ข้างๆ มีตั้งแต่ขนาด 1 ถ้วยตวง จนถึง 6 ถ้วยตวง หรือมีหน่วยวัดเป็นมิลลิกรัมและออนซ์ เป็นต้น ใช้ตวงของเหลวพวกนมสด น้ำ ไข่ขาว และของเหลวอื่นๆ เวลาตวงต้องให้ถ้วยอยู่ในระดับสายตา จึงค่อยๆ อ่านค่าออกมา การตวงแต่ละครั้งปริมาตรอาจได้ไม่เท่ากันเสมอไป ฉะนั้นถ้าต้องการได้สัดส่วนที่แน่นอนควรใช้เครื่องชั่งชั่งสิ่งของ ซึ่งเครื่องชั่งก็จะมีหลายขนาดเช่นกัน ตั้งแต่ 1 กิโลกรัมขึ้นไป เลือกใช้ให้เหมาะสมกับสูตรของส่วนผสม

### เครื่องผสม

เป็นสิ่งที่สำคัญและมีประโยชน์มากในการทำเบเกอรี่ คือ ช่วยให้ส่วนผสมต่างๆ ทั้งของเหลวและของแห้งรวมกันได้ดีเป็นเนื้อเดียว เครื่องผสมมีหลายชนิด เครื่องผสมที่ใช้ทำเบเกอรี่สามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภท

ก. เครื่องผสมแบบแนวตั้ง เป็นแบบที่นิยมใช้กันมากในการทำเบเกอรี่ เพราะสามารถใช้งานได้หลายอย่างตั้งแต่ตีไข่จนถึงนวดแป้งเครื่องผสมชนิดนี้มีตั้งแต่ขนาดเล็กจนกระทั่งถึงขนาดใหญ่ แล้วแต่ปริมาตรที่ต้องการจะใช้ อุปกรณ์ในตัวเครื่องจะประกอบด้วยแกนกลางที่มีเดือยสำหรับใส่เครื่องช่วยผสมซึ่งมี 3 ชนิดคือ แบบเป็นตะขอ แบบเป็นรูปใบไม้ แบบตะกร้อ

ข. เครื่องผสมแนวนอน เป็นเครื่องผสมที่ใช้ขนาดแบ่งในการทำขนมปังแต่เพียงอย่างเดียวไม่สามารถตีไข่และเนยได้

ค. เครื่องผสมแบบสองแขน ตัวเครื่องประกอบด้วยแขนเหล็ก 2 ข้าง ปลายของหมุนเข้าหากันและจะช่วยดึงยึดก้อนโดอย่างช้าๆ เมื่อเครื่องเดินแขนทั้ง 2 ข้างจะหมุนสวนกันตรงกลางของอ่างผสม ดึงยึดและนวดก้อนโดที่อยู่ตรงกลางให้เข้ากันอัตราเร็วของเครื่องแบบนี้มีอัตราเดียวและเป็นอัตราที่ช้ามากซึ่งจะทำให้สามารถนวดขนมปังได้ดีโดยไม่ทำให้อุณหภูมิจึงของโดร้อนเกินไปในระหว่างการผสม นอกจากขนมปังแล้วยังสามารถผสมแป้งพิซซ่าและแป้งพายได้อีกด้วย เครื่องผสมชนิดนี้จะใช้เวลาในการนวดขนมปังน้อยกว่าการใช้เครื่องผสมแบบแนวตั้ง

### พายยาง

ทำจากพลาสติกชนิดอ่อนปลายมีลักษณะโค้งงอได้ ใช้สำหรับกวาดตะล่อมส่วนผสมให้เข้ากัน

### แปรงทาไขมัน

มีลักษณะคล้ายแปรงทาสีทั่วๆ ไป ใช้สำหรับทาไขมันลงบนถาดหรือพิมพ์ขนม

### แร้งร้อนแป้ง

ลักษณะเหมือนตะแกรงใช้สำหรับร่อนแป้งให้เบาฟูแตกตัวทำให้มีคุณสมบัติที่ดีในการผสม โดยแร้งร้อนแป้งจะมีความถี่ - ห่างของตะแกรงที่แตกต่างกันไป

### ถาด

ทำจากโลหะพวกอะลูมิเนียมหรือสแตนเลสใช้สำหรับรองรับส่วนผสมและรองรับตัวขนมพิมพ์เค้ก

มีหลายชนิดและหลายขนาดแตกต่างกันไป มีทั้งวงกลม สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า ฯลฯ เป็นต้น ใช้สำหรับรองรับส่วนผสมเพื่อให้ขนมออกมาเป็นรูปร่างตามต้องการ

### ตะแกรงพักขนม

ทำจากโลหะสแตนเลสคล้ายๆ ตารางใช้สำหรับพักขนมหลังจากนำออกจากเตาอบเพื่อให้ขนมเย็นสนิทก่อนนำไปบรรจุหีบห่อ

### เตาอบ

มีหลายประเภททั้งเตาอบก๊าซ เตาอบไฟฟ้า เตาอบที่ใช้ น้ำมัน และมีมากมายหลายขนาด ใช้สำหรับอบขนม การเลือกใช้ควรให้เหมาะสมกับปริมาณการผลิต

## 2.6 วิธีการผลิตเค้กเนย

การผลิตเค้กเนยมีวิธีการผสมหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งวิธีที่ใช้จะมุ่งถึงหลักการเกิดเซลล์อากาศและเก็บไว้ในแป้งผสมให้มากที่สุดและนานที่สุดก่อนที่จะนำไปอบ ซึ่งขั้นตอนการทำโดยจิตริณา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล (2539:143-152) ได้กำหนดขั้นตอนที่สำคัญไว้ 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

1. การผสม วิธีผสมเค้กเนยโดยทั่วๆ ไปมี 4 วิธีด้วยกัน คือ (1) วิธีครีมเนย (2) วิธีคนผสม (3) วิธีชูการ์ – วอเตอร์ และ (4) วิธีผสมครั้งเดียว

วิธีครีมเนย ( creaming method ) เป็นวิธีที่ผสมไขมันกับน้ำตาลโดยตีให้ส่วนผสมอยู่ในสภาพที่อ่อนตัวปานกลาง และเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน มีลักษณะเป็นครีมโดยใช้ความเร็วของเครื่องผสมปานกลาง เซลล์อากาศที่เกิดขึ้นจะถูกดูดซึมเข้าไว้ในส่วนผสมทำให้ส่วนผสมเบาและฟูตัวขึ้นค่อยๆ เติบโตลงไปทีละฟอง ตีต่อไปจนส่วนผสมเข้ากันอย่างทั่วถึง เมื่อเติบโตลงไปหมดแล้ว ส่วนผสมจะเบาและอ่อนตัวขึ้น ช่วงสุดท้ายเป็นช่วงของการเติมของเหลวและแป้งทั้งหมดที่ใช้ในสูตร โดยของเหลวซึ่งได้แก่ น้ำหรือนม จะเติมสลับไปกับแป้งในส่วนผสม ผสมต่อไปจนกระทั่งส่วนผสมเรียบเนียน ถ้าใช้เครื่องผสมควรใช้อัตราความเร็วของเครื่องต่ำสุด เพื่อป้องกันการเกิดกลิ่นในแป้ง ถ้าผสมนานเกินไปจะทำให้ส่วนผสมเหนียวและเค้กที่อบออกมาจะแข็งได้

2. การอบเค้ก เค้กเนยที่ผสมแล้วควรใส่พิมพ์ที่ทำด้วยไขมันเฉพาะที่กันพิมพ์ไม่ต้องทา ด้านข้างพิมพ์ หรือจะใช้กระดาษรองที่กันพิมพ์ก็ได้ ถ้าใช้กระดาษรองก็ไม่ต้องทาไขมัน ควรใส่แป้งที่ผสมเสร็จแล้วลงไปประมาณ  $\frac{1}{2}$  หรือประมาณ  $\frac{2}{3}$  ส่วนของพิมพ์ เสร็จแล้วควรนำเข้าอบให้เร็ว

ที่สุดที่จะทำได้ เพราะถ้ารอทิ้งไว้นานจะเกิดปฏิกิริยาของผงฟูกับของเหลวในส่วนผสม ผลิตภัณฑ์คาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซที่ทำให้เกิดเค้กขึ้นฟู และจะสูญเสียบอกไปมากในระหว่างการรอเข้าเตาอบ ทำให้เซลล์อากาศภายในส่วนผสมขยายขึ้น อุณหภูมิของเตาอบจะต่างกันไปตามความเข้มข้นของสูตรที่ใช้ ขนาดของพิมพ์ และความชื้นของส่วนผสม ส่วนผสมที่มีปริมาณน้ำตาลสูงจะต้องใช้อุณหภูมิในการอบต่ำประมาณ 325 - 350<sup>o</sup>F

อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับอบเค้กเนยชนิดต่างๆ มีดังนี้

เชลโลเค้ก	350 - 360 <sup>o</sup> F
ไวต์เค้ก	350 - 360 <sup>o</sup> F
เค้กปอนด์	300 - 350 <sup>o</sup> F
เค้กผลไม้	300 - 350 <sup>o</sup> F
เค้กกล้วย	375 - 380 <sup>o</sup> F
เค้กแผ่น	370 - 380 <sup>o</sup> F
เค้กแท่ง	360 - 370 <sup>o</sup> F

ปกติแล้วเวลาที่ใช้ในการอบเค้กชั้นจะใช้เวลาประมาณ 15 – 20 นาที สำหรับเค้กปอนด์ใช้เวลา 50 – 65 นาที และสำหรับเค้กกล้วยใช้เวลาอบ 10 – 15 นาที

