

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาคุณสมบัติของแป้งเมล็ดขนุนเพื่อใช้ในคุกกี้เนย

STUDY OF JACK FRUIT' S SEED FLOUR FOR BUTTER COOKIES



โดย  
นางสาวกังกาญ พรหมใจ

ร.พ.  
17631 17  
2545

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....49830

วัน,เดือน,ปี 1 ส.ค. 2547

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

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ฯ

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 ก.ค. 2545 635

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2545

ชื่อเรื่อง การศึกษาคุณสมบัติของแป้งเมล็ดขนุนเพื่อใช้ในคุกกี้เนย

Study of Jack Fruit's Seed Flour for Butter Cookies

ชื่อ – สกุล นางสาวกิงกาญ พรหมใจ

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปนิดา ประวีตรวงค์

### บทคัดย่อ

การศึกษาคุณสมบัติของแป้งเมล็ดขนุนเพื่อใช้ในการทำคุกกี้เนย โดยการใช้แป้งเมล็ดขนุนทดแทนปริมาณแป้งสาลีในสูตรที่ใช้ทำคุกกี้เนยปกติ ในอัตราส่วนต่างๆ กัน คือร้อยละ 0, 10, 15 และ 20 เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งเมล็ดขนุนที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้เนย และทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อคุกกี้ที่ผลิตได้ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน ซึ่งให้คะแนนคุณภาพแบบ Hedonic scale และทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่ม บล็อกสมบูรณ์ วิเคราะห์ความแปรปรวนของการให้คะแนนความชอบตามแบบการทดลองแบบ (randomized complete block design, RCBD) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้วิธี LSD (least significant difference) พบว่าคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้ง เมล็ดขนุนร้อยละ 15 ผู้บริโภคยอมรับในด้านกลิ่น รสชาติและความชอบรวมมากที่สุด โดยกลิ่นจะมีกลิ่นเฉพาะของคุกกี้และกลิ่นของแป้งเมล็ดขนุนที่มีความเหมาะสมมีรสชาติของแป้งเมล็ดขนุนที่ช่วยเสริมรสชาติของคุกกี้ให้ดีขึ้นและ ความชอบรวมก็เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณ อาจารย์ปนิดา ประวีตรวงศ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้ให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องในการทำ ปัญหาพิเศษและขอขอบพระคุณอาจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ในภาควิชาครุศาสตร์เกษตรทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกทางด้านสถานที่และอุปกรณ์สำหรับทำการทดลองและขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจและให้ความร่วมมือในการทดสอบทางประสาทสัมผัส จนการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวกิงกาญ พรมใจ

มีนาคม 2546

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ .....	ก
กิตติกรรมประกาศ .....	ข
สารบัญ .....	ค
สารบัญตาราง .....	จ
สารบัญภาพ .....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ .....	1
1.3 ขอบเขตของปัญหา .....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง .....	3
1. ขนุน .....	3
1.1 ลักษณะทั่วไปของขนุน .....	4
1.2 รายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบของขนุน .....	4
1.3 ชนิดของขนุน .....	5
1.4 ลักษณะของขนุนที่ดี .....	6
1.5 คุณค่าทางอาหารของขนุน .....	6
2. คุกกี้ .....	7
2.1 ชนิดของคุกกี้ .....	8
2.2 ส่วนผสมที่สำคัญของคุกกี้ .....	9
2.3 ขั้นตอนการทำคุกกี้ .....	19
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ .....	21
บทที่ 4 ผลการวิจัย และวิจารณ์ผล .....	25
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ .....	29
บรรณานุกรม .....	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สารบัญ (ต่อ)****หน้า**

ภาคผนวก ..... 32



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1. คุณค่าทางโภชนาการของขนุน .....7
2. องค์ประกอบต่าง ๆ ของแป้งที่ได้จากการ โม่แยกเอาส่วนแป้งในเอนโดสเปิร์มออกมา.....10
3. ส่วนประกอบของแป้งชนิดต่าง ๆ .....12
4. องค์ประกอบของไข่ .....14
5. คะแนนเฉลี่ยผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่มีการทดแทน.....28  
แป้งเมล็ดขนุน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

หน้า

แผนภาพที่

1. ขั้นตอนการทำแป้งเมล็ดขนุน .....23



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

ขนุน (jack fruit) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Artocarpus heterophyllus* linn. ขนุนเป็นผลไม้ที่นิยมบริโภคมาก ทั้งผลดิบและผลสุก ส่วนใหญ่บริโภคส่วนที่เป็นเนื้อ โดยส่วนที่เป็นซังและเมล็ดไม่ค่อยนิยมรับประทาน จึงทำให้ซังขนุนและเมล็ดขนุนเป็นส่วนที่เหลือทิ้ง

ปัจจุบันจะเห็นว่า ได้มีการแปรรูปเมล็ดขนุนเป็นผลิตภัณฑ์หลายชนิด ทำให้เป็นที่สนใจของผู้บริโภค สามารถเก็บไว้ได้นาน ซึ่งการแปรรูปเมล็ดขนุนผงก็เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ได้ทำออกมาที่ใช้สำหรับการทดแทนแป้งสาลีในการทำขนมคุกกี้ และในการแปรรูปเมล็ดขนุนผงทำด้วยวิธีการนำเอาเมล็ดขนุนมาตัดแต่งหั่นเป็นแผ่น ลวกน้ำเดือด พักทิ้งไว้ แล้วนำไปอบที่ตู้อบ จากนั้นก็นำไปปั่นจนละเอียดแล้วร่อนด้วยตะแกรง ก็จะได้ผงเมล็ดขนุน เพื่อเป็นส่วนผสมในการทดแทนแป้งสาลีเมื่อทำเป็นผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยขึ้น ปกติแล้วคุกกี้จะมีปริมาณเส้นใยน้อย และเมื่อมีการผสมผงเมล็ดขนุนลงไปจึงเป็นการเสริมเส้นใยจากเมล็ดได้ด้วย และก่อให้เกิดผลดีต่อผู้บริโภค (สุภิญญา ฐันสิน, 2535 : 30)

ดังนั้น ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้จึงได้นำเอาสิ่งที่เหลือทิ้งจากขนุนก็คือ เมล็ดขนุน มาทำเป็นผง ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากสิ่งเหลือใช้ ให้มีคุณค่าเพิ่มมากขึ้นมาใช้เป็นส่วนผสมในคุกกี้เนย และเป็นการเพิ่มราคาจากสิ่งเหลือใช้ให้มีราคาเพิ่มขึ้น และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติแปลกใหม่อีกด้วย ถ้าหากผู้บริโภคยอมรับคุกกี้เนยที่มีส่วนผสมของแป้งเมล็ดขนุน ก็จะได้รับประโยชน์ดังกล่าวไว้ ผลที่ได้จากการศึกษาทดลองสามารถที่จะนำไปใช้ปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น

### 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาปริมาณที่เหมาะสมของแป้งเมล็ดขนุนที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้เนย
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยที่ผสมแป้งเมล็ดขนุน

### 1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. เพื่อศึกษาหาปริมาณแป้งเมล็ดขนุนที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของขนุนให้มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม
2. นำคุกกี้ที่ผสมของแป้งเมล็ดขนุนในระดับปริมาณต่างๆมาศึกษาคุณภาพโดยการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยการทดสอบชิมจากผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน ซึ่งให้คะแนนของผลิตภัณฑ์โดยการทดสอบความชอบแบบ hedonic scale

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การเพิ่มมูลค่าขนุนให้มากขึ้น
2. รู้ถึงวิธีการทำ และปัญหา รวมถึงแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์
3. เป็นแนวทางในการนำไปผลิตเพื่อจำหน่าย และส่งเสริมรายได้มากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

#### 1. ขนุน (jack fruit)

ขนุนมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Artocarpus heterophyllus* linn ขนุนเป็นผลไม้ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกและรู้จักกันทั่วไป ขนุนเป็นผลไม้พื้นเมืองในประเทศอินเดีย และประเทศในเขตมาลาโย นิยมปลูกกันมากในประเทศอินเดียตอนใต้ ประเทศศรีลังกา, ประเทศพม่า, ประเทศอินโดนีเซีย, ประเทศฟิลิปปินส์และประเทศไทย

ขนุนในประเทศไทย ในหนังสือพรรณไม้ของประเทศไทย โดยกรมป่าไม้ ได้บันทึกว่า ขนุน,สาเก และขนุนสำปอ เป็น “exotic fruit” คือ ผลไม้ประเภทที่มีถิ่นกำเนิดเดิมอยู่ในต่างประเทศ แล้วนำเข้ามาปลูกในประเทศเป็นเวลานานจนคิดว่าเป็นผลไม้พื้นเมืองของประเทศไทยส่วนประวัติ ที่นำเข้ามาปลูกนั้นยังไม่มีที่ยืนยันเป็นบันทึกไว้ เขตที่ปลูกขนุนดั้งเดิมของประเทศไทย คือ เขตที่ ดอน เช่น จังหวัด ชลบุรี, กาญจนบุรี, ระยอง, ราชบุรี เป็นต้น และในปัจจุบันขนุนก็ยังมีปลูกกัน มากในจังหวัดเหล่านี้และได้กระจายไปในภาคต่างๆ ของประเทศไทย ซึ่งการปลูกส่วนมากนิยม ปลูกด้วยเมล็ด คือหลังจากรับประทานเนื้อขนุนแล้วเห็นว่า ผลมีรสชาติอร่อย, เนื้อหนา, ยาวและผล ใหญ่เป็นที่พอใจ ก็จะเก็บเมล็ดเอาไว้แล้วนำไปปลูก ดินนั้นจะสังเกตได้ว่าผลขนุนจะมีคุณภาพและ ความแตกต่างกระจายกันออกไป บางต้นก็ดีมาก บางต้นก็แย่มาก จนในปัจจุบันมีความเข้าใจกัน มากขึ้น จึงทำการคัดเลือก และอาศัยเทคนิคการขยายพันธุ์แบบใหม่มาช่วย ทำให้เริ่มมีขนุนพันธุ์ดี เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (นฤชิต แว่วศรีผ่อง, 2539 : 7)

ขนุนเป็นผลไม้ที่มีผลสีออกเหลืองหรือสีออกแดงและรสชาติหวานจัด ผลของขนุน สามารถนำมาบริโภคได้ทั้งผลดิบและผลสุก และรับประทานได้ตั้งแต่ส่วนของเนื้อไปจนถึงซังหรือ แม้แต่เมล็ดก็ยังรับประทานได้ แต่ส่วนมากจะรับประทานขนุนเป็นผลไม้สดมากกว่า นอกจากนี้ยัง นำไปผสมกับอาหารประเภทอื่นให้มีรสชาติมากขึ้นได้ เช่น ไอศกรีม, ลอดช่อง, รวมมิตร หรือนำ เนื้อมาทำขนุนกวน เมล็ดของขนุนโดยทั่วไป เมื่อแกะเอาเนื้อไปรับประทานแล้วสามารถนำเมล็ดมา ต้มใส่เกลือรับประทานได้ ส่วนผลดิบส่วนมากจะใช้ประกอบอาหารของชาวอีสาน ที่นิยมรับ ประทานมากคือ การทำซุบปลั๊กมี (ซูปขนุน) เป็นอาหารที่เลื่องชื่อของชาวอีสานชนิดหนึ่ง

ขนุนนอกจากจะใช้รับประทานเป็นอาหารหวานและอื่นๆ ดังกล่าวแล้ว ส่วนของไม้ขนุน สามารถนำมาทำเครื่องเรือน เฟอร์นิเจอร์ได้เพราะเนื้อไม้ของขนุนมีสีเหลืองสวยงามมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คนโบราณนิยมเอาไม้ขนุนมาทำกลอง เพราะมีเสียงกังวานดี ทำจระเข้ตีจะมีเสียงทุ้ม (นฤชิต แว่วศรีพ้อง, 2539 : 8)