การตรวจสอบว่าเค้กเนยสุกดีแล้วสามารถตรวจได้โดยใช้วัสดุแหลมบางจิ้มลงไป เนื้อเค้กและเมื่อดึงออกมาจะไม่มีเนื้อเค้กติดออกมาด้วยแสดงว่าเค้กอบสุกดีแล้ว นำออกมาจากเตาอบตั้งทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที จึงนำออกจากพิมพ์ แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ก่อนที่จะแต่งหน้า

### 3. การตกแต่งหลังจากการอบ

เค้กที่อบเสร็จแล้ว ควรเคลือบเค้กด้วยหน้าชนิดต่างๆ เพื่อให้เค้กมีความน่ารับประทานยิ่งขึ้น ซึ่งนอกจากทำให้ดูน่ารับประทานแล้ว หน้าที่ใช้เคลือบก่อนเค้กยังช่วยเก็บรักษาคุณภาพของเค้กให้มีความชุ่มชื้นอยู่ได้นาน เค้กที่จะนำมาเคลือบควรทิ้งให้เย็นดีเสียก่อน เพราะถ้าทำในขณะที่เค้กยังร้อนอยู่ ความชื้นอาจจะกินตัวในระหว่างเปลือกนอกของก้อนเค้กกับหน้าที่ทำมาเคลือบได้ ทำให้หน้าที่ใช้เคลือบนั้นเหลวหรือละลายได้

### เทคนิคในการผลิตเค้กเนย

ในการผลิตเค้กเนยให้มีคุณภาพดีตามต้องการ จะขึ้นอยู่กับการใช้ส่วนผสมที่มีคุณภาพดี มีสูตรที่สมดุล และขั้นตอนการปฏิบัติที่ถูกต้องทุกประการ ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้มีวิธีการและเทคนิค ดังที่ จิตรนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล ( 2539 : 19 – 21 ) ได้กล่าวไว้ดังนี้

### 1. การชั่งตวง

ในการชั่งตวงส่วนผสมทุกชนิดควรใช้เครื่องชั่งตวงที่มีความเที่ยงตรงสะอาดและอยู่ในสภาพที่ดี ถ้าเครื่องชั่งตวงอยู่ในสภาพที่ไม่ดีก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ออกมาไม่ติดตามไปด้วย การชั่งตวงปริมาณของส่วนผสมที่ผิดพลาดแม้เพียงเล็กน้อย ก็จะสามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะของผลิตภัณฑ์ได้

### 2. การผสม

ควรใช้วิธีผสมตามสูตรกำหนดให้ และควรใช้เวลาในขั้นตอนของการผสมแต่ละขั้นตอน ให้เหมาะสมเพื่อจะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรดี มีเนื้อสัมผัสดีและมีความอ่อนนุ่มดีอีกด้วย ไม่ควรผสมมากเกินไปหรือน้อยเกินไปเพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์เสียได้

### 3. การเตรียมพิมพ์

พิมพ์ที่ใช้ใส่ผลิตภัณฑ์ขนมอบจะต้องสะอาดและแห้ง ไม่ควรโป่งหรือมีรู พิมพ์ที่สกปรก จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบได้มีกลิ่นไม่ดี และอาจทำให้เกิดราขึ้นได้พิมพ์ที่โป่งหรือเป็นรูจะทำให้ผลิตภัณฑ์อบสุกไม่สม่ำเสมอ และเอาออกจากพิมพ์ยาก พิมพ์ที่ใช้ควรมีขนาดที่สูตรกำหนดให้และจะต้องเตรียมให้พร้อมตามที่สูตรบ่งไว้ เช่น ต้องทาพิมพ์ด้วยไขมันเพียงบางๆ หรือทาหนาๆ หรือไม่ทาเลยซึ่งในกรณีที่ต้องทาพิมพ์ด้วยไขมันก็ควรใช้ไขมันที่ใหม่และไม่มีการปน

### 4. การอบ

ผลิตภัณฑ์ที่ทำจะไม่ประสบความสำเร็จถ้าไม่อบให้ถูกวิธี การที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีนั้น จะต้องตั้งอุณหภูมิของเตาอบให้ได้ตามที่ต้องการสำหรับอบผลิตภัณฑ์ขนมอบนั้นๆ ควรนำผลิตภัณฑ์เข้าอบและออกจากเตาอบในเวลาที่เหมาะสมโดยปกติแล้วผลิตภัณฑ์ที่อบนานเกินไป หรืออบไม่เพียงพอ นั้น เกิดจากความไม่ระมัดระวังหรือเกิดจากการขาดความรู้ของผู้อบ ให้ปฏิบัติตามสูตรที่บอกเมื่ออบขนมสุกแล้วจะต้องทำให้เย็น โดยทำได้ 2 วิธีคือ

- 1) ปล่อยให้เย็นเองตามธรรมชาติ วิธีนี้จะใช้เวลานาน
- 2) ใช้เครื่องทำความเย็น วิธีนี้ทำให้เย็นได้เร็วแต่ค่าใช้จ่ายสูง

### 5. การแต่งหน้าขนม

สำหรับเค้กจะดูน่ารับประทานเมื่อได้มีการแต่งหน้า การแต่งหน้าเค้กควรทำเมื่อเค้กเย็นแล้ว หน้าที่ใช้แต่งขนมโดยเฉพาะชนิดที่มีไข่ผสมอยู่ด้วย จะต้องคอยตรวจดูความเสื่อมเสียอยู่เสมอ

และควรเก็บในภาชนะที่มีฝาปิด หรือถ้าจะให้ดีก็เก็บในตู้เย็น สำหรับหน้าขนมที่มีลักษณะไม่ดีต้องทิ้งทันที หรือนำมาใช้แต่งหน้าขนมเป็นอันขาด

#### 6. การบรรจุหีบห่อ

เมื่อแต่งหน้าเค้กเสร็จแล้วก็นำมาบรรจุใส่กล่องกระดาษ พลาสติก หรือเหล็กเพื่อทำให้เค้กนั้นเก็บได้นาน ถูกสุขลักษณะ สะดวกต่อการจับถือ ป้องกันความเสียหายต่อหน้าเค้กที่ตกแต่งไว้ ยังเก็บความสด ความนุ่ม และการสูญเสียความชื้นหรือการซึมได้ดีอีกด้วย

#### 7. การเก็บรักษา

ควรเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในห้องที่มีสภาพไม่แห้งเกินไป มีอุณหภูมิต่ำหรือมีความเย็นพอเหมาะ และไม่ควรถูกเก็บไว้เกิน 48 ชั่วโมง ก่อนถึงมือผู้บริโภค

#### ข้อพึงปฏิบัติในการผลิตเค้กเนย

ในการทำเค้กเนยให้ได้ผลดีนั้นต้องอาศัยความชำนาญ และประสบการณ์ในการทำแล้ว ยังมีข้อพึงปฏิบัติและมีเทคนิคต่างๆ ในการทำเค้กเนยพอสรุปได้ดังนี้คือ

- ก่อนลงมือทำควรทำความเข้าใจในสูตรส่วนผสมและวิธีทำให้ละเอียดและถูกต้องทุกขั้นตอน
- ส่วนผสมต่างๆ ที่ต้องการใช้ควรวางให้อยู่ใกล้มือ พร้อมทั้งจะหยิบได้ทันที
- ควรใช้ถ้วยตวงและช้อนตวงที่ได้มาตรฐาน
- ก่อนทำการร่อนแป้งครึ่งหนึ่งก่อน ตวงเบาๆ ให้ล้นถ้วยแล้วใช้มีดปาดส่วนที่เกินออกให้ได้ระดับของถ้วย อย่างเขย่าหรือกะด้วยสายตาเพื่อให้แป้งอยู่ในระดับของถ้วย
- การตวงน้ำตาลทรายควรตวงเช่นเดียวกับแป้ง แต่สำหรับน้ำตาลทรายแดงแล้ว ตวงโดยกดน้ำตาลลงในถ้วยให้แน่นเทออกมาเป็นรูปถ้วย การตวงเนยก็เช่นเดียวกับน้ำตาลทรายแดง
- การตวงส่วนผสมที่เป็นของเหลวควรใช้ถ้วยตวงที่เป็นแก้วและมีขีดบอกปริมาตร อย่าใช้ถ้วยตวงสำหรับตวงของแข็งตวง
- ในการทำเค้กควรใช้แป้งเค้กโดยเฉพาะ เพราะแป้งเค้กจะทำให้เค้กอ่อนนุ่มเบาตัวและมีเนื้อที่ละเอียด ถ้าใช้แป้งผสมระหว่างแป้งเค้กและแป้งขนมปังจะต้องลดแป้งลง 2 ช้อนโต๊ะ ต่อ 1 ถ้วย และจะต้องไม่ผสมนานเกินไป
- ผงฟูที่ใช้ควรปิดฝาให้แน่นเมื่อใช้เสร็จแล้ว และเก็บไว้ในที่แห้งและเย็นทั้งนี้เพื่อป้องกันการดูดความชื้น เพราะความชื้นมากจะทำให้ผงฟูเสื่อมลง

- ในกรณีที่สูตรต้องการให้แยกไขขาวออกจากไข่แดง ควรแช่ไข่ไว้ในตู้เย็นก่อนที่จะนำไปแยก จะช่วยให้การแยกไขขาวออกจากไข่แดงง่ายขึ้น และต้องระวังอย่าให้ไข่แดงตกลงไปในไข่ขาวที่จะแยก แม้มีไข่แดงอยู่เพียงเล็กน้อยก็จะทำให้ไขขาวนั้นตีไม่ขึ้นฟู และในการตีไข่ขาวให้ขึ้นเป็นฟองหนาควรเติมน้ำตาลทรายลงไปในขณะที่ตีไข่ขาวด้วย จะทำให้ฟองไข่ขาวมีความคงตัวดียิ่งขึ้น
- การตีไข่ขาวจะต้องตีด้วยความเร็วสูงเพื่อให้ไข่ขาวขึ้นได้ดีที่สุด และควรผสมแป้งลงไปคนช้าๆ เพื่อให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกับไข่ขาวโดยไม่สูญเสียอากาศ ค่อยๆ เทส่วนผสมอื่นที่จะผสมกับไข่ขาวลงช้าๆ การเทเร็วๆ จะทำให้ผสมไม่ทั่วและจะทำให้มีส่วนผสมอื่นตกลงไปที่พื้นชามทำให้ขนมที่อบได้มีลักษณะเลอะและหนัก
- ควรตีไข่ขาวในสถานะที่เป็นแก้วหรือสถานะที่เป็นเหล็กปลอดภัยเท่านั้น ไข่ขาวจะตีไม่ขึ้นดีเท่าที่ควรถ้าตีในสถานะที่เป็นพลาสติก
- การทำเค้กเนย ควรตีเนยกับน้ำตาลด้วยเครื่องผสมไฟฟ้านาน 4 นาที เติมน้ำตาลไปที่ละฟองแล้วตีต่อไปอีก 1 นาทีจนหมดไข่ แล้วจึงเติมส่วนผสมที่เหลือลงไป อย่าผสมนานเกินไปเพราะการผสมนานจะทำให้เค้กที่ได้มีเนื้อหนัก ควรผสมด้วยมือให้เข้ากันจะทำให้เนื้อเค้กนุ่มและละเอียด
- เมื่อเติมแป้งสลับกับนมในการทำเค้กเนย ควรแบ่งแป้งเป็น 4 ส่วน นม 3 ส่วน เริ่มต้นผสมด้วยแป้งและจบลงด้วยแป้ง
- ถ้าใช้นมระเหยในสูตรที่บ่งให้ใช้นมสด 1 ถ้วย จะต้องใช้นมระเหยในสูตร 1/2 ถ้วย ผสมน้ำ 1/2 ถ้วย จึงจะเท่ากับนมสด 1 ถ้วย แต่ถ้าใช้นมสดก็ใช้ได้ตามสูตรที่กำหนดให้ไม่ต้องผสมน้ำ
- พิมพ์ที่ใช้สำหรับทำเค้กเนย ควรทาไขมันที่กันพิมพ์ หรือรองกันพิมพ์ด้วยกระดาษไข ไม่ต้องทาที่ข้างๆ พิมพ์
- ควรใช้พิมพ์ที่ได้ขนาดกับส่วนผสม เพราะพิมพ์ที่ใหญ่เกินไปหรือเล็กเกินไปจะส่งผลต่อเนื้อและปริมาณของขนม โดยปกติแล้วควรใส่ส่วนผสมลงไปให้ได้ครึ่งหนึ่งของพิมพ์ แต่ไม่ควรให้เกิน 2 ใน 3 ส่วน
- ควรเปิดเตาอบและตั้งอุณหภูมิที่ต้องการไว้ก่อนที่จะนำขนมเข้าอบ 15 นาที เพื่อให้เตามีความร้อนทั่วถึง และมีอุณหภูมิเท่าที่ขนมต้องการ และถ้าจะอบขนมหลายถาดพร้อมกันควรวางถาดให้ห่างกันประมาณ 1 นิ้ว ทั้งนี้เพื่อให้ความร้อนกระจายไปได้ทั่วทุกด้านของพิมพ์ และควรวางถาดให้ห่างจากด้านข้างของเตาอบประมาณ 1 นิ้วเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อนำขนมเข้าเตาอบแล้วอย่าเปิดเตาอบบ่อยๆ เพราะจะทำให้ขนมไม่ขึ้นเท่าที่ควร สำหรับเค้กอาจจะล้มได้และอย่าเคลื่อนถาดไปมาในระหว่างการอบ จะเปิดดูได้เมื่อบขนมไปได้ 3 ใน 4 ของระยะเวลาที่อบ
- การตรวจดูว่าเค้กเนยสุกหรือไม่ ตรวจได้โดยใช้ไม้จิ้มลงไปแล้วดึงขึ้นมา ถ้าไม่มีอะไรติดมากับไม้ก็แสดงว่าเค้กนั้นสุกดีแล้ว ไม่ควรรอบต่อไปอีก เพราะจะทำให้เค้กที่ได้มีเนื้อหยาบแห้ง และมีผิวด้านนอกแข็ง
- เค้กเนยเมื่อนำออกจากเตาอบแล้วต้องทิ้งไว้ให้เย็นในพิมพ์ประมาณ 5 นาที แล้วจึงนำออกจากพิมพ์มาทำให้เย็นต่อข้างนอกพิมพ์

### ลักษณะที่ดีและการเก็บรักษาเค้กเนย

เค้กเนยที่ดีเนื้อจะแน่นหนึบและนุ่มชุ่มมีความมันเงา สีของเนื้อเค้กภายนอกสีน้ำตาลอ่อน ซึ่งเกิดจากความร้อนที่ได้รับจากการอบ เนื้อภายในมีสีเหลืองอ่อนๆ คล้ายสีของเนยสดมีกลิ่นหอม น่ารับประทาน การเก็บรักษาเค้กเนย เค้กเนยมีวิธีการเก็บหลายรูปแบบเนื่องจากปัจจุบันมีการพัฒนาในด้านบรรจุภัณฑ์มากมาย ไม่ว่าจะเป็นการห่อด้วยพลาสติกใส ใส่อัลูมิเนียมฟอยล์ ใส่ออกซิเจนดูดซับ กล่องกระดาษ กล่องพลาสติก ภาชนะสุญญากาศ หรือห่อด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์เก็บรักษาไว้ในตู้เย็นทุกๆ ไปไม่ยุ่งยากนัก

### การตัดเค้กเนย

การตัดเค้กเนย แต่ละชนิดมีวิธีการตัดที่ต่างกันหลายวิธี ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงก็คือ ขนาดและจำนวนชิ้นที่ต้องการซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดเค้กและเครื่องมือที่ใช้ตัด มีดที่จะใช้ตัดจะต้องคมและมีปลายตรง ใบมีดบางซึ่งเหมาะที่สุดสำหรับใช้ตัดเค้กเนย และเพื่อที่จะให้การตัดนั้นเรียบ ไม่มีขุยของเนื้อเค้กติดมาด้วย ควรจุ่มใบมีดในน้ำอุ่นก่อนที่จะตัดแต่ละชิ้นและพยายามรักษาใบมีดไม่ให้มีเนื้อเค้กหรือสิ่งสกปรกอื่นติดอยู่

### ประโยชน์และความสำคัญของเค้กเนย

เค้กเนยเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งซึ่งมีส่วนผสมจำพวกแป้ง น้ำตาล นมและเนยและส่วนประกอบหลักซึ่งมีสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายไม่ว่าจะเป็นคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน แต่เนื่องจากค่านิยมการบริโภคของเมืองไทยแตกต่างจากต่างประเทศ จึงนิยมบริโภคเป็นเพียงอาหารว่าง เป็นขนมหรือบริโภคเฉพาะในช่วงเทศกาลวันสำคัญต่างๆ เท่านั้น

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท

ก วัสดุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

วัสดุดิบ

1. แป้งสาลี (แป้งเค้ก)
2. แป้งข้าวเจ้าที่สกัดได้จากข้าวหัก
3. แป้งข้าวเหนียวที่สกัดได้จากข้าวหัก
4. น้ำตาลไอซิ่ง
5. เกลือ
6. เนยสด
7. ไข่ไก่
8. นมสด
9. ผงฟู
10. กลิ่นรส (กลิ่นนมเนย)
11. EC25K

อุปกรณ์

1. ถ้วยตวง
2. ช้อนตวง
3. เครื่องชั่ง
4. นาฬิกาจับเวลา
5. ชามผสม
6. ตะแกรงร่อนแป้ง
7. ที่ตีไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. พายยางหรือพายพลาสติก
9. แปรงทาพิมพ์
9. กิมหยิบถาด
11. พิมพ์เค็ก
12. ถาดอบ
13. ตะแกรงพักขนม
14. เครื่องผสม
15. เตาอบ

### ข อุปกรณ์ในการทำปัญหาพิเศษ

- |                |   |      |
|----------------|---|------|
| 1.กระดาษA4     | 1 | ริม  |
| 2.แผ่นดิสก์    | 3 | แผ่น |
| 3.เครื่องเขียน | 1 | ชุด  |

## 3.2 วิธีการ

### 3.2.1 การวางแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้วางแผนการวิจัยแบบ RCBD (randomized complete block design) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD (least significant difference) โดยทำการศึกษาเรื่องต่างๆดังต่อไปนี้

#### 3.2.1.1 สกัดแป้งจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

แป้งที่จะนำมาทำเค้กเนยในครั้งนี้เป็นแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว วิธีการสกัดก็นำข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวมาล้างทำความสะอาดโดยแยกไว้ต่างภาชนะและแช่ค้างคืนไว้หลังจากนั้นนำมาโม่โดยใช้เครื่องโม่หิน โดยมีผ้าขาวบางรองรับ เมื่อโม่เสร็จรวบรวมผ้าขาวบางให้แน่นแขวนเอาไว้ให้สะเด็ดน้ำแล้วใช้ของหนักทับเอาไว้จนแห้งจึงนำมาเกลี่ยใส่ถาดแล้วนำไปตากแดดจนแห้งนำมาตำให้ละเอียดด้วยครกหินแล้วร่อนด้วยตะแกรงละเอียดเก็บใส่ถุงมัดให้แน่น หากไม่ใช้ในทันทีควรนำมาตากแดดเป็นครั้งคราวเพื่อป้องกันเชื้อรา

#### 3.2.1.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมทดแทนแป้งสาลีจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

แป้งที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว อัตราส่วนที่ใช้ในการทดลองทดแทนแป้งสาลี คือ 20% 40% และ 60% ต่อส่วนผสม