นอกจากขนุนจะเป็นผลไม้ที่ใช้บริโภคภายในประเทศแล้ว ยังสามารถส่งออกไปจำหน่ายในต่างประเทศได้ ซึ่งขณะนี้อยู่ในระยะเริ่มต้น การส่งออกจะส่งไปในลักษณะต่างๆ ก็เป็นผลสุก ทั้งลูก แกะเปลือกแคะเนื้อแช่แข็ง, ผลไม้อบแห้ง, ขนุนแช่อิ่มอัดกระป๋อง (ขนุนในน้ำเชื่อม) ตลาดต่างประเทศ ได้แก่ อเมริกา, ญี่ปุ่น, มาเลเซีย, ฮองกง เป็นต้น จะเห็นว่าตลาดของขนุนยังสามารถพัฒนาได้ทั้งตลาดภายในและต่างประเทศ (นฤชิต แว่วศรีพ้อง, 2539 : 8)

### 1.1 ลักษณะทั่วไปของขนุน (นฤชิต แว่วศรีพ้อง, 2539 : 8)

ขนุนเป็นต้นไม้ที่มีลำต้นขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ อายุยืน มีน้ำยางสีขาว ทรงพุ่มทึบ ออกดอกและผลตามส่วนของลำต้นและกิ่งแก่ เปลือกภายนอกเป็นหนามถี่ ภายในมีวงสีเหลืองหรือสีจางๆ น้ำหนักของผลเฉลี่ยประมาณ 18 กิโลกรัม และอาจจะหนักถึง 50 กิโลกรัมมีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว การติดผลจะใช้เวลาประมาณ 3-5 ปี ขึ้นอยู่กับชนิดของขนุนว่าเป็นพันธุ์หนักหรือพันธุ์เบา และการปลูกใช้ส่วนของเมล็ดหรือกิ่งทาและติดตา ถ้าใช้เมล็ดจะติดผลช้ากว่าการปลูกด้วยกิ่งทาหรือกิ่งติดตา

### 1.2 รายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบของขนุน

ลำต้น ต้นจะมีขนาดใหญ่ สูงประมาณ 10-25 เมตร ลักษณะของทรงต้นตั้งตรง เนื้อไม้เป็นไม้เนื้ออ่อน มีสีเหลือง สามารถใช้ต้มเอาน้ำมาข้อมผ้าเหลือง เรียกว่า กรัก และใช้ท่อนไม้ในการเพาะเห็ดหูหนู จะให้ผลผลิตดีเมื่อเปรียบเทียบกับไม้ชนิดที่ใช้ในการเพาะเห็ด

ใบ มีลักษณะยาวเรียว คล้ายรูปไข่ หรือยาวรี มีขนาดใหญ่ เนื้อใบหนาหยาบ หน้าใบมีสีเขียวเข้ม ผิวใบมันและมีขน เส้นกลางใบสามารถมองเห็นได้เด่นชัด ขนาดของใบโดยเฉลี่ยจะมีความกว้างตั้งแต่ 2-5 นิ้ว ความยาว 4-8 นิ้ว ใบเป็นแบบ alternate คือใบจะออกสลับกันพร้อมกับมีหูใบ (stipule) อันใหญ่ ซึ่งใบจะร่วงหล่นไปเมื่อใบแก่

ดอก ดอกขนุนมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกันอยู่คนละดอก แต่อยู่บนต้นเดียวกัน เป็น monoecious ดอกตัวเมียจะออกตามลำต้นและกิ่งแก่ ส่วนดอกตัวผู้ออกตามปลายของกิ่งอ่อน ดอกทั้ง 2 ชนิดของขนุนออกดอกเป็นช่อแบบ spike หรือ head ซึ่งมีใบหูอันใหญ่ปกคลุมไว้ เมื่อยังอ่อนอยู่ ดอกตัวผู้จะมีกลีบนอก 2 อัน ขาวรีเหมือนกาบดอก มีเกสรตัวผู้ 1 อัน ดอกตัวผู้ชาวบ้านเรียกว่า “สำ” เพราะมีกลิ่นคล้ายสำเห็ด เมื่อดอกตัวผู้ผสมแล้ว ดอกตัวผู้ก็จะร่วงหลุดไปดอกตัวเมียเมื่อได้รับการผสมแล้วก็จะเจริญกลายเป็นผลต่อไป ทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียมีสีเขียวขนาดของดอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเมียจะใหญ่กว่าตัวผู้ การออกดอกของขนุนในแต่ละครั้ง จะออกเป็นจำนวนมากในช่วงเดือน ธันวาคมถึงมกราคม และช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม แต่โดยมากการออกดอกจะทยอยออกทั้งปี

ผล ผลของขนุนเป็นแบบผลรวม (multiple fruit) คือมีหลายดอกในช่อดอกเดียว(โดยสังเกตจากผลขนุน ใน 1 ผล จะมีหลายเมล็ด) ส่วนที่เป็นเนื้อขนุนรอบๆ แต่ละเมล็ด เกิดจากกลีบดอกชั้นนอกของดอกๆ เดียว ปลายสุดของทุกๆ กลีบชั้นนอกจะรวมติดอยู่ด้วยกันผลของขนุนโดยทั่วๆ ไปจะมีขนาดใหญ่ถึงใหญ่มาก รูปร่างลักษณะของผลก็แตกต่างกันออกไป บางทีก็เป็นรูปไข่จนถึงยาวรี หรือผลกลม ที่ผิวเปลือกของผลจะเต็มไปด้วยหนามสั้นๆ ทั่วๆ เมื่อผลยังไม่แก่ผิวเปลือกหนามจะมีสีเขียวอ่อนแล้วค่อยๆ เป็นสีเหลือง และในที่สุดเกือบเป็นสีน้ำตาลเมื่อผลแก่เต็มที่ ผลขนุนภายในแบ่งเป็นช่องเล็กๆ จำนวนมาก แต่ละอันจะมีเมล็ดซึ่งล้อมรอบด้วยเนื้อ (pulp) สีของเนื้ออาจจะมีสีเหลืองอ่อนจนถึงแก่ และสีดอกจำปา รสชาติหวานหอม อาจจะมีกลิ่นฉุนบ้าง คุณภาพของเนื้อจะมีทั้งนุ่มจนถึงแข็งกรอบ ตั้งแต่เนื้อบางจนหนาหรือเต็มวง เมล็ดมีขนาดเล็กขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ ส่วนเนื้อประกอบด้วยธาตุอาหาร โปรตีนและกากสูง มีกรดต่ำส่วนของเมล็ดมีแป้งมากประมาณ 30% น้ำตาลมีน้อย และมีโปรตีนประมาณร้อยละ 5

### 1.3 ชนิดของขนุน

ขนุนมี 2 ชนิด คือ ขนุนป่า กับขนุนบ้าน

**ขนุนป่า** มีลักษณะลำต้นสูงใหญ่กว่าขนุนบ้านมาก ทรงต้นจะสูงชะลูดเกือบเท่าต้นยาง เพราะไม่มีกิ่งกระโดงมาก ทรงพุ่มจึงไม่กว้าง แต่มีลำต้นขนาดใหญ่ ไซ้แกะทำจะเข้ ซึ่งเป็นเครื่องดนตรีชนิดหนึ่ง มีสามขา มีสายสำหรับดีด ใช้ทำตู้ โต้ะ แก่นใช้ข้อมทำสบง จีวรพระ ผลขนุนป่ากินไม่ได้

**ขนุนบ้าน** ลักษณะลำต้นคล้ายขนุนป่ามาก แต่ต้นจะเตี้ยกว่าขนุนป่า กิ่งกระโดงมีน้อย กิ่งค่อนข้างสั้น แก่นใช้ข้อมผ้าได้เช่นเดียวกับขนุนป่า แต่จะใช้ทำจะเข้ไม่ค่อยได้เพราะต้นที่มีขนาดใหญ่ หายาก ผลมีรสชาติดีหวานดีมาก สามารถใช้รับประทานได้ทั้งผลดิบและผลสุก เวลาสุกผิวจะมีสีเหลือง กลิ่นหอม รสชาติของเนื้อจะหวาน ขนุนบ้านโดยทั่วๆ ไปแล้ว จะแบ่งออกเป็น 2 อย่าง ตามลักษณะของเนื้อเวลาสุก คือขนุนละมุด และขนุนหนัง

1. ขนุนละมุด เป็นขนุนที่มีผลเล็ก ลักษณะของผลค่อนข้างกลม มีหนามถี่และแหลม ในระยะเวลาที่ผลแก่แล้ว ผิวเปลือกจะมีสีเขียวอมเหลือง ซึ่งหนามไม่มี มีสีน้ำตาลเหมือนขนุนหนัง เวลาสุกขวงจะอ่อนนุ่ม เนื้อละเอียดและเหนียวเล็กน้อย รสชาติของเนื้อขนุนละมุดจะออกหวานจัด มีกลิ่นฉุน ซึ่งเนื้อนั้นเหมาะสำหรับใช้กวนทำแยมขนุน เวลารับประทานขนุนพันธุ์นี้เกือบจะไม่ต้องเคี้ยว สามารถกลืนได้ง่าย ขนุนละมุดเป็นขนุนที่มีเปลือกบาง เมื่อผลสุกแล้วเวลารับประทานสามารถใช้มือฉีกและดึงไส้ออกได้สะดวก ขนุนชนิดนี้ไม่สามารถจะแกะขวงเอาเมล็ดออกให้เหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ส่วนของเนื้อ โดยอยู่ในสภาพขวงอย่างเดิมได้ การขายจึงไม่ได้ราคา ส่วนมากจะขายเป็นผลขวงนูนอ่อนหรือขวงนูนดิบเท่านั้น

2. ขวงนูนแห้ง คือ ขวงนูนที่นิยมรับประทานหรือปลูกทั่วไปในสวนหรือตามบ้านจะมีลักษณะของเนื้อแข็งกรอบ ไม่ละเอียด สามารถแกะออกเป็นขวงๆ และเอาเมล็ดออก โดยที่เนื้อของขวงนูนไม่ซ้า เป็นขวงนูนที่เหมาะสมจะนำไปแช่เย็นหรือนำเอาเนื้อของขวงนูนไปชุบน้ำตาลอบแห้งหรืออัดลงในกระป๋องเป็นขวงนูนแช่เย็น ขวงของขวงนูนแห้งจะมีทั้งหนาและบาง มีสีเหลืองอ่อน, สีจាំปา, สีเหลืองเข้ม ตามชนิดของสายพันธุ์ ถ้าขวงนูนที่มีเนื้อสีจាំปา ก็เรียกว่า “ขวงนูนจាំปา” ถ้าขวงมีสีขาวเรียกว่า “ขวงนูนฝ้าย”

ประเภทของขวงนูนแห้ง แบ่งออกตามลักษณะของเนื้อเมื่อสุก โดยทั่วไปแล้ว จะมีอยู่หลายชนิดด้วยกัน คือ

- 1.1 ขวงนูนเนื้อเหลือง หรือ เหลืองทอง
- 1.2 สีจាំปา หรือจាំปาตะ
- 1.3 สีนาก หรือสีครึ่ง
- 1.4 ลักษณะของขวงนูนที่ดี

ลักษณะของขวงนูนที่ดี ควรมีลักษณะดังนี้ คือ

1. ขนาดของผลใหญ่สม่ำเสมอ
2. การผสมเกสรดี ทำให้ผลโตไม่คอดแป่ว หรือบิดเบี้ยว
3. เนื้อมีรสชาติดี, หวานกรอบ
4. เมล็ดเล็ก, ขวงใหญ่
5. เนื้อไม่ละเอียด, เนื้อหนา

#### 1.5 คุณค่าทางอาหารของขวงนูน

ขวงนูนเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางอาหารสูงชนิดหนึ่ง ถึงแม้ว่าขวงนูนจะมีส่วนผสมของน้ำตาลอยู่น้อยกว่าผลไม้ชนิดอื่น แต่มีส่วนผสมของกรดอยู่น้อยทำให้รสชาติหวานจัด เป็นที่ถูกใจคนไทยมาช้านาน สามารถที่จะใช้รับประทานแทนขนมหวานได้เป็นอย่างดี ซึ่งจากการวิเคราะห์ธาตุอาหารทางวิทยาศาสตร์ของโภชนาการ กรมอนามัย พบว่าขวงนูนมีคุณค่าทางอาหารดังนี้