ทั้งหมด ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมโดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน แล้วทำการคำนวณเพื่อเลือกเปอร์เซ็นต์หรือการยอมรับที่ดีที่สุดของเค้กเนยที่ผลิตจากแป้งข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว เพื่อนำไปทำการทดลองในขั้นต่อไป

### 3.2.1.3 หาสูตรที่เหมาะสมในการทำเค้กเนยให้มีคุณภาพดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

การหาสูตรที่เหมาะสมในการทำเค้กเนยทำได้โดยนำเปอร์เซ็นต์ที่ดีที่สุดของแป้งหรือเค้กเนยที่ผลิตจากแป้งข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวมาเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐานซึ่งใช้แป้งสาลี 100% ต่อส่วนผสมทั้งหมด ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมกับผู้ทดสอบจำนวน 15 คน แล้วดูว่าผู้บริโภคยอมรับแตกต่างกันหรือไม่เพื่อที่จะได้หาวัตถุดิบและเปอร์เซ็นต์ที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งสาลี

### 3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ ANOVA (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบคะแนนโดยวิธี LSD (least significant difference) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และหาความแตกต่างของเค้กเนยที่ผลิตด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวด้วยวิธี SSR (significant studentized ranges)

### 3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวงลำประเทวี เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

### 3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้งแต่ต้นเดือนพฤศจิกายน-เดือนมีนาคม พ.ศ. 2546

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

#### 4.1 การสกัดแป้งจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

แป้งที่จะนำมาทำเค้กเนยในครั้งนี้เป็นแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว วิธีการสกัดใช้วิธีการโม่แบบเปียก จากการวิจัยปรากฏว่า เมื่อนำข้าวเจ้าและข้าวเหนียวมาโม่ 1 กิโลกรัม เปอร์เซนต์แป้งที่ได้คือ 1 กิโลกรัมเช่นกัน ในขณะที่ลักษณะของเนื้อแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียวจะมีความละเอียด และขาวกว่าแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะเครื่องมือที่ใช้ในการตำข้าวเป็นเครื่องมือที่ไม่ค่อยได้มาตรฐาน และพันธุ์ข้าวแตกต่างกัน เพราะก่อนที่จะนำข้าวหักมาสกัด ยังไม่ได้คัดเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสมจึงทำให้สิ่งที่เกิดขึ้นหลังจากการสกัดแตกต่างกัน

#### 4.2 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมทดแทนแป้งสาลีจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

งานวิจัยในครั้งนี้ใช้อัตราส่วนในการทดแทนแป้งสาลี คือ 20% 40% และ 60% ต่อส่วนผสมทั้งหมด ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic rating scales วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยวิธี analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบคะแนนด้วยวิธี least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และหาความแตกต่างของเค้กเนยที่ผลิตด้วยแป้งสกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวด้วยวิธี significant studentized ranges (SSR) ได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 1** การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนที่เหมาะสมทดแทนแป้งสาลีจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง		
	A	B	C
ลักษณะปรากฏ	7.60 <sup>a</sup>	7.06 <sup>b</sup>	5.60 <sup>c</sup>
สี	8.06 <sup>a</sup>	7.66 <sup>a</sup>	6.80 <sup>b</sup>
กลิ่น	7.30 <sup>a</sup>	6.40 <sup>b</sup>	5.30 <sup>c</sup>
รสชาติ	7.80 <sup>a</sup>	6.80 <sup>b</sup>	5.60 <sup>c</sup>
เนื้อสัมผัส	7.80 <sup>a</sup>	6.80 <sup>b</sup>	5.40 <sup>c</sup>
ความชอบโดยรวม	7.93 <sup>a</sup>	7.13 <sup>b</sup>	5.60 <sup>c</sup>

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงว่าตัวอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P > 0.05$ )

ตัวอย่าง

- A = แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า 20% ต่อส่วนผสมทั้งหมด  
 B = แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า 40% ต่อส่วนผสมทั้งหมด  
 C = แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า 60% ต่อส่วนผสมทั้งหมด

#### คุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ

ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P \leq 0.05$ ) โดยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า 20% ต่อส่วนผสมทั้งหมดได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดคือ 7.60 โดยที่ 40% และ 60% จะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปจาก 20% ตรงที่มีโพรงอากาศที่ใหญ่กว่าและมีลักษณะที่หยาบขึ้นตามลำดับเปอร์เซ็นต์ของแป้งที่สูงขึ้น ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากกรรมวิธีการผลิตแป้งยังไม่เหมาะสม ไม่ได้มาตรฐาน ไม่ได้ผ่านการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสม คุณลักษณะทางกายภาพของแป้งมีความสัมพันธ์ในการประเมินคุณภาพของข้าว คุณภาพแป้งดี การใช้อัตราส่วนที่เหมาะสม จะนำไปทำผลิตภัณฑ์ได้ดีตามความต้องการของผู้บริโภค อัตราส่วนของแป้งที่ต่างกัน จึงทำให้ลักษณะของเค้กที่ออกมามีลักษณะที่แตกต่างกันออกไปจากเค้กเนยที่ผลิตจากแป้งสาลี 100%

### คุณลักษณะด้านสี

ตัวอย่างมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P \leq 0.05$ ) โดยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า 20% และ 40% มีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน คือ จะมีสีเหลืองเนื่องจากการอบ เนื้อด้านในมีสีเหลืองอ่อนคล้ายสีของเนยสด ซึ่งได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคด้วยคะแนน 8.06 และ 7.66 ตามลำดับ สีที่แตกต่างกันอาจจะเกิดเนื่องจากน้ำตาลในสูตรละลายไม่หมด เมื่อนำเข้าเตาอบจนสุกจะทำให้ผิวมีจุดดำสีน้ำตาลเข้มเนื่องจากความร้อน ( อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532 : 293 ) หรืออีกสาเหตุหนึ่งคือ ภายในเม็คแป้งจะมีส่วนประกอบของ protein อยู่โดยจะเกาะอยู่บริเวณพื้นผิวของเม็คแป้ง (กล้าณรงค์ ศรีรอด, 2543 : 24-27) เมื่อปริมาณการทดแทนของแป้งแตกต่างกัน ทำให้โปรตีนในแป้งแต่ละสูตรมีไม่เท่ากัน สีที่เกิดขึ้นหลังจากการอบก็ย่อมแตกต่างกันด้วย

### คุณลักษณะด้านกลิ่น

ตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P \leq 0.05$ ) โดยเค้กเนยที่ผลิตจากข้าวหักของข้าวเจ้า 20% 40% และ 60% มีกลิ่นที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่กลิ่นที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด คือ เค้กเนยที่ผลิตจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า 20% ระดับคะแนนที่ได้คือ 7.30 ในขณะที่ระดับเปอร์เซ็นต์จากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าสูงขึ้น คะแนนการยอมรับก็จะลดต่ำลงทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจาก ภายในเม็คแป้งหรือเมล็ดธัญพืชต่างๆ ไปจะมีปริมาณไขมันสะสมอยู่ซึ่งพบว่าปริมาณไขมันกับปริมาณอะมิโลสจะมีความสัมพันธ์กัน คือ ในแป้งข้าวเจ้าจะมีปริมาณอะมิโลสสูงซึ่งปริมาณไขมันก็จะสูงขึ้นด้วยเช่นกัน กรดไขมันไม่อิ่มตัวซึ่งอยู่บริเวณพื้นผิวเม็คแป้งจะทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นแป้งในผลิตภัณฑ์ กลิ่นหืน เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (กล้าณรงค์ ศรีรอด, 2543 : 24 – 27) การวิจัยครั้งนี้ใช้แป้งที่สกัดเองไม่ได้ผ่านกระบวนการผลิตหรือใช้เครื่องมือที่ได้มาตรฐาน ซึ่งอาจจะแก้ไขได้โดย แป้งที่จะนำมาใช้จะต้องแห้ง ไม่มีกลิ่นอับ เพราะจะทำให้กลิ่นผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไป หรืออาจจะเพิ่มกลิ่นสังเคราะห์มากกว่าที่สูตรกำหนด เพื่อให้กลิ่นของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น

### คุณลักษณะด้านรสชาติ

ตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P \leq 0.05$ ) โดยเค้กเนยที่ผลิตจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า 20% ต่อส่วนผสมทั้งหมดจะได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุด คือ 7.8 ในขณะเดียวกัน เมื่อใส่แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าเพิ่มมากขึ้น รสชาติจะมี

คุณภาพลดลง ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากปริมาณแป้งที่สกัดจากข้าวหักมีผลต่อรสชาติของเค้กเนย ซึ่งรสชาติของเค้กเนยจะมีคุณภาพดีขึ้น ส่วนผสมแต่ละชนิดควรมีคุณภาพดี ผสมด้วยวิธีที่ถูกต้องตามประเภทของเค้ก และมีปริมาณส่วนผสมแต่ละชนิดในสูตรสมดุล จึงทำให้เค้กมีลักษณะและรสชาติที่ดี ตรงตามชนิดของเค้กที่ต้องการ (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532 :284) เพราะฉะนั้นแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าอาจจะทำเค้กได้จริง แต่จะต้องคัดเลือกพันธุ์ข้าวที่เหมาะสม ผ่านกระบวนการหรือกรรมวิธีการผลิตที่ถูกต้อง มีสูตรที่สมดุลย์และผ่านการตรวจสอบแล้วว่ามีลักษณะที่ใกล้เคียงกับเค้กเนยตามท้องตลาดที่ผลิตจากแป้งสาลี 100%

### คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส

ตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยเค้กเนยที่ผลิตจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า 20% ต่อส่วนผสมทั้งหมดจะได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุด คือ 7.8 ในขณะที่เดียวกันเมื่อใส่แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าเพิ่มมากขึ้น เนื้อสัมผัสจะมีคุณภาพลดลง คือ ลักษณะเนื้อจะหยาบ โปร่งอากาศใหญ่ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะคุณภาพข้าวหักของข้าวเจ้าไม่ดี เพราะไม่ได้ผ่านกรรมวิธีการคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสม