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนาการของขนุน

ธาตุอาหาร		เนื้อขนุน <sup>1/</sup>	ขนุนอ่อน <sup>2/</sup>	เมล็ดขนุน <sup>1/</sup>
ความชื้น	ร้อยละ	72.9	2.2	60.7
ไขมัน	ร้อยละ	0.3	88.4	0.2
คาร์โบไฮเดรต	ร้อยละ	23.7	1.74	30.3
เส้นใย	ร้อยละ	0.9	1.6	1.6
โปรตีน	ร้อยละ	1.7	1.0	5.5
ค่าพลังงานความร้อน	กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม	94	6.7	146
แคลเซียม	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม	27	0.7	0
ฟอสฟอรัส	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม	38	8	105
เหล็ก	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม	0.6	3	2.9
วิตามินบี 1	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม	0.07	0.49	1.74
วิตามินบี 2	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม	0.11	0.05	0.02
วิตามินซี	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม	9	15.0	3.25
ไนอะซิน	มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม	0.7	0	24
วิตามินเอ	หน่วยสากล	392	1	22

ที่มา 1 : ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย ,2533 : 79

ที่มา 2 : พาณิชย์ ยศปัญญา ,2542 : 95

## 2. คุกกี้ (cookies)

เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีขนาดเล็ก แบน และมีรสหวาน มีรูปร่างและกลิ่นรสต่างๆ คุกกี้เป็นคำที่เรียกกันในอเมริกา แต่ในยุโรปเรียกว่าบิสกิต (biscuit) เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างที่แน่น (จิตธนา แจ่มเมฆ, 2539 : 43) ซึ่งคุกกี้บางชนิดจะบาง บางชนิดจะหนา บางชนิดมีสีอ่อน และสีแก่ บางชนิดยังมีการตกแต่งหน้าคุกกี้ด้วยฟรอสติง ซึ่งคุกกี้เป็นเค้กหวานชิ้นเล็กหรือจำพวกบิสกิตที่กรอบ หยิบสะดวก มีความชื้นต่ำ มีความสะดวกต่อการบรรจุ เพราะเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย มีรูปร่างลักษณะกลิ่นรสที่ดึงดูดใจผู้บริโภค คุกกี้ยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่ขายดีและให้กำไรแก่ผู้ขายด้วย เหมาะสำหรับเป็นอาหารว่างรับประทานร่วมกับเครื่องดื่มร้อนและเย็น เช่น น้ำชา กาแฟ หรือน้ำนม เป็นอย่างดี

ส่วนประกอบที่สำคัญของคุกกี้ คือ แป้ง สารให้ความหวาน (sweeteners) สารให้ความกรอบร่วน (shortening) อิมัลซิไฟเออร์ (emulsifiers) ผลิตภัณฑ์นม ไข่ สารให้ความโปร่งฟู (learning agents) (จิตรนา แจ่มเมฆและอรอนงค์ นัยวิกุล, 2539:59)

## 2.1 ชนิดของคุกกี้

คุกกี้สามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

ก) แบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้มี 2 ชนิดคือ

1. คุกกี้เนย

2. คุกกี้ไข่

1. คุกกี้เนย มีสูตรโครงสร้างเหมือนกับเค้ก แต่มีของเหลวน้อยกว่าเมื่อเทียบกับเค้ก เหตุที่ต้องลดของเหลวลงเพราะคุกกี้ต้องมีความแข็งพอที่จะหยอดให้เป็นรูปร่างที่ต้องการได้ แบ่งได้เป็น 3 ชนิด

1.1 คุกกี้เนยชนิดอ่อน ปริมาณความชื้นสูง ด้วยเหตุนี้จึงต้องใช้ไข่ในปริมาณสูง เพื่อช่วยในการให้โครงสร้างของคุกกี้มากกว่าชนิดอื่นๆ เมื่ออบออกมาแล้วจะทำให้อ่อนนุ่ม ควรเป็นสภาพนี้และควรเก็บไว้ในที่เย็น

1.2 คุกกี้เนยชนิดแข็ง จะต้องลดปริมาณของเหลวในสูตรลงเพราะต้องการทำให้คุกกี้แห้งแต่จะต้องกรอบหลังการอบ

1.3 คุกกี้ร่วน จะมีปริมาณไขมันสูง ทำให้เนื้อสัมผัสคุกกี้ร่วน ไขมันที่นิยมใช้มากได้แก่ เนยสด เพราะทำให้กลิ่นรสที่ดี

2. คุกกี้ไข่ ต่างจากคุกกี้เนยทั้งวิธีการผสมและปริมาณไข่มากกว่าเพื่อ ช่วยให้อากาศและเป็นโครงสร้างของคุกกี้ แบ่งได้เป็น 3 ชนิด

2.1 เมอแรงด์เชล ทำจากไข่ขาวที่ตีกับน้ำตาลเพื่อเก็บอากาศโดยตีไข่ขาวให้ขึ้นฟูจนเนื้อเนียนแข็งพออุ้มส่วนผสมอื่นๆ โดยผสมอย่างเบาๆ เพื่อไม่ให้ฟองอากาศสูญเสียไปได้ นำไปอบที่อุณหภูมิต่ำมากๆ เพื่อให้แห้งและแข็ง โดยไม่เปลี่ยนสีมากนัก

2.2 มาการุนคุกกี้ ส่วนมากทำจากแอลมอนต์เพสต์ผสมกับน้ำตาลและไข่ขาวจนเรียบเนียน ส่วนผสมที่แข็งทำให้อ่อนตัว โดยนำไปอุ่นหรือทำให้ร้อน ให้หม้อตุ๋นจนอ่อนตัวแล้วจึงนำมาหยอดใส่ถาดที่ทาเนยขาวไว้ ส่วนผสมที่แข็งอาจทำให้เป็นรูปร่างหรือก้อน แท่งและโรยด้วยถั่ว และผลไม้ต่างๆ

2.3 สปันจ์คุกกี้ วิธีทำและปฏิบัติเช่นเดียวกับการทำสปันจ์เค้ก เพียงแต่คุกกี้สปันจ์ใช้แป้งปริมาณสูงกว่า วิธีทำ คือ ผสมน้ำตาล และ ไข่ตีจนเกิดฟองหนา หรือจนฟองตั้งยอด ผสมแป้งลงไปคนให้เข้ากันเบาๆ แล้วหยอดหรือบีบใส่ถาด (จิตรนา แจ่มเมฆ, 2539 : 56)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข) แบ่งตามวิธีการนำไปใช้แบ่งเป็น 6 ชนิด คือ

1. **คุกกี้หยอด (drop cookies)** จะมีรูปร่างไม่คงที่ไม่สม่ำเสมอ วิธีทำง่ายๆ โดยหยอดแป้งผสมลงบนถาดให้เป็นรูปร่างต่างๆ ตามต้องการ
2. **คุกกี้โรล (rolled cookies)** ทำจากโรลที่นำมารีดเป็นแผ่นแล้วตัดด้วยที่ตัดคุกกี้ ทำเป็นรูปร่างต่างๆ หรือม้วนให้เป็นแท่งแล้วตัดตามขวาง
3. **คุกกี้กด (pressed cookies)** คุกกี้เข้มข้นที่สุด ทำด้วยเนย และกดผ่านกระบอกลูกกอล์ฟ หรือผ่านหัวบีบให้เป็นรูปร่างต่างๆ ตามต้องการ ถ้าจะกดด้วยกระบอกลูกกอล์ฟปริมาณของของเหลวควรเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เพื่อให้ส่วนผสมอ่อนตัวและกดง่าย แต่ก็ยังคงรูปร่างอยู่ได้ระหว่างการอบ
4. **คุกกี้แท่ง (bar cookies)** ทำจากโดที่ค่อนข้างแข็งนำมารีดเป็นเส้นยาวๆ บนถาดทาด้วยไข่หรือไม่ทาก็ได้จึงอบ บางชนิดทาหน้าด้วยปืนจี้ไอซิ่ง นำมาตัดให้เป็นแท่งหลังจากที่ไอซิ่งแห้งดีแล้ว
5. **คุกกี้ปั้น (molded cookies)** ลักษณะของแข็งนุ่ม แต่ไม่เหนียว มีส่วนประกอบของไขมันสูง ซึ่งจะทำให้แป้งไม่เหนียว
6. **คุกกี้แช่เย็น (refrigerator cookies)** แป้งแข็งพอสมควรคลึงหรือปั้นเป็นท่อนห่อด้วยกระดาษไข แล้วนำเข้าตู้เย็นจนทำให้หน้าไม่ยัก แต่ไม่เหลวจนหน้าแล้วเสียรูปตัดชิ้นกว้างประมาณครึ่งนิ้วแล้วนำมาอบ (จิตรนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2541 : 68)

## 2.2 ส่วนผสมที่สำคัญของคุกกี้

1. **แป้ง** ทำจากแป้งสาลี จัดเป็นธัญพืชชนิดใบเลี้ยงเดี่ยว ตระกูลหญ้า (Grammes Genus Telcum) ข้าวสาลีที่นิยมปลูกทั่วไปมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Triticum aestivum (จิตรนา แจ่มเมฆ, 2539 : 40) ซึ่งนิยมปลูกทั่วไปเป็นสายพันธุ์ เหมาะสำหรับการทำข้าวสาลีที่มีเนื้อในเมล็ดสีขาวอ่อนนุ่ม ใช้ทำคุกกี้ (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2540 : 60)

### แป้งสาลี (Wheat flour)

แป้งสาลีเป็นแป้งที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เพราะมีโปรตีน 2 ชนิดที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม คือ กลูเตนิน และไกลอะดีน (glutenin and gliadin) ซึ่งผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องทำให้เกิดกลูเตน (gluten) มีลักษณะเป็นยางเหนียวยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซเอาไว้ทำให้เกิดโครงร่างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็นโครงร่างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ ข้าวสาลีที่นำมาไม่เป็นแป้งสาลี แบ่งเป็น 2 ประเภท ตามความแข็งแรงและสีของเมล็ด จัดเป็นข้าวสาลีชนิดแข็ง (hard wheat) กับข้าวสาลีชนิดอ่อน (soft wheat)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ข้าวสาลีชนิดแข็ง

#### (hard wheat)

เมื่อนำมาโม้จะได้แป้งสาลีชนิดแข็งซึ่งเป็นแป้งที่มีโปรตีนสูง เหมาะสำหรับใช้ในการทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปัง แป้งชนิดนี้มีโปรตีนที่มีคุณภาพ สามารถนวดผสมให้ได้ก่อนแป้งที่มีความยืดหยุ่นดี ซึ่งจะมีผลให้ผลิตภัณฑ์ได้ปริมาณด้วย

### ข้าวสาลีชนิดอ่อน

#### (soft wheat)

เมื่อนำมาโม้จะได้แป้งสาลีชนิดอ่อน ซึ่งมีโปรตีนต่ำแป้งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ต่ำกว่าแป้งชนิดแข็ง มีความทนทานต่อการผสมและหมักที่ต่ำไม่เหมาะที่จะใช้ทำขนมปัง เพราะไม่สามารถจะนวดผสมให้เป็นก้อนแป้งได้ แต่จะเหมาะในการทำขนมเค้กและคุกกี้

แป้งสาลีที่ได้จากการโม้แป้ง โดยจะแยกส่วนของแป้งในเอนโดสเปิร์มมาแล้วจะพบว่าองค์ประกอบต่างๆ โดยเฉลี่ย คือ

ตารางที่ 2 องค์ประกอบต่างๆ ของแป้งสาลีที่ได้จากการ โม้แยกเอาส่วนแป้งในเอนโดสเปิร์มออกมา

ธาตุอาหาร	ร้อยละ
แป้งสตาร์ช	70
โปรตีน	11.5
ไขมัน	1
น้ำตาล	1
แร่ธาตุ (เถ้า)	0.4
ความชื้น	15
และอื่นๆ	2

ที่มา : จิตรนา แจ่มเมฆ ,2539 : 80

ดังที่กล่าวมาแป้งสาลีมีคุณสมบัติที่ไม่เหมือนกับแป้งชนิดอื่น คือในแป้งสาลีประกอบด้วยโปรตีนเมื่อผสมกับน้ำหรือของเหลวชนิดอื่น แล้วจะได้สารมีลักษณะ “เหนียว” “ยืดหยุ่น” ได้ซึ่งเรียกว่ากลูเต็น (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2540 : 45)