ข้าวประเภทต่างๆ จะมีความแตกต่างกันทางด้านคุณภาพ ข้าวเมื่อสุกแล้วจะมีองค์ประกอบของแป้งที่ปะปนอยู่ในเมล็ดข้าวซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ อะมิโลส และ อะมิโลเพคติน ซึ่งอะมิโลเพคติน มีคุณสมบัติทำให้ข้าวสุกเหนียวและนุ่ม ในขณะที่อะมิโลส จะทำให้ข้าว่วนแข็งกระด้าง (งามชื่น คงเสรี อ้างจาก <http://www.smethai.net/journal/column.asp?Volume=4405&Column=5>, 1 มีนาคม 2546)

ข้าวสาลีจะมีปริมาณอะมิโลสต่ำแต่มีปริมาณอะมิโลเพคตินสูงซึ่งจะทำให้ลักษณะของเนื้อเค้กเหนียว และนุ่ม ในขณะที่แป้งข้าวเจ้าจะมีปริมาณอะมิโลสสูงแต่มีปริมาณอะมิโลเพคตินต่ำจึงทำให้เนื้อเค้ก่วน แข็ง และกระด้าง

### คุณลักษณะด้านความชอบโดยรวม

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านความชอบโดยรวมผลปรากฏว่าเค้กเนยที่ผลิตจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า 20% ต่อส่วนผสมทั้งหมดได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุดทั้งทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เนื่องจากมีคะแนนการยอมรับมากที่สุดในแต่ละด้าน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเติมแป้งที่สกัดจากข้าวหักของ

ข้าวเจ้าลงไป 20% การเปลี่ยนแปลงในแต่ละด้านยังน้อยอยู่ ลักษณะต่างๆ ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

**ตารางที่ 2** การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนที่เหมาะสมทดแทนแป้งสาลีจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง		
	A	B	C
ลักษณะปรากฏ	7.66 <sup>a</sup>	7.53 <sup>a</sup>	6.73 <sup>b</sup>
สี	8.06 <sup>a</sup>	7.73 <sup>a</sup>	7.20 <sup>b</sup>
กลิ่น	7.93 <sup>a</sup>	7.53 <sup>a</sup>	6.66 <sup>b</sup>
รสชาติ	8.20 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>	6.86 <sup>b</sup>
เนื้อสัมผัส	8.20 <sup>a</sup>	7.60 <sup>b</sup>	6.40 <sup>c</sup>
ความชอบโดยรวม	8.00 <sup>a</sup>	7.73 <sup>a</sup>	6.80 <sup>b</sup>

ตัวอักษรที่เหมือนในแนวนอนแสดงว่าตัวอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P > 0.05$ )

ตัวอย่าง

- A = แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% ต่อส่วนผสมทั้งหมด  
 B = แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 40% ต่อส่วนผสมทั้งหมด  
 C = แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 60% ต่อส่วนผสมทั้งหมด

**คุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ**

ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P \leq 0.05$ ) โดยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% และ 40% ต่อส่วนผสมทั้งหมดได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคด้วยคะแนน 7.66 และ 7.53 ตามลำดับ ส่วน 60% เด็กเนยจะมีลักษณะโพรงอากาศที่ใหญ่และมีลักษณะที่หยาบกว่า 20% และ 40% ทั้งนี้จะเห็นได้ว่ายิ่งเปอร์เซ็นต์แป้งเพิ่มมากขึ้นเท่าไรคะแนนการยอมรับจะลดลงเรื่อยๆ อาจจะกล่าวได้ว่าคุณภาพของเด็กเนยขึ้นอยู่กับคุณภาพของแป้งที่ใส่ลงไปด้วย

แป้งข้าวที่เหมาะสมสำหรับทำเค้กทดแทนแป้งสาลี 100% ควรเป็นแป้งอะมิโลสต่ำที่ได้จากการ โม่แห้ง แป้งชนิดโม่เปียกสามารถทดแทนแป้งสาลีได้ 80% (งามชื่น คงเสรี,2539:20)

ข้าวเหนียวเป็นข้าวที่มีอะมิโลสต่ำ เหมาะสำหรับการทำเค้ก ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสกัดแป้งด้วยวิธีโม่เปียก และทดแทนแป้งสาลีในปริมาณ 20% 40% และ 60% ซึ่งเปอร์เซ็นต์ที่ผู้บริโภคมอบรับคือ 20% และ 40% แต่เปอร์เซ็นต์ที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดคือ 20% ซึ่งลักษณะปรากฏที่เห็นไม่แตกต่างจากเค้กเนยปกติ ในขณะที่เค้กเนยที่ผลิตจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 60% มีลักษณะที่แตกต่างออกไป ขณะที่แป้งชนิดโม่เปียกสามารถทดแทนแป้งสาลีได้ถึง 80% ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะ 60% มีโพรงอากาศที่ใหญ่ และมีลักษณะหยาบเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับ 20% และ 60% จึงทำให้คะแนนการยอมรับลดลง

#### คุณลักษณะด้านสี

ตัวอย่างมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P \leq 0.05$ ) โดยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% และ 40% มีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน คือ จะมีสีเหลืองเนื่องจากการอบ เนื้อด้านในมีสีเหลืองอ่อนคล้ายสีของเนยสด และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคด้วยคะแนน 8.06 และ 7.73 ตามลำดับ แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 60% จะมีสีเหลืองเข้มกว่า 20% และ 40% อย่างชัดเจน ทั้งนี้ที่เปลี่ยนแปลงไปเพราะน้ำตาลที่ใส่ลงไป น้ำตาลมีผลทำให้โปรตีนในแป้งอ่อนตัวและช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของเด็ก ในการทำเค้กควรใช้น้ำตาลทรายละเอียด เพื่อที่จะละลายได้อย่างสมบูรณ์ ในการผสม และนอกจากนี้ปริมาณความชื้นในส่วนผสมของแป้งที่สกัดจากข้าวหักอาจจะมีมากขึ้นอยู่มาก เพราะไม่ได้ผ่านการตรวจสอบทางเคมีและไม่ได้เก็บในถุงสุญญากาศ ด้วยเหตุผลนี้จึงทำให้สีของเค้กเนย เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งที่สกัดมากขึ้น

#### คุณลักษณะด้านกลิ่น

ตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P \leq 0.05$ ) โดยเค้กเนยที่ผลิตจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% และ 40% มีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน คือ มีกลิ่นหอม ไม่มีกลิ่นแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียวและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคด้วยคะแนน 7.93 และ 7.53 ตามลำดับ กลิ่นรสที่ดีได้จากส่วนผสมที่ใส่ลงไปคือ นมสด เนยสด แต่จะเห็นได้ว่าคะแนนที่ได้ต่างกันทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะภายในเม็คแป้งจะมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่ ดังนั้นในการวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้งจะต้องกำจัดไขมันออกจากแป้ง โดยสกัดด้วยตัวทำละลายหรือย่อยสลายโดยใช้

น้อย (กล้าณรงค์ ศรีรอด, 2543 : 24 – 27) แต่ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แป้งที่สกัดจากข้าวหักซึ่งไม่ได้ผ่านการวิเคราะห์คุณสมบัติของแป้ง ซึ่งอาจจะทำให้ภายในเมล็ดแป้งมีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่ ทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่ดีต่อเค้กเนยเมื่อใส่ปริมาณแป้งที่สกัดจากข้าวหักเพิ่มมากขึ้น

### คุณลักษณะด้านรสชาติ

ตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P \leq 0.05$ ) โดยเค้กเนยที่ผลิตจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% และ 40% ต่อส่วนผสมทั้งหมดจะได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุด คือ 8.20 และ 8.00 ตามลำดับ ซึ่งรสชาติของทั้งสองสูตรนี้จะมีความหวาน มัน นุ่ม และกลมกล่อมอยู่ภายในสูตร ในขณะที่เดียวกันเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียวเป็น 60% รสชาติของเค้กเนยก็จะเปลี่ยนไป คือ จะมีรสชาติแข็ง กระด้างและมีรสชาติของแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียวเล็กน้อย เพราะเหตุนี้คะแนนการยอมรับจึงลดลง ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากปริมาณแป้งที่สกัดจากข้าวหักมีผลต่อรสชาติของเค้กเนย ซึ่งรสชาติของเค้กเนยจะมีคุณภาพดีนั้นส่วนผสมแต่ละชนิดควรมีคุณภาพดี ผสมด้วยวิธีที่ถูกต้องและมีปริมาณส่วนผสมแต่ละชนิดในสูตรสมดุล จึงจะทำให้เค้กมีลักษณะและรสชาติที่ดี ตรงตามชนิดของเค้กที่ต้องการ (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532:284)

### คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส

ตัวอย่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P \leq 0.05$ ) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสปรากฏว่า แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% 40% และ 60% มีระดับคะแนนการยอมรับที่แตกต่างกัน คือ 8.2 7.6 และ 6.4 ตามลำดับ โดยเค้กเนยที่ได้จากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% จะมีลักษณะที่ดีที่สุดคือ เนื้อแน่น หนึ่ก มีความชุ่มชื้น เป็นมันเงา ลักษณะเหล่านี้ได้จากส่วนผสมต่างๆที่ใส่ลงไปอย่างเหมาะสม เช่น นมสด เนยสด ไข่ ในขณะที่เดียวกันเค้กเนยที่ได้จากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 40% และ 60% จะมีโพรงอากาศใหญ่ เนื้อหยาบ และกระด้างเล็กน้อย อาจจะเนื่องมาจาก การร่อนเค้กเนยทั้งสามสูตรเพื่อเข้าเตาอบพร้อมกัน เค้กเนยที่ผสมแล้วควรใส่พิมพ์ที่ทาด้วยไขมันเฉพาะที่กันพิมพ์ เสร็จแล้วควรนำเข้าเตาอบให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะถ้ารอทิ้งไว้นานจะเกิดปฏิกิริยาระหว่างผงฟูกับของเหลวในส่วนผสมผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซที่ทำให้ขนมเค้กขึ้นฟู และจะสูญเสียออกไปมากในระหว่างการร่อนเข้าเตาอบ ทำให้เซลล์อากาศภายในส่วนผสมหยาบขึ้นเมื่ออบเสร็จ (จิตรณา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2539 : 169)

ข้าวประเภทต่างๆ จะมีความแตกต่างกันทางด้านคุณภาพหากจะใช้หรือทดแทนจะต้องใช้ในปริมาณที่เหมาะสมจึงจะได้คุณภาพและใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุด (งามชื่น คงเสรี.อ้างจาก <http://www.smethai.net/journal/column.asp?Volume=4405&Column=5>, 1 มีนาคม 2546.)