คุณลักษณะที่ดีของแป้งสาลี ควรมึลักษณะดังนี้

1. สีของแป้ง (color)  
คือ แป้งที่ดีควรมีสีขาว ถ้าหากมีสีอื่นปะปนจะทำให้ขนมปังมีเนื้อใน(crumb) ที่มีสีไม่
2. กำลังของแป้ง (strength)  
คือ แป้งสามารถอุ้มก๊าซที่เกิดขึ้นได้ดีเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีการขึ้นฟูและปริมาตรดี
3. ความทนต่อสภาพต่างๆ ของแป้ง (tolerance)  
คือ แป้งทนต่อการผสมนานๆ ทนต่อการรีดและขบวนการอื่นๆ โดยกลูเต็นไม่ฉีกขาด
4. ความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้ง (high water absorption)  
คือ แป้งที่ดูดซึมน้ำได้มากพอที่จะทำให้คุณภาพของแป้งยังคงสภาพที่ดี จะให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรมากขึ้น เนื้อในขนมปังไม่แข็ง คุณภาพในการเก็บดี
5. ความสม่ำเสมอเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของแป้ง (uniformity)  
หมายถึง ความสม่ำเสมอในสีขนาดของเม็ดแป้ง

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของแป้งชนิดต่างๆ

ชนิดของธัญพืช ที่นำมาทำแป้ง	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	คาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ใน กรดหรือด่างที่ทำการเจือจาง (กรัม)	เยื่อใย (กรัม)	เกลือ (กรัม)
ข้าวสาลีจากเมนิโตมา	16.0	2.9	47.1	2.6	1.8
ข้าวสาลีจากอังกฤษ	10.5	2.6	78.6	2.5	1.2
ข้าวสาลีแบบหยาบ	15.0	2.1	78.6	2.4	1.9
ข้าวโพดหัวแข็ง	11.1	4.9	80.2	2.1	1.7
ข้าวโพดหัวบุบ	10.6	4.6	81.0	2.2	1.6
ข้าวโพดหวาน	12.1	9.1	74.0	2.2	2
ข้าวโพดคั่ว	13.2	5.2	76.0	2.3	1.8
ข้าวฟ่าง	12.4	3.6	79.7	2.7	0.6
ข้าวไรย์	13.8	1.4	79.7	2.6	2.9
ข้าวบาร์เลย์	11.8	1.8	78.1	5.3	2.1
ข้าวกล้อง	11.1	2.7	73.2	1.2	1.8
ข้าวสารขาว	9.8	0.5	88.9	0.3	0.6
ข้าวโอ๊ตทั้งเมล็ด	11.6	2.5	69.8	10.4	2.9
ข้าวโอ๊ตที่สีแล้ว	14.9	7.0	74.6	1.30	2.1

ที่มา : จิตธนา แจ่มเมฆ ,2539 : 106

#### หน้าที่ของแป้งสาลีที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ส่วนใหญ่แล้ว แป้งสาลีเป็นวัตถุดิบที่สำคัญ ในการช่วยให้เกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ และทำให้ผลิตภัณฑ์คงรูป อยู่ได้เมื่ออบเสร็จแล้ว เป็นส่วนผสมหลักที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด เนื่องจากแป้งมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่าง (จิตธนา แจ่มเมฆและอรอนงค์ นัยวิกุล, 2541 : 86)

ในอุตสาหกรรมการทำแป้งต้องมีการควบคุมคุณภาพแป้งที่ผลิตได้โดยวิธีทดสอบคุณภาพแป้ง คุณภาพก่อนแป้งและคุณภาพของการอบแห้ง

การทดสอบคุณภาพของแป้งที่ต้องทำ ได้แก่ การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น เถ้าและไนโตรเจน

การทดสอบคุณภาพก้อนแป้ง มักนิยมใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Farinograph เครื่องมือนี้จะวัดความสามารถในการดูดน้ำของแป้ง ในระหว่างการนวดผสม ลักษณะการจับตัวกันเหนียวของก้อนแป้ง เวลาที่ใช้ในการทำให้เป็นแป้งมีความเหนียวอยู่ตัว พอเหมาะและทนทานต่อแรงดึงให้ขาดในก้อนแป้งที่นวดผสมแล้ว ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวนี้จะเป็นอย่างไรถือว่าขึ้นอยู่กับคุณภาพแป้ง

สำหรับแป้งที่ใช้ทำขนมอบ มีการตรวจสอบคุณภาพ การอบแป้งซึ่งจะใช้เป็นเครื่องบอกคุณภาพแป้งในตอนสุดท้าย (ศิริลักษณ์ สีนรวาลย์, 2522 : 50)

2. **เกลือ** ความหมายของวิทยาศาสตร์ เกลือ หมายถึง สารประกอบที่เกิดจากปฏิกิริยาของกรดกับเบสซึ่งมีผลทำให้โลหะ หรือธาตุคล้ายโลหะ จากเบสเข้าแทนที่ไฮโดรเจน โมเลกุลในกรดได้เกลือกับน้ำจึงทำให้เกลือจากกรดและเบสต่างกัน มีคุณสมบัติต่างกันไป เช่น เกลือกรดมีคุณสมบัติเป็นกรดเหลืออยู่ เกลือต่าง มีคุณสมบัติเป็นด่างอยู่ด้วย แต่สำหรับเกลือธรรมดาจะหมายถึง โซเดียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นผลึกขาว มีรสเค็ม เมื่อความบริสุทธิ์เกือบ 100%

เกลือที่ใช้ในการทำเบเกอรี่นั้นเป็นเกลือป่นละเอียดที่ใช้ประกอบอาหารต่างๆ ไปประกอบด้วย โซเดียมคลอไรด์ 99% ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์ และซัลเฟตอื่นๆ

**หน้าที่ของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์**

1. ทำให้อาหารมีรสดี
2. เป็นรส กลิ่น ของส่วนผสมอื่นๆ เช่น ความหวานของน้ำตาล จะเด่นชัดขึ้นด้วยรสเค็มของเกลือ
3. ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหารให้หมดไป
4. ช่วยควบคุมในการทำงานของยีสต์ในโดที่หมักให้ขึ้นฟูด้วยยีสต์ และควบคุมอัตราการหมัก

5. ช่วยให้อุณหภูมิของโดมีกำลังในการยึดตัว
  6. ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของผลิตภัณฑ์
  7. ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการในโดที่หมักด้วยยีสต์
3. **ไข่** ไข่ที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์มีอยู่ 4 ชนิด คือ ไข่สด, ไข่เหลว, ไข่แช่เยือกแข็ง, ไข่ผง นอกจากนั้นยังจำแนกออกเป็น ไข่ทั้งฟอง ไข่แดงและ ไข่ขาวอีกด้วย

ไข่สด หมายถึง ไข่ที่ยังอยู่ในเปลือก

ไข่เหลว (liquid egg) หมายถึง ไข่ที่ต้องตอกจากเปลือกแล้ว และบรรจุกระป๋อง ซึ่งจากไข่เหลวนี้นำไปแช่เยือกแข็ง หรือนำไปทำเป็นผง ซึ่งเป็นการถนอมอาหารไว้ให้ใช้ได้นานๆ

ตารางที่ 4 องค์ประกอบของไข่

องค์ประกอบ	ไข่ทั้งหมด (%)	ไข่แดง (%)	ไข่ขาว (%)
ความชื้น	73.6	50.0	86.0
โปรตีน	14.0	17.0	12.0
ไขมัน	12.0	31.0	0.2
น้ำตาล	0.0	0.2	0.4
เถ้า	1.0	1.5	1.0

ที่มา : จิตรนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล ,2541 : 70

ในการคำนวณปริมาณของไข่ที่ใช้ในสูตรหรือตำหรับ ให้ใช้ไข่ทั้งฟอง มีความชื้น 75% โดยปริมาณ ในไข่แดงมีไขมันเลซิทิน เป็นตัวที่ทำให้ไขมันมีคุณสมบัติของอิมัลซิไฟด์และเป็นตัวที่ทำให้เกิดความเสื่อมเสี้ยนขึ้นได้เมื่อเก็บไว้ในอุณหภูมิสูง มีอยู่ระหว่าง 7% และ 10% ของปริมาณไขมันทั้งหมด ไข่แดงใช้ในการทำครีมช่วยให้ปริมาตรของผลิตภัณฑ์สูงขึ้นแม้ว่าไข่แดงจะมีลักษณะกึ่งของแข็งทั้งหมด แต่มีน้ำอยู่เกือบ 50%

ไข่ขาว มีน้ำอยู่ถึง 86% ไข่ขาวมีลักษณะเป็นเจล ซึ่งมีลักษณะโปรตีนมิวซินในไข่ขาว โปรตีนอีกชนิดหนึ่งที่มีอยู่ในไข่ขาว ได้แก่ โอวัลบูมิน (ovalbumin) จนตกตะกอนรวมตัวกันและเป็นตัวที่เกี่ยวข้องกับการคงตัวแข็ง (coagulate) เมื่อถูกความร้อน และการตีแรงๆ และเร็วๆ

น้ำตาลเดกซ์โทรสที่มีอยู่ในปริมาณเล็กน้อย ทั้งในไข่แดงและไข่ขาวจะทำให้เกิดสีและกลิ่นรสที่ไม่ดี (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2540 : 69) รูปแบบของไข่ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ เช่น ไข่แช่เยือกแข็ง, ไข่แดงแช่เยือกแข็ง, ไข่ขาวแช่เยือกแข็ง, ไข่ผงทั้งในรูปไข่ขาวผงทั้งฟอง ไข่ขาวผงและไข่แดง ซึ่งแต่ละชนิดจะมีวิธีการนำไปใช้แตกต่างกัน

## คุณภาพของไข

ไขที่มีคุณภาพดีควรเป็นไขสด ไขสดนั้นควรมีลักษณะดังนี้

1. ช่องอากาศ (air pocket) ไม่มี
2. ไขแดงควรอยู่ตรงกลางและไม่เคลื่อนไปกับการหมุนไข
3. ไขขาวเป็นเจล มีความคงตัวและยึดแน่นกับไขแดง
4. ไม่มีกลิ่นเหม็น

## หน้าที่ของไขที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์

1. เป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู
2. สีไขแดงช่วยให้ลูกก็มีสีเหลือง
3. ช่วยเพิ่มรสชาติไขมันมีกลิ่นเฉพาะซึ่งบางคนชอบให้มีในผลิตภัณฑ์
4. ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์
5. ช่วยทำให้กลูเต็นของโดมิกำลังในการยึดตัว
6. ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการ (ทิพาวรรณ เฟื่องเรือง, 2540 : 48)
7. ความสดและคุณค่าทางอาหารสูง (จิตรนา แจ่มเมฆ, 2539 : 90)

4. **ไขมัน** ไขมันและน้ำมันประกอบด้วยกรดไขมัน (fatty acids) 3 โมเลกุลกับกลีเซอรอล (glycerol) ซึ่งกรดไขมันหนึ่งชนิด หรือมากกว่าหนึ่งชนิดจะรวมตัวกับโมเลกุลของกลีเซอรอลเพื่อให้เกิดเป็นไตรกลีเซอไรด์

กลีเซอรอลเป็นของเหลวมันเหมือนน้ำเชื่อมเป็นไขรับที่หนักกว่าน้ำ มีรสหวานส่วนประกอบของไตรกลีเซอไรด์ที่มีลักษณะแข็งที่อุณหภูมิห้องเรียกว่า “ไขมัน” ส่วนประกอบที่มีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง เรียกว่า “น้ำมัน” ซึ่งทั้งไขมันและน้ำมันจะมีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าน้ำและมีคุณลักษณะเฉพาะต่างกันไป

ชอร์ตเทนิง (shortening) หมายถึงไขมัน หรือน้ำมันที่ใช้ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบหรือทอดให้มีความอบอ่อน โดยป้องกันการจับตัวของกลูเต็นในขณะที่ทำการผสม ไขมันจะห่อหุ้มกลูเต็น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความอ่อนนุ่ม

น้ำมัน หมายถึง องค์ประกอบที่มีสภาพเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง

ไขมัน หมายถึง องค์ประกอบที่มีสภาพเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ไขมันที่ใช้ในการทำขนมอบได้มาจากไขมันพืชและไขมันสัตว์ เช่น ไขมันจากสัตว์ ได้แก่ ไขมันเนย (จากนม) ไขมันหมู ไขมันปลา ไขมันจากพืช ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว ปาล์ม จากเมล็ดพืชต่างๆ เช่น ฝ้าย งา ถั่วต่างๆ (ทิพาวรรณ เฟื่องเรือง, 2540 : 49)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไขมันและน้ำมัน แต่ละอย่างมีคุณสมบัติและองค์ประกอบต่างกันไป ตามชนิดของไขมัน และน้ำมันที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมเบเกอรี่ ได้แก่