#### คุณลักษณะด้านความชอบโดยรวม

ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P \leq 0.05$ ) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสปรากฏว่า แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุด และไม่มีมีความแตกต่างกันทั้งทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ซึ่งลักษณะที่ผู้บริโภคยอมรับก็คือ เนื้อเนียน แน่น หนัก โพรงอากาศเล็ก มีสีเหลืองเนื่องจากการอบ เนื้อด้านในมีสีเหลืองอ่อนคล้ายสีของเนยสด มีกลิ่นหอม เนื้อสัมผัสนุ่ม ไม่กระด้าง และเมื่อใส่แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียวเพิ่มมากขึ้นจะทำให้การยอมรับของผู้บริโภคน้อยลง เค้กที่ดีจะต้องมีลักษณะถูกตาถูกใจ และถูกปากของผู้บริโภค คุณภาพของเค้กนั้นขึ้นอยู่กับ การปรับสูตรให้สมดุลย์เสมอ เมื่อสูตรอยู่ในสมดุลย์ เค้กที่ผลิตออกมาก็จะมีคุณภาพดีตามต้องการ (จิตรนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2539 : 155 )

#### 4.3 การศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณของแป้งสาลีกับแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวในการทำผลิตภัณฑ์เค้กเนย

การหาสูตรที่เหมาะสมในการทำเค้กเนย ทำได้โดยนำเปอร์เซ็นต์ที่ดีที่สุดของเค้กเนยที่ผลิตจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวมาเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐานซึ่งใช้แป้งสาลี 100% ต่อส่วนผสมทั้งหมด ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน ได้ผลการทดลองดังนี้

**ตารางที่ 3** วิเคราะห์ผลทางสถิติจากค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสของเด็กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว 20% ต่อส่วนผสมทั้งหมด เปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง		
	A	B	C
ลักษณะปรากฏ	8.13 <sup>a</sup>	7.80 <sup>a</sup>	8.06 <sup>a</sup>
สี	8.13 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>	8.13 <sup>a</sup>
กลิ่น	8.20 <sup>a</sup>	7.53 <sup>b</sup>	8.06 <sup>a</sup>
รสชาติ	8.20 <sup>a</sup>	7.60 <sup>b</sup>	8.06 <sup>a</sup>
เนื้อสัมผัส	8.33 <sup>a</sup>	7.40 <sup>b</sup>	8.13 <sup>a</sup>
ความชอบโดยรวม	8.06 <sup>a</sup>	7.93 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>

ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอนแสดงว่าตัวอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P > 0.05$ )

ตัวอย่าง

A = แป้งสาลี 100%

B = แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า 20% ต่อส่วนผสมทั้งหมด

C = แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% ต่อส่วนผสมทั้งหมด

ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสของเด็กเนย ที่ใช้แป้งสาลี 100% และใช้แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว 20% ผลปรากฏว่า ลักษณะปรากฏ สี และความชอบโดยรวม ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P > 0.05$ ) แต่กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัสของเด็กเนยที่ผลิตจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าจะมีความแตกต่างจากแป้งสาลี 100% และแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P \leq 0.05$ )

### คุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P > 0.05$ ) โดยเค้กเนยทั้งสามสูตรจะมีลักษณะเนื้อแน่น หนึ่ก มีความนุ่ม ชุ่มชื้น มีความมันเงา ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากเค้กเนยที่ผลิตจากแป้งที่ได้จากการสกัดได้คัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดมาเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน จึงทำให้ลักษณะที่เห็นไม่แตกต่างกัน

### คุณลักษณะด้านสี

เค้กเนยที่ผลิตจากแป้งสาลี 100% และผลิตจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% จะมีสีเหลืองเข้มที่เปลือกนอกซึ่งเกิดจากความร้อนที่ได้จากการอบ สีของเปลือกนอกจะเข้มขึ้นเมื่อน้ำตาลละลายถึงตอนสุดท้ายของการอบก็จะมีสีที่ดีของเค้กเกิดขึ้น ( จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล, 2539 : 179 ) ส่วนเนื้อด้านในจะมีสีเหลืองอ่อนคล้ายสีของเนยสดในขณะที่เค้กเนยที่ผลิตจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า 20% จะมีสีที่เข้มกว่าสูตรมาตรฐาน ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากน้ำตาลในสูตรละลายไม่หมด เมื่อนำเข้าเตาอบจนสุกทำให้ผิวมีจุดดำสีน้ำตาลเข้มเนื่องจากความร้อน (อรอนงค์ นัยวิกุล ,2532 : 293) จึงทำให้คะแนนการยอมรับลดลง

### คุณลักษณะด้านกลิ่น

เค้กเนยที่ผลิตจากแป้งสาลี 100% และผลิตจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% จะมีกลิ่นหอมน่ารับประทาน ซึ่งกลิ่นนี้มาจากส่วนผสมต่างๆ คือ เนยสด นมสด ไข่ และกลิ่นสังเคราะห์ ไม่มีกลิ่นแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว ในขณะที่เดียวกันเค้กเนยที่ผลิตจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าจะมีกลิ่นของแป้งเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกระบวนการผลิตแป้งไม่ได้มาตรฐานหรือในแป้งมีความชื้นอยู่ทำให้เกิดกลิ่นเมื่อนำมาทำผลิตภัณฑ์

### คุณลักษณะด้านรสชาติ

เค้กเนยที่ผลิตจากแป้งสาลี 100% และผลิตจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% จะมีรสชาติหวาน มัน กลมกล่อม ในขณะที่เค้กเนยที่ผลิตจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าจะมีรสชาติของแป้งที่สกัดเล็กน้อย ทั้งนี้อาจจะสืบเนื่องมาจากกลิ่น เมื่อกลิ่นไม่ดีก็จะทำให้รสชาติเสียไปด้วย

### คุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัส

เค้กเนยที่ผลิตจากแป้งสาลี 100% และแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% เนื้อสัมผัสจะนุ่ม หนึ่ก แน่น มีความชุ่มชื้น มีความมันเงา ในขณะที่เค้กเนยที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าจะเบากว่า เนื้อจะหยาบ ไม่ละเอียด ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะ แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียวและแป้งสาลี 100% มีปริมาณอะมิโลเพกตินสูงเมื่อผ่านการหุงต้มจะมีความเหนียว และแน่นกว่าแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าซึ่งมีอะมิโลเพกตินต่ำเมื่อผ่านการหุงต้ม จะมีความร่วนและความแข็ง (ประพาส วีระแพทย์, 2523 : 27)

### คุณลักษณะด้านความชอบโดยรวม

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P > 0.05$ ) สามารถใช้ทดแทนกันได้ เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนแป้งสาลี 100% แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียวจะมีคะแนนเท่ากับ 8.06 7.93 และ 8.00 ตามลำดับ ซึ่งถ้าหากต้องการได้เค้กที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับสูตรมาตรฐานมากที่สุดควรใช้แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนกับสูตรมาตรฐานแล้วมีค่าใกล้เคียงกัน นอกจากนี้คุณลักษณะด้านอื่นๆตัวอย่างไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P > 0.05$ ) ทั้งทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในการศึกษาเปอร์เซ็นต์ที่เหมาะสมในการผลิตเค้กเนยที่ใช้แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว 20% 40% และ 60% ปรากฏว่าเค้กเนยที่ผลิตจากแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว 20% ต่อส่วนผสมทั้งหมด ได้รับการยอมรับและได้คะแนนสูงสุดในทุกๆ ด้าน คือ ทั้งทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ โดยรวม

เมื่อได้เปอร์เซ็นต์ที่เหมาะสมแล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐานคือใช้แป้งสาลี 100% ต่อส่วนผสมทั้งหมด เมื่อทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ปรากฏว่า ตัวอย่างที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกันและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติคือ สูตรการใช้แป้งสาลี 100% ต่อส่วนผสมทั้งหมด และสูตรการใช้แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% ต่อส่วนผสมทั้งหมด ลักษณะของเค้กเนยจาก 2 สูตรนี้คือ จะมีสีน้ำตาลหรือสีเหลืองเนื่องจากการอบ เนื้อภายในมีสีเหลืองอ่อนคล้ายสีของเนยสด มีกลิ่นหอม เนื้อจะแน่นหนึบ มีความชุ่มชื้นและเป็นมันเงา ไม่มีกลิ่นแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว ในขณะที่เดียวกัน เค้กเนยที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าจะแตกต่างกันออกไปในส่วนของคุณภาพ รสชาติ และเนื้อสัมผัส คือ จะมีกลิ่นของแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าอย่างชัดเจน ผู้บริโภคจึงให้คะแนนการยอมรับน้อยกว่าแป้งสาลี 100% และแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20% ดังนั้นถ้าจะทดแทนแป้งสาลีควรจะใช้แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว 20%