1. ไขมันหมูแข็ง (lard) เป็นไขมันที่ได้จากสุกร มีสีขาว มีกลิ่นรสอ่อนๆ เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณของไขมันอยู่ 98% ใช้ในการทำขนมปัง บิสกิตเปลือกพาย เค้กบางชนิดและคุกกี้ ไขมันหมูแข็งที่ตีควรตัดจากส่วนด้านข้างและด้านหลังสุกร

2. เนยสด (butter) ทำจากส่วนที่เป็นไขมันของน้ำนมวัว ประกอบด้วยไขมัน 80% มีสีเหลือง มีกลิ่นรส แต่จะมีคุณสมบัติดีในการเป็นครีม คือ เนยสดจะตีเป็นครีมได้ดี และขาดความเป็นเนื้อเดียวกัน เค้กที่ทำจากเนยสดล้วนๆ โดยทั่วไปจึงมีปริมาณต่ำ เนื้อหยาบแต่มีรสชาติหอมหวานน่ารับประทาน

3. ไขมันพืช (hydrogenated vegetable oil) หรือเรียกว่า vegetable shortening ทำจากน้ำมันพืชบริสุทธิ์ ที่ปราศจากการกลั่น เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง โดยนำไปผ่านก๊าซไฮโดรเจนเข้าไปมากเท่าใด ไขมันยิ่งแข็งขึ้นเท่านั้น อาจจะใช้โมโนกลีเซอไรด์เติมเข้าไป เพื่อให้ไขมันนั้นมีความสามารถในการดูดซึมและเก็บความชื้นไว้ได้สูงซึ่งจำเป็นไอรโอเซอร์เทนิงสำหรับไขมันที่ไม่เติมโมโนโกลีเซอไรด์ลงไป ไฮโดรเจนที่ผ่านเข้าไปในน้ำมันพืชจะประกอบเป็นตัวควบคุมการแข็งตัวของไขมันนั้นๆ ให้มีความแข็งตัวตามต้องการ ในการใช้ทำผลิตภัณฑ์แต่ละอย่างดังกล่าวแล้ว ส่วนใหญ่มีสีขาวเรียกว่า “เนยขาว” จะไม่มีกลิ่นรส เป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องและมีปริมาณไขมันถึง 100%

4. น้ำมันพืช (vegetable oil) เป็นน้ำมันที่ได้จากเมล็ดแห้งของพืชที่ให้น้ำมัน นำมาผ่านกระบวนการต่างๆ โดยทำให้บริสุทธิ์ ขจัดสีและกลิ่นแปลกปลอมออกไป แต่สีของน้ำมันก็จะแตกต่างกันตามชนิดของวัตถุดิบที่นำมาใช้ เช่น น้ำมันที่ได้จากถั่วลิสง และจากเมล็ดฝ้าย จะไม่มีสีในขณะที่น้ำมันจากข้าวโพด และถั่วเหลืองอาจจะมีสีเหลืองอ่อนๆ มีลักษณะที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องและปริมาณไขมัน 100% ส่วนใหญ่ใช้ในการทำขนมปัง โรตและผลิตภัณฑ์ยีสต์ชนิดแข็งเค้กบางชนิด

5. ไขมันผสมหรือมาการ์น (compound oil) ทำจากไขมันพืชหรือสัตว์ที่นำมาผสมกับนมหรือครีม หรืออาจใส่นม และไขมัน เพื่อให้เหมาะแก่ความต้องการในการลดไขมันของผู้บริโภค มีทั้งสีขาวและสีเหลือง โดยมีการปรุงแต่งให้มีรูปร่างลักษณะและกลิ่นรสใกล้เคียงกับนมสดมากที่สุด จึงเรียกอีกอย่างว่า “เนยเทียม” มีลักษณะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องและปริมาณไขมัน 80-89%

6. โกโก้บัตเตอร์ (cocoa butter) ใช้ในอุตสาหกรรมทำขนมหวานทำจากผลโกโก้มีสีครีม-เหลือง มีกลิ่นรสของช็อคโกแลต มีปริมาณไขมัน 92% ช่วยให้ความมันกว่าช็อคโกแลตมากกว่าที่จะใช้เนยสด หรือเนยขาวผสมลงไป นอกจากนั้นยังช่วยเพิ่มความอ่อนตัวให้แก่ไอซิ่งอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### หน้าที่ของไขมันในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

#### 1. สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยีสต์

- ให้ความอ่อนนุ่ม และกลิ่นรสที่ดี
- ช่วยในการเก็บก๊าซที่เกิดขึ้น โดยทำให้กลูเตนมีความแน่นจนอากาศเข้าไม่ได้ซึ่งทำให้ปริมาตรและเปลือกแข็งของขนมปังดีขึ้น
- ช่วยหล่อลื่นกลูเตนให้ยืดหดได้ดี โดยช่วยการขยายตัวของผนังเซลล์ และวัดโครงสร้างของกลูเตน ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มปริมาตรของขนมปัง

#### 2. สำหรับคุกกี้ ความสำคัญของไขมันอยู่ที่การตีเป็นครีมที่ดี และความยืดหยุ่นของไขมัน คุกกี้ใช้น้ไขมันประมาณ 10-25% และในเพสตัดี้ใช้ประมาณ 40%

ค่าของความเป็นครีม (creaming quality) หมายถึง ความสามารถของไขมันในการที่จะเก็บอากาศเข้าไว้เมื่อไขมันถูกตีแรงๆ และเร็ว โดยเฉพาะเมื่อสัมผัสกับส่วนผสมอื่นๆ ในเครื่องตี

#### การเก็บรักษาไขมัน

ไขมันที่ใช้เกี่ยวกับการตีครีม หรือตีเนยกับน้ำตาล ให้เก็บที่อุณหภูมิ 70-80 องศาเซลเซียส หรือ 21-26.6<sup>o</sup>F ไม่ควรเก็บไขมันไว้ใกล้กับสารที่ให้กลิ่น เช่น หัวหอม และสารอื่นๆ เพราะไขมันจะดูดกลิ่นแปลกปลอมเข้าไว้ได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นจึงควรปิดฝากระป๋องให้สนิทเมื่อไม่ใช้แล้ว และควรเก็บไขมันให้พ้นจากแสง ความร้อนหรือที่มีอุณหภูมิ และออกซิเจน เพราะจะทำให้ไขมันหืนได้

สิ่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู มีส่วนสำคัญต่อการทำขนมทุกชนิด เพื่อช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความฟู เบาตัว การทำขนมอบสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูได้หลายวิธีด้วยกันคือ

- การขึ้นฟูด้วยอากาศ เช่น การตีเนยกับน้ำตาล การตีไข่, การร่อนแป้ง
- การขึ้นฟูด้วยไอน้ำ เกิดจากน้ำส่วนผสมขยายตัวเป็นไอน้ำขณะอบ เช่น การพองตัวของครีมพัฟ การนึ่งสังขยา
- การขึ้นฟูด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แบ่งเป็น 2 ขบวนการ คือ
  1. เกิดจากขบวนการทางชีวภาพ ได้แก่ ยีสต์
  2. เกิดจากขบวนการทางเคมี ได้แก่ ผงฟู ผงโซดา แอมโมเนีย

#### 5. เบคกิ้งโซดา (baking soda)

เบคกิ้งโซดาหรือโซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นสารเคมีที่เมื่อได้รับความร้อนแล้วจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา จะมีผลเสียคือมีสารตกค้างอยู่ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสเฝื่อน และถ้ามีสารตกค้างทำปฏิกิริยากับไขมันที่มีอยู่ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นสบู่ นอกจากนั้นอุณหภูมิที่ต้องใช้ในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเบคกิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โซดา นี้ ยังสูงอีกด้วย ดังนั้นก๊าซส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในขั้นสุดท้ายของการอบ ซึ่งเมื่ออบเสร็จแล้วจะผลิตก๊าซออกมาได้เพียงครั้งเดียว ทำให้การขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ไม่เต็มที่เท่าที่ควร

## 6. ผงฟู

เป็นสารช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู ที่ผลิตขึ้นจากการผสมของเบคกิ้งโซดา หรือ โซเดียมไบคาร์บอเนต กับสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด ซึ่งในการผสมจะเติมแป้งข้าวโพดลงไปด้วยส่วนหนึ่งเพื่อป้องกันไม่ให้สารทั้ง 2 ชนิดสัมผัสกันโดยตรง จะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีขึ้นได้

วิธีทดสอบคุณภาพ ใช้ผงฟู 1 ช้อนชา ลงในน้ำร้อน ถ้ามีฟองอากาศผุดขึ้นมาอย่างรวดเร็วแล้วค่อยๆ ซ้ำลงจนหมด แสดงว่าผงฟูนั้นยังคงมีสภาพดีอยู่

การเลือกซื้อ เลือกชนิดที่เป็นผงละเอียด บรรจุในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด

การเก็บรักษา เก็บในภาชนะที่มีฝาปิดแน่นสนิท ตั้งไว้ในที่แห้งแล้วปิดฝาทุกครั้ง

## 7. น้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำ และมีรสหวาน จัดอยู่ในประเภทคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลที่ขายเป็นน้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อย โดยทั่วไปมี 3 ชนิด

### 1. น้ำตาลทรายขาว (granulated sugar)

ใช้กันมากในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ น้ำตาลทรายมีขนาดความละเอียดต่างๆ กัน มีตั้งแต่เป็นผงละเอียดมาก ธรรมดา และหยาบ น้ำตาลทรายที่ใช้ได้ผลดีควรมีความละเอียดขาว เพราะจะผสมกับส่วนผสมอื่นๆ ได้ดี ถ้าน้ำตาลที่ใช้ ขนาดผลึกใหญ่ และหยาบ จะผสมกับเนยได้ไม่ดี เพราะผลึกที่ใหญ่จะไม่ละลายหมด มักอยู่ในรูปของเม็ดน้ำตาลทราย

### 2. น้ำตาลไอซิ่ง (icing confectionary sugar)

เป็นน้ำตาลที่ป่นละเอียดผสมกับแป้งข้าวโพดประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ เพื่อไม่ให้เกิดการจับตัวกันเป็นก้อน ส่วนมากใช้ในการเตรียมครีมชนิดต่างๆ

### 3. น้ำตาลทรายแดง (yellow or brown sugar)

เป็นน้ำตาลทรายที่ยังไม่ผ่านการฟอกสีให้เป็นน้ำตาลทรายบริสุทธิ์ ส่วนใหญ่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการสี และกลิ่นของน้ำตาลทรายแดง

### หน้าที่ของน้ำตาลที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์

1. ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์และกลิ่นรส
2. เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมัก

## 8. วานิลลา

เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรส ชนิดสังเคราะห์ ทำจากสารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้นเพื่อกระตุ้นกลิ่นรสที่ต้องการ วานิลลาเป็นน้ำมันหอมระเหย ที่ใช้กันมานานแล้ว น้ำมันหอมระเหยอื่นๆ ได้แก่ กลิ่นมะนาว ส้ม กุหลาบ มะลิ น้ำมันมแมว พวกเปปเปอร์มินท์ เป็นต้น

## 9. กลิ่นรส

เป็นวัตถุดิบที่ช่วยให้การเติมกลิ่นรสให้แก่ผลิตภัณฑ์ ความต้องการในผลิตภัณฑ์ขนมอบเฉพาะอย่าง มักจะดูจากรูปร่างและกลิ่นของมัน พยายามอย่าให้กลิ่นรสมากเกินไป เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่น่ารับประทาน

### 2.3 ขั้นตอนการทำคุกกี้

#### การผสม

การผสมแป้งคุกกี้ จะต้องใช้ความเข้าใจและความระมัดระวังเป็นพิเศษ คุกกี้ที่ผสมไม่ดีอาจจะแห้ง เหนียว มีลักษณะที่ไม่น่ารับประทาน สำหรับการผสมคุกกี้หลักๆ ทั่วไป ต้องตีเนยกับน้ำตาลให้ขึ้นฟูก่อน แล้วเติมไข่ทีละฟองตีต่อให้เข้ากันใส่กลิ่นและนม ตีให้เข้ากันใส่แป้งผสมลงเบาๆ เร็วๆ เพื่อไม่ให้ผสมนานเกินไป เพราะถ้าผสมนานเกินไปจะเกิดกลูเตนขึ้น ทำให้ส่วนผสมแห้งและเหนียว เมื่อนำไปหยอดคุกกี้จะแข็ง ถ้าต้องการคุกกี้ที่ร่วนควรผสมไขมัน น้ำตาล ของเหลวให้เข้ากันแล้วจึงผสมแป้ง การผสมควรทำโดยเร็ว นำมากดเป็นรูปร่างต่างๆ

คุกกี้ เมื่อผสมแล้วควรหยอดหรือทำเป็นรูปร่างทันที หากปล่อยให้ไว้นานคุกกี้จะแห้งการหยอดคุกกี้ควรหยอดหรือทำเป็นรูปร่างต่างๆ กันทุกชิ้น หยอดลงในถาดที่ทาไขมันไว้ให้ห่างกัน 1 นิ้ว เพราะเมื่ออบแล้วคุกกี้จะได้ไม่ติดกัน เนื่องจากคุกกี้ขยายตัวเมื่ออบ

#### การอบ

การอบคุกกี้ ตัดตั้งอุณหภูมิให้ได้เท่าที่กำหนดไว้ ก่อนใส่คุกกี้เข้าอบ อุณหภูมิของเตาอบมีส่วนสำคัญมาก เพราะคุกกี้บางชนิด ถ้าอุณหภูมิไม่ถึง เมื่อคุกกี้อยู่ในเตาอบนานจะทำให้คุกกี้แบนราบ อุณหภูมิที่ใช้อบคุกกี้แต่ละชนิดไม่เท่ากัน แต่จะอยู่ประมาณ 180-200°C (ถ้าอบไฟแรงเกินไปจะทำให้คุกกี้ไหม้ ข้างในไม่สุก และไม่กรอบไม่น่ารับประทาน) คุกกี้ที่ผสมด้วยส่วนผสมที่มีคุณภาพดีอาจจะเสื่อมเสียได้ถ้าอบไม่ถูกต้อง ถาดที่ใช้อบคุกกี้ควรรองด้วยกระดาษ เพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนล่างของคุกกี้มีสีเข้มเกินไป อุณหภูมิที่ใช้อบคุกกี้ที่ส่วนผสมของน้ำตาลและไขมันสูง ควรต่ำกว่าอุณหภูมิที่ใช้อบคุกกี้ทั่วๆ ไป การอบคุกกี้ควรนำออกจากเตาอบก่อนเวลาสุกประมาณ 2-3 นาที เพราะคุกกี้ที่อบเสร็จจะยังคงร้อนพอที่จะทำให้คุกกี้สุกได้อย่างเต็มที่ หลังจากนำออกจากเตาอบแล้ว

### การทำให้เย็น

เมื่อนำคูกก็ออกจากเตาอบแล้ว ควรทำให้เย็นโดยเร็ว รีบแช่ขนมออกจากถาดทันที ในขณะที่คูกก็ยังไม่ร้อนอยู่ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการแตกหักของคูกก็ เนื่องจากที่เย็นลงแล้วจะแข็งตัวและแตกหักได้ง่าย เมื่อเซาะออกมาจากถาด (จิตรนา แจ่มเมฆ, 2539 : 58)

### การเก็บคูกก็

การเก็บคูกก็ขณะที่ยังไม่ร้อนๆ ไม่ถึงกับเย็นสนิท เพราะถ้าพักไว้จนคูกก็เย็นสนิท จะทำให้คูกก็สัมผัสกับความชื้น ทำให้คูกก็ไม่กรอบ ควรเก็บใส่ขวด หรือโลหะที่มีฝาปิดสนิทเพื่อกันลม และรักษาให้คูกก็กรอบได้ทนนาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### 3.1. วัตถุประสงค์และอุปกรณ์

##### 1.1 วัตถุประสงค์

1. แป้งสาลีเอนกประสงค์ (ตราว่าว)
2. เนยสด (ตรากล้วยไม้)
3. ไข่ไก่
4. เกลือ (ตราปรุngthิพย์)
5. น้ำตาลทราย (ตรามิตรผล)
6. วานิลลา
7. ผงฟู (ตราเบสท์ฟูลส์)
8. ผงเมล็ดขนุน

##### 1.2 อุปกรณ์ในการทำผลิตภัณฑ์

1. กระบอบอกกดตุ๊กกี้
2. ตะแกรง
3. ถาดอบ
4. พายยาง
5. ถ้วย
6. จานใส่วัตถุประสงค์
7. เครื่องชั่ง
8. ช้อน , ส้อม
9. ที่ร่อนแป้ง
10. ที่เข้ช้ขนม
11. เตาอบ
12. แปรงทานเนย
13. เครื่องผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 วิธีการ

3.2.1 ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของเมล็ดขนุนที่ใช้ในการทดแทนแป้งสาลี เพื่อเพิ่มอัตราส่วนในการทดแทนแป้งสาลีใน 4 ระดับ ในปริมาณ ร้อยละ 0 , 10 , 15 , และ 20 ในแต่ละชุดการทดลองใช้สูตรดังนี้

แป้งสาลีเอนกประสงค์	200	กรัม
เนยสด	100	กรัม
ไข่ไก่	1	ฟอง
เกลือ	5	กรัม
น้ำตาลทราย	160	กรัม
ผงฟู	5	กรัม
วานิลลา	1	ช้อนชา
ผงเมล็ดขนุน	0 , 20 , 30 , และ 40 กรัม ตามลำดับ	

3.2.2 ศึกษาคุณภาพของการใช้ผงเมล็ดขนุนในระดับปริมาณต่างๆ โดยการศึกษาทางด้านประสาทสัมผัส โดยการทดสอบชิมจากผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน ให้คะแนนโดยการทดสอบความชอบแบบ hedonic scale

#### 3.2.3 ทำการวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของการให้คะแนนความชอบตามแบบการทดลองแบบ ( randomized complete block design , RCBD )

วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี LSD ( least significant difference )

## วิธีการเตรียมเมล็ดขนุน



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำแป้งเมล็ดขนุน

ที่มา : สุภิญญาฐ์ ชันสิน , 2535 : 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การเตรียมส่วนผสมต่าง ๆ ในการทำคุกกี้

นำแป้งเมล็ดขนุนที่เตรียมไว้มาทำการชั่งตวงส่วนผสมทั้งหมดที่ใช้ในการทำคุกกี้ตามสูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 จะไม่มีการทดแทนด้วยแป้งเมล็ดขนุน ใช้เป็นสูตรควบคุม (ร้อยละ0) ของสูตรคือ ใช้แป้งสาลี 200 กรัมต่อแป้งเมล็ดขนุน 0 กรัม

สูตรที่ 2 มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนร้อยละ 10 ของแป้งสาลีในสูตร คือ ใช้แป้งสาลี 180 กรัมต่อแป้งเมล็ดขนุน 20 กรัม

สูตรที่ 3 มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนร้อยละ 15 ของแป้งสาลีในสูตร คือ ใช้แป้งสาลี 170 กรัมต่อแป้งเมล็ดขนุน 30 กรัม

สูตรที่ 4 มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนร้อยละ 20 ของแป้งสาลีในสูตร คือ ใช้แป้งสาลี 160 กรัมต่อแป้งเมล็ดขนุน 40 กรัม

### วิธีการทำคุกกี้จากแป้งเมล็ดขนุน

1. ร่อนแป้งสาลี แป้งเมล็ดขนุน และผงฟูผสมเข้าด้วยกัน
2. ตีเนยสดแล้วค่อยๆเติมน้ำตาลทราย ตีจนขึ้นฟูด้วยความเร็วปานกลาง
3. เติมไข่ลงในส่วนผสม โดยค่อยๆเติม แล้วตีต่ออีกครั้งให้เข้ากัน
4. ค่อยๆเติมส่วนผสมของแป้งที่ร่อนไว้ตีให้เข้ากัน
5. ใส่ส่วนผสมที่ได้ในกระบอกกดคุกกี้ กดเป็นรูปต่างๆบนถาดที่ทาน้ำมันขาวไว้วางเรียงให้

ห่างกันพอสมควร

6. อบที่อุณหภูมิ 150 – 160 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 – 15 นาที จนคุกกี้เหลืองกรอบ และคุกกี้วางบนตะแกรงทิ้งให้เย็นเก็บใส่โหลหรือภาชนะที่มีฝาปิดสนิท ( จิตรนา แจ่มเมฆ , 2539 : 90 )

### 3.3 สถานที่ทำการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### 3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้งแต่เดือนมกราคม 2546 ถึง เดือนมีนาคม 2546

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาหาปริมาณแป้งเมล็ดขนุนที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตคุกกี้ ในอัตราส่วนต่าง ๆ ได้แก่ ร้อยละ 0 , 10 , 15 และ 20 ได้ผลการทดลองดังนี้

1. ศึกษาคุณภาพในด้านประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนที่ผู้บริโภคยอมรับได้มากที่สุด

ในการศึกษาหาปริมาณแป้งเมล็ดขนุนที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตคุกกี้ ได้แบ่งการทดลองเป็น 4 ตัวอย่างด้วยกัน คือ สูตรที่ 1 จะมีการทดแทนด้วยแป้งเมล็ดขนุนร้อยละ 0, สูตรที่ 2 มีการทดแทนด้วยแป้งเมล็ดขนุนเท่ากับร้อยละ 10, สูตรที่ 3 มีการทดแทนด้วยแป้งเมล็ดขนุนเท่ากับร้อยละ 15 และสูตรที่ 4 มีการทดแทนด้วยแป้งเมล็ดขนุนเท่ากับร้อยละ 20 เมื่อนำแต่ละสูตรมาประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสเพื่อหาปริมาณแป้งเมล็ดขนุนที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี ในปริมาณที่ผู้บริโภคยอมรับ ได้ผลการทดลองทางด้านประสาทสัมผัส ดังนี้

#### 1.1 สี

เมื่อนำผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งเมล็ดขนุนที่ได้ทั้ง 4 สูตร ไปทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในด้านสี โดยใช้ผู้ทดสอบ 10 คน พบว่าผู้ทดสอบ 10 คน ให้คะแนนการยอมรับ คือ คุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณร้อยละ 0, 10 และ 15 ให้คะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีคะแนนเท่ากับ 7.0, 6.8 และ 6.6 คะแนนตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากร้อยละ 20 ที่  $p \leq 0.05$  โดยมีคะแนนเท่ากับ 6.0 คะแนน เนื่องจากในสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณต่าง ๆ นั้น สีของคุกกี้ที่ได้จะออกเป็นสีน้ำตาลเข้มจนออกคล้ำ ซึ่งไม่เหมือนในสูตรปกติ เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณแป้งแต่ละสูตรจะทำให้มีสีน้ำตาลเข้มมากยิ่งขึ้น (พานิชย์ ยศปัญญา, 2542:89)

## 1.2 กลิ่น

เมื่อนำผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งเมล็ดขนุนที่ได้ทั้ง 4 สูตร นำไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิมชุดเดิม พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่น ดังนี้ คุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณร้อยละ 0, 10 และ 15 ได้คะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติที่  $P \geq 0.05$  โดยมีคะแนนเท่ากับ 6.5, 6.8 และ 7.2 คะแนนตามลำดับ และคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนร้อยละ 0 และ 20 มีคะแนนไม่แตกต่างกันโดยมีคะแนนเท่ากับ 6.5 และ 6.1 คะแนนตามลำดับ ซึ่งแต่ละตัวอย่างจะมีคะแนนอยู่ในช่วงที่ผู้บริโภคยอมรับได้ ซึ่งคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุน ในปริมาณร้อยละ 15 มีคะแนนการยอมรับมากที่สุด เนื่องจากสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนร้อยละ 15 นั้นจะได้กลิ่นที่เฉพาะของคุกกี้ และกลิ่นของแป้งเมล็ดขนุนอยู่ด้วย (สุภิญญาฐ์ ชันสิน, 2535 : 45) ซึ่งจะมิกกลิ่นของแป้งเมล็ดขนุนในอัตราส่วนที่เหมาะสมไม่มากเกินไปเหมือนร้อยละ 20 ถ้าหากมีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ก็จะทำให้กลิ่นของคุกกี้ผิดเพี้ยนไปจนไม่เหลือกลิ่นเฉพาะของคุกกี้