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. แป้งข้าว หากสกัดเองจะต้องตากแดดให้แห้ง เก็บใส่ถุงมิดให้แน่นเพื่อป้องกันเชื้อราและกลิ่นอับชื้น
2. แป้งข้าวที่ตากจนแห้งดีแล้ว ควรทำให้ละเอียด และควรร่อนแป้งด้วยตะแกรงละเอียดหลายๆ ครั้ง เมื่อนำมาทำเค้ก เนื้อเค้กจะไม่หยาบและกระด้างจนเกินไป
3. หากไม่ต้องการให้กลิ่นแตกต่างกันมากนัก อาจเพิ่มปริมาณกลิ่นสังเคราะห์อีกก็ได้

4. หากต้องการได้แป้งข้าวที่มีคุณภาพดี ควรมีการจัดระเบียบคุณภาพก่อนโดยโรงสีหรือผู้ซื้อ ควรจะแยกประเภทของข้าวให้ชัดเจน ไม่ควรดูลักษณะทางกายภาพเพียงอย่างเดียว แต่ควรศึกษาวิเคราะห์ไปถึงคุณสมบัติของแป้งหรือปริมาณอะมิโลสด้วย เพราะปริมาณอะมิโลสจะมีผลไปถึงตัวผลิตภัณฑ์ด้วยเหมือนกัน และการประกอบธุรกิจจากข้าวนั้นหากจะทำการแปรรูปจะต้องมีการคัดแยกวัตถุดิบ วิเคราะห์หาคุณสมบัติของแป้งด้วยว่ามาจากข้าวชนิดใด และจะต้องผ่านกระบวนการผลิตแป้งแบบใด ผลิตภัณฑ์จึงจะใกล้เคียงของจริงที่สุด (งามชื่น คงเสรี. อ้างจาก <http://www.smethai.net/journal/column.asp?Volume=4405&Column=5,1> มีนาคม 2546)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- กล้าณรงค์ ศรีรอด. 2543. เทคโนโลยีแป้ง. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 305 หน้า.
- งามชื่น คงเสรี. ม.ป.ป. ผลิตภัณฑ์จากข้าว. แหล่งที่มา : <http://www.charpa.co.th/bullet/ricenproducts.html>, 1 มีนาคม 2546.
- งามชื่น คงเสรี. ม.ป.ป. “อุตสาหกรรมสาร วารสารกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม เดือนกันยายน-ตุลาคม.” ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากข้าวไทย. แหล่งที่มา : <http://www.smethai.net/journal/column.asp?Volume=4405&Column=5,1> มีนาคม 2546.
- งามชื่น คงเสรี. 2539. คุณภาพข้าวสารและข้าวสุก. ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี อ.ธัญบุรี ปทุมธานี. 140 หน้า.
- จิตรนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2539. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 224 หน้า.
- ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. ธัญชาติและพืชหัว. กรุงเทพฯ : คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 450 หน้า.
- ทิพาวรรณ เฟื่องเรือง. 2533. ขนมอบ. กรุงเทพฯ : ไทยแลนด์การพิมพ์. 264 หน้า.
- นวรรตน์ เอี่ยมพิทักษ์กิจ. 2542. ขนมอบ. กรุงเทพฯ : บริษัทแม่บ้านจำกัด. 122 หน้า.
- ประพาส วีระแพทย์. 2523. ความรู้เรื่องข้าว. กรุงเทพฯ : สาขาตัดพันธุ์ด้านทานศัตรูข้าว กองการข้าว กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ไทยวัฒนาพานิช. 96 หน้า.
- สุภาวดี รอดศิริ. ม.ป.ป. เทคโนโลยีขนมอบ. กรุงเทพฯ : 77 หน้า.
- วาสนา ผลารักษ์. 2523. ข้าว. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 350 หน้า.
- อังสนา กาญจนากร. 2539. เอกสารประกอบการเรียน วิชาอาหารอบ. คณะคหกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครใต้. 263 หน้า.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2532. ข้าวสาลี. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 371 หน้า.



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

## สูตรพื้นฐานและขั้นตอนการผลิตเค้กเนย

## ส่วนผสม

แป้งเค้ก	100	กรัม
เนยสด	100	กรัม
น้ำตาลไอซิ่ง	100	กรัม
ไข่ไก่	2	ฟอง
นมสด	3	ช้อนโต๊ะ
กลิ่นนมเนย	1	ช้อนชา
เกลือ	1/4	ช้อนชา
EC 25 K	1	ช้อนชา

## วิธีทำ

1. ร่อนแป้งทั้งหมด ผงฟู เกลือเข้าด้วยกัน (พักไว้)
2. ตีเนยสดและ EC 25 K จนขึ้นฟูค่อยๆ เติมน้ำตาลและตีจนขึ้นฟูอีกครั้ง จากนั้นใส่ไข่ลงไปทีละฟอง 1 ฟอง ลดความเร็วต่ำสุด และใส่ไข่ต่อจนหมด
3. แบ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน นมสด 2 ส่วน ให้ผสมแป้งสลับกับนมสดที่ละส่วนจนหมดแป้ง
4. เติมกลิ่นลงไป ตีด้วยความเร็วต่ำสุดหรือตะล่อมด้วยมือให้เข้ากัน
5. เทส่วนผสม ใส่พิมพ์ประมาณ  $\frac{3}{4}$  ของพิมพ์ อบด้วยอุณหภูมิ  $350^{\circ}$  F ประมาณ 30 นาทีหรือจนสุก

## ภาคผนวก ข.

## แบบทดสอบ Hedonic Scale Test

ชื่อผู้ทดสอบ \_\_\_\_\_ วันที่ \_\_\_\_\_

ชื่อผลิตภัณฑ์ \_\_\_\_\_ เวลา \_\_\_\_\_

## คำชี้แจง

1. กรุณาบ้วนปากด้วยน้ำเปล่าก่อนทดสอบชิม
2. ทดสอบชิมตัวอย่างต่อไปนี้อย่างต่อเนื่อง
3. หลังการทดสอบตัวอย่างแต่ละตัวอย่าง ให้กลืนปากด้วยน้ำเปล่าทิ้ง เว้นระยะเวลาประมาณ 2 นาทีจึงทำการทดสอบตัวอย่างต่อไป
4. ให้คะแนนตามลำดับความชอบของท่านลงในตาราง โดยมีคะแนนความชอบตั้งแต่ 1-9 โดยมีรายละเอียดดังนี้
 

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

ตัวอย่าง	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
742						
231						
528						

ข้อเสนอแนะ \_\_\_\_\_

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ค.

ตารางภาคผนวกที่ ก. ผลการให้คะแนนการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางการยอมรับโดยรวมของเค้กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว

ผู้ทดสอบชิม	ตัวอย่าง			ผลรวม
	A	B	C	
1	8	7	8	23
2	8	8	8	24
3	8	8	8	24
4	8	8	8	24
5	8	8	8	24
6	8	8	8	24
7	8	8	8	24
8	8	8	8	24
9	8	8	8	24
10	8	8	8	24
11	9	8	8	24
12	8	8	8	24
13	8	8	8	24
14	8	8	8	24
15	8	8	8	24
<b>ผลรวม</b>	121	119	120	360
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	8.06	7.93	8.0	-

A = 100% แป้งสาลี

B = 20% แป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าต่อส่วนผสมทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C = 20% แบ่งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียวต่อส่วนผสมทั้งหมด

ตัวอย่างการคำนวณค่า Analysis of Variance ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของเค้กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

1. การคำนวณหา CF ( Correction Factor )

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(\text{Total})^2}{\text{จำนวนคำตอบทั้งหมด}} \\
 &= \frac{(360)^2}{(15 \times 3)} \\
 &= 129,600 / 45 \\
 &= 2,880
 \end{aligned}$$

2. การคำนวณหา df ( degree of freedom )

2.1 df, sample

$$\begin{aligned}
 &= \text{จำนวนตัวอย่าง} - 1 \\
 &= 3 - 1 \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

2.2 df, judges

$$\begin{aligned}
 &= \text{จำนวนผู้ทดสอบ} - 1 \\
 &= 15 - 1 \\
 &= 14
 \end{aligned}$$

2.3 df, total

$$\begin{aligned}
 &= \text{จำนวนการตรวจ} - 1 \\
 &= 45 - 1 \\
 &= 44
 \end{aligned}$$

2.4 df, error

$$= \text{df, total} - \text{df, judges} - \text{df, sample}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 44 - 14 - 2$$

$$= 28$$

### 3. การคำนวณหา SS ( Sum of Square )

$$3.1 \text{ SS, sample} = \frac{\sum (\text{ค่า total ของตัวแต่ละ Sample})^2}{(\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ Sample})} - CF$$

$$= \frac{(121^2 + 119^2 + 120^2)}{15} - 2880$$

$$= 0.13$$

$$3.2 \text{ SS, judges} = \frac{\sum (\text{ค่า total ของตัวแต่ละ judges})^2}{(\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ judges})} - CF$$

$$= \frac{(23^2 + 24^2 + \dots + 8^2)}{3} - 2880$$

$$= 0.67$$

$$3.3 \text{ Ss, total} = \sum (\text{ค่าการประเมินทุกค่า})^2 - CF$$

$$= (8^2 + 7^2 + \dots + 8^2) - 2880$$

$$= 2,882 - 2,880$$

$$= 2$$

$$3.4 \text{ SS, error} = \text{SS, total} - \text{SS, judges} - \text{SS, sample}$$

$$= 2 - 0.67 - 0.13$$

$$= 1.2$$

### 4. การคำนวณหา MS ( Mean Square ) ของตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 4.1 \text{ MS, Sample} &= \frac{\text{SS, sample}}{\text{df, sample}} \\
 &= \frac{0.13}{2} \\
 &= 0.065
 \end{aligned}$$

$$4.2 \text{ MS, judges} = \frac{\text{SS, judges}}{\text{df, judges}}$$

$$= \frac{0.67}{14}$$

$$= 0.048$$

$$4.3 \text{ MS, error} = \frac{\text{SS, error}}{\text{df, error}}$$

$$= \frac{1.2}{28}$$

$$= 0.043$$

5. การคำนวณหาค่า F ( Variance ratio ) ของ Sample และ Judges โดยจำแนกได้ดังนี้

$$4.4 \text{ F, sample} = \frac{\text{MS, sample}}{\text{MS, error}}$$

$$= \frac{0.065}{0.043}$$

$$= 1.511$$

$$4.5 \text{ F, judges} = \frac{\text{MS, judges}}{\text{MS, error}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{0.048}{0.043}$$

$$= 1.116$$

ตารางภาคผนวกที่ ข. การวิเคราะห์แบบ Analysis of Variance ด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านความชอบโดยรวมของเค้กเนยจากทดแทนแป้งสาลีที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	0.13	2	0.07	1.51 <sup>ns</sup>	3.34
Judges	0.67	14	0.05	1.12 <sup>ns</sup>	2.06
Error	1.2	28	0.04		
Total	2	44			

6. นำค่า F ไปพิจารณาหาค่า P โดยเปิดตาราง ( variance ratio )

6.1 พิจารณาความแตกต่างของ sample

$$F, \text{ sample} = 1.51$$

$$F, \text{ total} = 0.05 \quad \text{ที่ } df, \text{ sample } n_1 = 2$$

$$\text{ที่ } df, \text{ sample } n_2 = 28$$

$$= 3.34$$

จากการคำนวณ F sample ที่คำนวณได้ 1.51 มีค่าน้อยกว่า F ในตาราง P ค่าที่ได้ 3.34 แสดงว่าแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P > 0.05$ )

6.2 พิจารณาความแตกต่างของ Judges

$$F, \text{ judges} = 1.51$$

$$F, \text{ total, P} = 0.05 \quad \text{ที่ } df, \text{ judges } n_1 = 14$$

$$\text{ที่ } df, \text{ error } n_2 = 28 = 2.06$$

จากการคำนวณ F judges ที่คำนวณได้ 1.12 มีค่าน้อยกว่า F ในตาราง P ค่าที่ได้ 2.06 แสดงว่า Judges ไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P > 0.05$ )

7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่ระดับ  $P \leq 0.05$  จากคะแนนเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างตามลำดับจากมากไปน้อย

A	C	B
8.06	8.00	7.93

7.1 หาค่า Standard error ( SE )

$$= \sqrt{\frac{MS, error}{\text{replicate}}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.04}{15}}$$

$$= \sqrt{0.003}$$

$$= 0.052$$

- 7.2 เปิดตารางหาค่า Significant studentized range ( SSR ) ที่  $t = 3$  ค่า  $df error = 28$  จากการเปิดตารางที่ได้เท่ากับ 3.04

- 7.3 คำนวณค่า LSD ( Least significant difference ) ค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด

$$LSD = SE \times SSR$$

$$= 0.05 \times 3.04$$

$$= 0.15$$

- 7.4 โดยค่า LSD ที่ได้จะเป็นค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด ถ้าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละคู่มีค่ามากกว่า LSD แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

$$A - B = 8.06 - 7.93 = 0.13 < 0.15 \text{ ( ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ )}$$

$$A - C = 8.06 - 8.00 = 0.06 < 0.15 \text{ ( ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ )}$$

$$C - B = 8.00 - 7.93 = 0.07 < 0.15 \text{ (ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ)}$$

**ตารางภาคผนวกที่ ค.** การวิเคราะห์แบบ Analysis of Variance ด้านการทดสอบการยอมรับทางด้านความชอบโดยรวมของเด็กเนยจากกระทแตนแป้งสาธิตที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

A	C	B
8.06 <sup>a</sup>	8.00 <sup>a</sup>	7.93 <sup>a</sup>

**ตารางภาคผนวกที่ ง.** การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านลักษณะปรากฏของเด็กเนยจากกระทแตนแป้งสาธิตด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	32.17	2	16.09	42.34 <sup>*</sup>	3.34
Judges	13.63	14	0.97	2.55 <sup>*</sup>	2.06
Error	10.50	28	0.38		
Total	56.3	44			

**ตารางภาคผนวกที่ จ.** การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านสีของเด็กเนยจากกระทแตนแป้งสาธิตด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	12.57	2	6.29	16.55 <sup>*</sup>	3.34
Judges	13.91	14	1.00	2.63 <sup>*</sup>	2.06
Error	10.76	28	0.38		
Total	37.24	44			

ตารางภาคผนวกที่ ฅ. การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านกลิ่นของ  
เค้กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	30.18	2	15.09	83.83 <sup>*</sup>	3.34
Judges	11.25	14	0.80	4.44 <sup>*</sup>	2.06
Error	5.15	28	0.18		
Total	46.58	44			

ตารางภาคผนวกที่ ช. การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านรสชาติของ  
เค้กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	36.57	2	18.29	67.74 <sup>*</sup>	3.34
Judges	14.31	14	1.02	3.78 <sup>*</sup>	2.06
Error	7.43	28	0.27		
Total	58.31	44			

ตารางภาคผนวกที่ ซ. การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านเนื้อสัมผัส  
ของเค้กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าว  
เจ้า

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	43.60	2	21.8	68.12 <sup>*</sup>	3.34
Judges	12.13	14	0.87	2.72 <sup>*</sup>	2.06
Error	9.07	28	0.32		
Total	64.8	44			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ฅ. การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านความชอบ โดยรวมของเค้กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	42.23	2	21.12	78.22 <sup>*</sup>	3.34
Judges	15.83	14	1.13	4.19 <sup>*</sup>	2.06
Error	7.5	28	0.27		
Total	62.5	44			

ตารางภาคผนวกที่ ฉ. การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านลักษณะปรากฏของเค้กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	7.6	2	3.8	23.29 <sup>*</sup>	3.34
Judges	12.27	14	0.88	6.77 <sup>*</sup>	2.06
Error	3.37	28	0.13		
Total	23.6	44			

ตารางภาคผนวกที่ ก. การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านสีของเค้กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	5.73	2	2.87	8.44 <sup>*</sup>	3.34
Judges	20.37	14	1.48	4.35 <sup>*</sup>	2.06
Error	9.60	28	0.34		
Total	36	44			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ๖. การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านกลิ่นของ  
เค้กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	12.6	2	6.30	18.53 <sup>*</sup>	3.34
Judges	14.6	14	1.04	3.06 <sup>*</sup>	2.06
Error	9.4	28	0.34		
Total	36.6	44			

ตารางภาคผนวกที่ ๗. การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านรสชาติของ  
เค้กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	15.57	2	7.79	23.61 <sup>*</sup>	3.34
Judges	13.03	14	0.93	2.83 <sup>*</sup>	2.06
Error	9.10	28	0.33		
Total	37.70	44			

ตารางภาคผนวกที่ ๗. การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านเนื้อสัมผัส  
ของเค้กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของ  
ข้าวเหนียว

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	25.20	2	12.6	26.25 <sup>*</sup>	3.34
Judges	26.13	14	1.87	3.90 <sup>*</sup>	2.06
Error	13.47	28	0.48		
Total	64.80	44			

ตารางภาคผนวกที่ ๓. การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านความชอบ โดยรวมของเด็กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเหนียว

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	11.87	2	5.94	24.75 <sup>*</sup>	3.34
Judges	20.53	14	1.47	6.13 <sup>*</sup>	2.06
Error	6.80	28	0.24		
Total	39.2	44			

ตารางภาคผนวกที่ ๔. การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านลักษณะปรากฏของเด็กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	0.93	2	0.47	2.24 <sup>ns</sup>	3.34
Judges	5.33	14	0.38	1.81 <sup>ns</sup>	2.06
Error	5.74	28	0.21		
Total	12	44			

ตารางภาคผนวกที่ ๕. การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านสีของเด็กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	0.13	2	0.07	1.00 <sup>ns</sup>	3.34
Judges	5.60	14	0.40	5.71 <sup>*</sup>	2.06
Error	1.87	28	0.07		
Total	7.60	44			

**ตารางภาคผนวกที่ ค.** การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านกลิ่นของ  
เค้กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้า  
และข้าวเหนียว

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	3.73	2	1.87	11.00 <sup>*</sup>	3.34
Judges	4.13	14	0.30	1.76 <sup>ns</sup>	2.06
Error	4.47	28	0.17		
Total	12.8	44			

**ตารางภาคผนวกที่ ง.** การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านรสชาติของ  
เค้กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของข้าวเจ้าและ  
ข้าวเหนียว

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	2.97	2	1.49	9.31 <sup>*</sup>	3.34
Judges	6.57	14	0.47	2.94 <sup>*</sup>	2.06
Error	4.36	28	0.16		
Total	13.9	44			

**ตารางภาคผนวกที่ จ.** การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านเนื้อสัมผัส  
ของเค้กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหักของ  
ข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

Source of variation	SS	df	MS	F	F -
Sample	7.73	2	3.62	2.48 <sup>ns</sup>	3.34
Judges	5.90	14	0.42	0.29 <sup>ns</sup>	2.06
Error	40.77	28	1.46		
Total	53.9	44			

**ตารางภาคผนวกที่ ๕.** การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนด้านการทดสอบการยอมรับด้านความชอบ โดยรวมของเค้กเนยจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งที่สกัดจากข้าวหัก ของข้าวเจ้าและข้าวเหนียว

Source of variation	SS	df	MS	F'	F -
Sample	0.13	2	0.07	1.75 <sup>ns</sup>	3.34
Judges	0.67	14	0.05	1.25 <sup>ns</sup>	2.06
Error	1.20	28	0.04		
Total	2	44			



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้