## 1.3 เนื้อสัมผัส

เมื่อนำผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งเมล็ดขนุนที่ได้ทั้ง 4 สูตร นำไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับในด้านเนื้อสัมผัส ดังนี้ คือคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณร้อยละ 0, 10 และ 15 ให้คะแนนไม่แตกต่างกันโดยมีคะแนนเท่ากับ 7.5, 7.1 และ 6.6 คะแนนตามลำดับ ซึ่งคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณร้อยละ 0 หรือไม่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนเลย มีคะแนนการยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัสมากที่สุด เพราะจะมีเนื้อสัมผัสที่กรอบร่วนไม่เหนียวหรือแข็งเกินไปเนื่องจากในสูตรมีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณต่างๆ นั้น เนื้อสัมผัสที่ได้จะมีลักษณะที่แข็ง ไม่กรอบร่วนเหมือนสูตรปกติ เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งเมล็ดขนุนขึ้น ในปริมาณแป้งแต่ละสูตร ก็จะทำให้เนื้อสัมผัสแข็งมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเมล็ดขนุน เวลาที่นำไปอบทำให้ส่วนข้างนอกของเมล็ดขนุนแห้งและแข็ง พอนำไปปั้นในเครื่องปั้นจะปั้นยาก และตอนที่ร้อน ร้อนด้วยตะแกรงที่ไม่ละเอียดพอ เลยทำให้แป้งเมล็ดขนุนมีเศษเล็กๆ ที่เป็นเม็ดผสมลงไป ด้วยเวลานำไปทดแทนแป้งสาลีสำหรับทำคุกกี้ในสูตรต่างๆ เลยทำให้คุกกี้หลังอบเสร็จแล้วมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่หยาบและแข็งกว่าคุกกี้ที่ไม่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุน

#### 1.4 รสชาติ

เมื่อนำผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งเมล็ดขนุนมาทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิมชุดเดิม พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับในด้านรสชาติ คือ คุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณร้อยละ 0, 10 และ 15 มีคะแนนไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีคะแนนเท่ากับ 6.4, 6.9 และ 7.1 คะแนนตามลำดับ และคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนร้อยละ 0 และ 20 มีคะแนนไม่แตกต่างกันคือเท่ากับ 6.4 และ 6.1 คะแนนตามลำดับ ซึ่งคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณร้อยละ 15 มีคะแนนการยอมรับทางด้านรสชาติมากที่สุด เนื่องจากสูตรดังกล่าวมีรสชาติที่ได้จากแป้งเมล็ดขนุนในอัตราส่วนที่เหมาะสมที่ช่วยเสริมรสชาติของคุกกี้ให้รสชาติดีกว่าสูตรอื่นๆ ซึ่งแป้งเมล็ดขนุนจะมีรสชาติเฉพาะตัวซึ่งแตกต่างไปจากแป้งสาลี (สุภิญญาฯ ชันสิน, 2535 : 49) เพราะถ้าหากเพิ่มปริมาณแป้งเมล็ดขนุนมากกว่านี้จะทำให้มีรสชาติที่ผิดแปลกออกไป

#### 1.5 ความชอบรวม

สำหรับการนำคุกกี้ที่ทำจากแป้งเมล็ดขนุน มาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบชิมชุดเดิม พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับในด้านความชอบรวม คือ คุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณร้อยละ 0, 10 และ 15 คะแนน ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีคะแนนเท่ากับ 6.5, 7.0 และ 7.2 คะแนนตามลำดับ และคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณร้อยละ 0 และ 20 ซึ่งมีคะแนนเท่ากับ 6.5 และ 6.0 คะแนนตามลำดับโดยคะแนนไม่แตกต่างกัน พบว่าความชอบรวมมีคะแนนการยอมรับใกล้เคียงกันซึ่งแต่ละตัวอย่างจะมีคะแนนอยู่ในช่วงที่ผู้บริโภคยอมรับได้ ซึ่งคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณร้อยละ 15 มีคะแนนการยอมรับด้านความชอบรวมมากที่สุดเนื่องจากใส่ปริมาณแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณที่เหมาะสมทำให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 5 คะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุน

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ย			
	0%	10%	15%	20%
สี	7.0 <sup>a</sup>	6.8 <sup>a</sup>	6.6 <sup>a</sup>	6.0 <sup>b</sup>
กลิ่น	6.5 <sup>ab</sup>	6.8 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>	6.1 <sup>b</sup>
เนื้อสัมผัส	7.5 <sup>a</sup>	7.1 <sup>a</sup>	6.6 <sup>ab</sup>	6.0 <sup>b</sup>
รสชาติ	6.4 <sup>ab</sup>	6.9 <sup>a</sup>	7.1 <sup>a</sup>	6.1 <sup>b</sup>
ความชอบรวม	6.5 <sup>ab</sup>	7.0 <sup>a</sup>	7.2 <sup>a</sup>	6.0 <sup>b</sup>

หมายเหตุ - ตัวอักษรแตกต่างกันเนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 1. สรุปผลการวิจัย

ผลิตภัณฑ์คุกกี้เป็นอีกชนิดหนึ่งของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีอยู่หลากหลายชนิดและกำลังเป็นที่นิยมในการบริโภค โดยส่วนประกอบหลักที่ใช้ คือแป้งสาลี ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ต้นทุนการผลิตมีราคาสูงจึงได้นำเมล็ดขนุนมาแปรรูปเป็นแป้ง เพื่อนำมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตคุกกี้ เนื่องจากใส่เมล็ดขนุนซึ่งมีคาร์โบไฮเดรตในปริมาณสูงถึง 30.6 % (พาณิชย์ ยศปัญญา, 2542 : 45) เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตให้ลดลงอีกทั้งยังเป็นการนำเมล็ดขนุนที่เหลือใช้ มาทำให้เกิดประโยชน์ โดยใช้ทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 0 , 10 , 15 และ 20 และเมื่อนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แล้วนำไปให้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน โดยทำการประเมินการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส คือ ด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม โดยมีคะแนนการยอมรับ ได้แก่ ชอบมากที่สุด เท่ากับ 9 คะแนน เรียงตามลำดับไปจนถึงไม่ชอบ มากที่สุดเท่ากับ 1 คะแนน พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับทางด้านสีคุกกี้ในสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนที่ร้อยละ 0, 10 และ 15 มากที่สุด ส่วนในด้านกลิ่นนั้นผู้ทดสอบให้การยอมรับคุกกี้ในสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนที่ร้อยละ 15 และ 10 มากที่สุด ในด้านเนื้อสัมผัสผู้ทดสอบให้การยอมรับคุกกี้ในสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนที่ร้อยละ 0 และ 10 มากที่สุด ในด้านรสชาติผู้ทดสอบให้การยอมรับคุกกี้ในสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณร้อยละ 15 และ 10 มากที่สุด และในด้านความชอบรวมนั้นผู้ทดสอบให้การยอมรับในสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุน ในปริมาณร้อยละ 15 และ 10 มากที่สุด จากการศึกษาปริมาณแป้งเมล็ดขนุนที่เหมาะสมในการผลิตคุกกี้ ในด้านการยอมรับของผู้บริโภค สามารถสรุปได้ว่า สูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับได้มากที่สุด คือ สูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณร้อยละ 15 ซึ่งได้รับคะแนนเฉลี่ยทางด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวมเท่ากับ 6.6 , 7.2 , 6.6 , 7.1 และ 7.2 คะแนน ตามลำดับ เนื่องจากเป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับทางด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวมมากที่สุด ซึ่งโดยรวมนั้นสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณร้อยละ 15 นับว่าได้รับการยอมรับมากที่สุด เพราะมีกลิ่นเฉพาะตัวของแป้งเมล็ดขนุนที่เหมาะสม และทำให้มีสีน้ำตาลเข้มแต่ไม่เข้มมากและมีสีที่อ่อนกว่าสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ส่วนรสชาติก็มีรสชาติของคุกกี้ และแป้งเมล็ดขนุนผสมอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองจะเห็นว่าหากมีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในคุกกี้สามารถทดแทนได้ในปริมาณร้อยละ 15 จึงจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด

## 2. ข้อเสนอแนะ

1. การใช้แป้งเมล็ดขนุนในการทดแทนแป้งสาลีนั้นต้องปั่นและร่อนด้วยตะแกรงที่ขนาดละเอียดที่สุด เพื่อลดความหยาบในเนื้อสัมผัสของคุกกี้เพื่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ดี
2. ควรศึกษาการผสมกันระหว่างแป้งที่ทำจากขนุนและแป้งเมล็ดขนุนเพื่อหาคะดับการทดแทนในแป้งสาลีว่ามีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้ในด้านลักษณะเนื้อสัมผัส, ด้านสี และรสชาติของคุกกี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- เลขาธิการเกษตร. 2541. เกษตรกรรมสัมมนาชนวน. สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร ร่วมกับ  
เอกสารเคทหารเกษตร, 60 น.
- จิตรนา แจ่มเมฆ และคณะ. 2539. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 504 น.
- \_\_\_\_\_ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2541. พิมพ์ครั้งที่ 2. เบเกอรี่และเทคโนโลยีเบื้องต้น.  
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 224 น.
- ทิพาวรรณ เพ็ญเรือง. 2540. การดำเนินธุรกิจและสารพันปัญหาขนมอบ. กรุงเทพฯ: วิทยาลัย  
สารพัดช่างพระนคร กรมอาชีวศึกษา, 238 น.
- นฤชิต แว่วศรีผ่อง. 2539. การปลูกขนุน. กรุงเทพฯ: กลุ่มบัณฑิตเกษตรอาสา มหาวิทยาลัย-  
เกษตรศาสตร์, 86 น.
- ปราณี อ่านเปรื่อง. 2542. เอกสารประกอบการสอนวิชามาตรฐานและการควบคุมคุณภาพอาหาร.  
กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 65 น.
- พานิชย์ ยศปัญญา. 2542. ขนุนยักษ์ใหญ่แห่งวงการผลไม้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มติชน, 153 น.
- วันเพ็ญ จิตรเจริญ. 2539. พิมพ์ครั้งที่ 2. หลักการวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพอาหาร. กรุงเทพฯ:  
150 น.
- ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย. 2533. การปลูกขนุนโครงการเกษตรชุมชน. (มปท.) กรุงเทพฯ: 158 น.
- ศิริลักษณ์ สนิทวาลย์. 2522. ทฤษฎีอาหารเล่ม 3 หลักการทดลองอาหาร. กรุงเทพฯ: เอฟบีไอ,  
118 น.
- สุภิญญา ชันสิน. 2535. เมล็ดขนุนแห้ง. กรุงเทพฯ: ปัญหาพิเศษปริญญาโท ภาควิชาคหกรรม-  
ศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 66 น.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2540. ข้าวสาทิ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 400 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

## แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส (Hedonic Scale)

ชื่อผู้ทดสอบชิม..... วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ คุณก็จากแป้งเมล็ดขนุน

**คำชี้แจง** โปรดทำการประเมินคุณภาพของตัวอย่างต่อไปนี้ทั้งหมด 4 ตัวอย่าง และให้คะแนนความชอบและไม่ชอบผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่างตามแบบทดสอบชิม โดยทำการทดสอบตัวอย่างดังนี้

1. ทำการทดสอบชิมเสร็จแล้ว ก่อนทำการชิมตัวอย่างถัดไปให้ดื่มน้ำเพื่อล้างปาก
2. พัก 2 นาที ก่อนทำการชิมตัวอย่างถัดไป
  - 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด
  - 8 หมายถึง ชอบมาก
  - 7 หมายถึง ชอบปานกลาง
  - 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย
  - 5 หมายถึง เฉย ๆ
  - 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย
  - 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง
  - 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก
  - 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด

ลักษณะคุณภาพ	คะแนนเฉลี่ย			
	128	571	466	579
สี				
กลิ่น				
เนื้อสัมผัส				
รสชาติ				
ความชอบรวม				

ข้อเสนอแนะ.....  
 .....  
 .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1ก คะแนนการยอมรับทางด้านสี

ผู้ทดสอบ	คะแนน				รวม
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	
1	7	7	7	6	27
2	7	8	7	6	28
3	6	6	6	6	24
4	8	7	6	6	27
5	7	7	7	6	27
6	7	7	7	7	28
7	7	7	7	6	27
8	8	6	7	6	27
9	7	6	6	6	25
10	6	7	6	5	24
รวม	70	68	66	60	264

Anova table

SOV	ss	df	ms	F cal	F table 0.05
Sample	5.6	3	1.86	7.44**	2.96
Judge	5.1	9	0.56	2.24 <sup>ns</sup>	2.25
Error	6.9	27	0.25		
Total	17.6	39			

C.V. = 7.57%

Sample  $F_{cal} > F_{0.05} > F_{0.01}$

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 4 นั้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ที่ความเชื่อมั่น 95 % ,  $P \leq 0.05$ )

Judge  $F_{cal} < F_{0.05}$

หมายความว่าผู้ทดสอบชิมทั้ง 10 คน ไม่มีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แสดงผลคะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่น

ผู้ทดสอบ	คะแนน				รวม
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	
1	6	6	7	7	26
2	6	7	7	7	27
3	6	7	5	5	26
4	7	6	6	6	26
5	7	7	6	6	27
6	7	7	6	6	26
7	6	8	7	7	26
8	7	6	6	6	26
9	7	6	6	6	27
10	6	8	5	5	27
รวม	65	68	72	61	266

ตารางที่ 2 ก แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านกลิ่นของคุกกี้

Anova table

SOV	ss	df	ms	F cal	F table 0.05
Sample	6.5	3	2.17	3.80**	2.96
Judge	1.1	9	0.12	0.21 <sup>ns</sup>	2.25
Error	15.5	27	0.57		
Total	23.10	39			

C.V. = 11.35%

Sample  $F_{cal} > F_{0.05} > F_{0.01}$

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 4 นั้น มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (ที่ความเชื่อมั่น 95 % ,  $P \leq 0.05$ )

Judge  $F_{cal} < F_{0.05}$

หมายความว่าผู้ทดสอบชิมทั้ง 10 คน ไม่มีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3ก คะแนนการยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัส

ผู้ทดสอบ	คะแนน				รวม
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	
1	8	7	7	7	29
2	9	7	7	6	29
3	8	8	7	6	29
4	8	8	6	6	28
5	8	8	7	6	29
6	7	7	6	6	26
7	6	8	6	7	27
8	7	6	7	6	26
9	7	6	7	5	25
10	7	6	6	5	24
รวม	75	71	66	60	272

Anova table

SOV	ss	df	ms	F cal	F table 0.05
Sample	12.6	3	4.2	9.54**	2.96
Judge	7.9	9	0.87	1.99 <sup>ns</sup>	2.25
Error	11.9	27	0.44		
Total	32.4	39			

C.V. = 9.75%

Sample  $F_{cal} > F_{0.05} > F_{0.01}$

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 4 นั้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ที่ความเชื่อมั่น 95 % ,  $P \leq 0.05$ )

Judge  $F_{cal} < F_{0.05}$

หมายความว่าผู้ทดสอบชิมทั้ง 10 คน ไม่มีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4ก คะแนนการยอมรับทางด้านรสชาติ

ผู้ทดสอบ	คะแนน				รวม
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	
1	7	6	7	6	26
2	7	7	8	6	28
3	6	6	7	6	25
4	7	7	8	7	29
5	6	7	8	6	27
6	6	7	7	6	26
7	6	7	7	5	25
8	7	7	7	6	27
9	6	8	6	7	27
10	6	7	6	6	25
รวม	64	69	71	61	265

Anova table

SOV	ss	df	ms	F cal	F table 0.05
Sample	6.28	3	2.09	6.33**	2.96
Judge	4.13	9	0.45	1.36 <sup>ns</sup>	2.25
Error	8.97	27	0.33		
Total	19.38	39			

C.V. = 8.67%

Sample  $F_{cal} > F_{0.05} > F_{0.01}$

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 4 นั้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ที่ความเชื่อมั่น 95 % ,  $P \leq 0.05$ )

Judge  $F_{cal} < F_{0.05}$

หมายความว่าผู้ทดสอบชิมทั้ง 10 คน ไม่มีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5ก คะแนนการยอมรับทางด้านความชอบรวม

ผู้ทดสอบ	คะแนน				รวม
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	
1	6	7	7	7	27
2	6	8	8	6	28
3	7	7	7	7	28
4	8	8	8	6	30
5	7	6	8	5	26
6	5	6	7	6	24
7	7	7	7	6	27
8	7	7	7	6	27
9	6	7	6	6	25
10	6	7	7	5	25
รวม	65	70	72	60	267

Anova table

SOV	ss	df	ms	F cal	F table 0.05
Sample	8.68	3	2.89	7.05**	2.96
Judge	7.03	9	0.78	1.90 <sup>ns</sup>	2.25
Error	11.07	27	0.41		
Total	26.78	39			

C.V. = 9.59%

Sample  $F_{cal} > F_{0.05} > F_{0.01}$

หมายความว่าตัวอย่างทั้ง 4 นั้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ที่ความเชื่อมั่น 95 % ,  $P \leq 0.05$ )

Judge  $F_{cal} < F_{0.05}$

หมายความว่าผู้ทดสอบชิมทั้ง 10 คน ไม่มีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ในคุณลักษณะต่าง ๆ ซึ่งค่าที่คำนวณได้ภายในตาราง ANOVA Analysis สามารถคำนวณค่าต่าง ๆ ได้จากวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้  
ตัวอย่าง การคำนวณค่า Analysis of Variance ทดสอบการยอมรับทางด้านสีของคุกกี้ที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุน

1. การคำนวณหา C.F. (Corection factor)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(\text{Total})^2}{\text{จำนวนคำตอบทั้งหมด}} \\
 &= \frac{(264)^2}{40} \\
 &= \frac{69696}{40} \\
 &= 1742.4
 \end{aligned}$$

2. การคำนวณหาค่า df (Degree of freedom )

2.1 df judges

$$\begin{aligned}
 &= \text{จำนวนผู้ทดสอบ}-1 \\
 &= 10-1 \\
 &= 9
 \end{aligned}$$

2.2 df sample

$$\begin{aligned}
 &= \text{จำนวนตัวอย่าง}-1 \\
 &= 4-1 \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

2.3 df error

$$\begin{aligned}
 &= \text{df total} - \text{df judges} - \text{df sample} \\
 &= 39-9-3 \\
 &= 27
 \end{aligned}$$

2.4 df total

$$\begin{aligned}
 &= \text{จำนวนการตรวจ}-1 \\
 &= 40-1 \\
 &= 39
 \end{aligned}$$

## 3. การคำนวณหาค่า ss (Sum of square)

$$\begin{aligned}
 3.1 \text{ SS sample} &= \frac{(\text{ผลรวมของค่า total ของแต่ละ sample})^2 - CF}{(\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละครั้ง sample})} \\
 &= \frac{(70^2 + 68^2 + \dots + 60^2) - 1742.4}{10} \\
 &= 5.6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.2 \text{ SS judges} &= \frac{(\text{ผลรวมของค่า total ของแต่ละ judges}) - CF}{(\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ judges})} \\
 &= \frac{(27^2 + 28^2 + \dots + 24^2) - 1742.4}{4} \\
 &= 5.1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.3 \text{ SS total} &= (\text{ผลรวมของค่าการประเมินทุกค่า})^2 - CF \\
 &= (7^2 + 7^2 + \dots + 5^2) - 1742.4 \\
 &= 17.6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.4 \text{ SS error} &= \text{SS total} - \text{SS judges} - \text{SS sample} \\
 &= 17.6 - 5.1 - 5.6 \\
 &= 6.9
 \end{aligned}$$

## 4. การคำนวณหาค่า MS (Mean square) ของทุกตัวแปร โดยจำแนกดังนี้

$$\begin{aligned}
 4.1 \text{ MS sample} &= \frac{\text{SS sample}}{\text{df sample}} \\
 &= \frac{5.6}{3} \\
 &= 1.86
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.2 \text{ MS judges} &= \frac{\text{SS judges}}{\text{df judges}} \\
 &= \frac{5.1}{9} \\
 &= 0.56
 \end{aligned}$$

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{6.9}{27}$$

$$= 0.25$$

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

$$5.1 F_{\text{sample}} = \frac{MS_{\text{sample}}}{MS_{\text{error}}}$$

$$= \frac{1.86}{0.25}$$

$$= 7.44$$

$$5.2 F_{\text{judges}} = \frac{MS_{\text{judges}}}{MS_{\text{error}}}$$

$$= \frac{0.56}{0.25}$$

$$= 2.24$$

6. นำค่า F ไปพิจารณาโดยใช้ตารางที่ 2 (Variance ratio 5% point for distribution)

6.1 พิจารณาความแตกต่างของ sample (% Significant different level ของ sample)

$$F_{\text{cal, sample}} = 7.44$$

$$F_{\text{table, 0.05}} \text{ ที่ } df, \text{ sample (numerator)} = 3$$

$$\text{ที่ } df, \text{ error (denominator)} = 27$$

$$= 2.96$$

$$F_{\text{table, 0.01}} = 4.60$$

$$\text{ดังนั้น } F_{\text{cal, sample}} > F_{\text{table, 0.05}} > F_{\text{table, 0.01}}$$

อีกนัยหนึ่ง คือ ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับ  $p \leq 0.05$

6.2 พิจารณาระดับความแตกต่างของ judge

$$F_{\text{cal, judge}} = 2.24$$

$$F_{\text{table, 0.05}} \text{ ที่ } df, \text{ judge} = 9$$

$$Df, \text{ error} = 27$$

$$= 2.25$$

$$F_{\text{table, 0.01}} = 3.14$$

ดังนั้น  $F_{\text{cal, judge}} < F_{\text{table, 0.05}} < F_{\text{table, 0.01}}$  คือ judge ไม่มีความแตกต่างที่

ระดับ  $p \geq 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้ Turkey's test

จากคะแนนเฉลี่ยด้านสีของคุกกี้จากแป้งเมลิคขนุนเป็นดังนี้

$$T_1 \text{ แป้งเมลิคขนุน } 0\% = 7.0 \text{ คะแนน}$$

$$T_2 \text{ แป้งเมลิคขนุน } 10\% = 6.8 \text{ คะแนน}$$

$$T_3 \text{ แป้งเมลิคขนุน } 15\% = 6.6 \text{ คะแนน}$$

$$T_4 \text{ แป้งเมลิคขนุน } 20\% = 6.0 \text{ คะแนน}$$

เขียนเรียงลำดับคะแนนมากไปหาคะแนนน้อยได้ดังนี้  $T_1$   $T_2$   $T_3$   $T_4$

$$\begin{aligned} 7.1 \text{ หา Standard error (SE)} &= \sqrt{\text{MS, error} / \text{จำนวนครั้งที่ตรวจแต่ละตัวอย่าง}} \\ &= \sqrt{0.25/10} \\ &= \sqrt{0.025} \\ &= 0.15 \end{aligned}$$

7.2 เปิดตารางค่า Significant Studentize Rang ที่ 5 % level

$$\text{ที่ } a = \text{จำนวนตัวอย่าง} = 4$$

$$\text{df, error} = 27$$

$$= 3.14$$

7.3 คำนวณค่า LSD (Least Significant Differences)

$$\text{LSD} = \text{SE} \times \text{Sig. Studentized Rang}$$

$$= 0.15 \times 3.14$$

$$= 0.47$$

7.4 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างกับ LSD

$$T_1 - T_2 = 7.0 - 6.8 = 0.2 < 0.47$$

$$T_1 - T_3 = 7.0 - 6.6 = 0.4 < 0.47$$

$$T_1 - T_4 = 7.0 - 6.0 = 1.0 > 0.47$$

$$T_2 - T_3 = 6.8 - 6.6 = 0.2 < 0.47$$

$$T_2 - T_4 = 6.8 - 6.0 = 0.8 > 0.47$$

$$T_3 - T_4 = 6.6 - 6.0 = 0.6 > 0.47$$

$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$
7.0 <sup>a</sup>	6.8 <sup>a</sup>	6.6 <sup>a</sup>	6.0 <sup>b</sup>

สัญลักษณ์เหมือนกัน = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

สัญลักษณ์ต่างกัน = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ ) นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้