

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของขนมปังจากแป้งเมล็ดขนุน

Physical and chemical properties of breads from
jack fruit seed flour



โดย
นางสาว สุภาพร ร่มโพธิ์ไทร

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

พ.พ.

๗๘๓๘๓

๕๐๔๒

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหม.....

เลขทะเบียน..... 36242

วัน, เดือน, ปี..... ๒๐ ก.ค. ๒๕๔๓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2542

ชื่อเรื่อง คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของขนมปังจากแป้งเมล็ดขนุน

Physical and chemical properties of breads from jack fruit seed flour

ชื่อ-สกุล นางสาวสุภาพร ร่มโพธิ์ไทร

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร คณะ วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ชุตินา สังข์पालิ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์พัชรี ตั้งตระกูล

อาจารย์พัชนี เคนประเสริฐ

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของขนมปัง จากแป้งเมล็ดขนุน โดยการใช้แป้งเมล็ดขนุนทดแทนปริมาณแป้งสาลีในสูตรที่ใช้ทำขนมปังปกติ ในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน คือ 0, 10, 15, 20, 25 และ 30% และทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมปังที่ผลิตได้ โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน จากนั้นทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของขนมปัง สูตรที่ผู้บริโภคมอบรับได้มากที่สุดพบว่าขนมปังที่มีการทดแทนด้วยปริมาณแป้งเมล็ดขนุน 10% ผู้บริโภคยอมรับในด้านของเนื้อสัมผัสและรสชาติมากที่สุด โดยเนื้อขนมปังที่ได้มีลักษณะขึ้นฟูเหมือนสูตรมาตรฐานและมีรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งขนมปังที่ได้มีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้นเท่ากับ 30.04% และมีปริมาณเถ้าเท่ากับ 0.972%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก อาจารย์ชุตินา สังข์पालิ อาจารย์พัชรี ตั้งตระกูล และ อาจารย์พัชนี เศษประเสริฐ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้ให้คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องในการทำปัญหาพิเศษ ขอขอบคุณคณะอาจารย์และเจ้าหน้าที่ คณะเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตปทุมธานี ขอขอบคุณอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย ขอขอบคุณนายสงกรานต์ ผลยังส่ง และบรรดาน้อง ๆ สถาบันราชภัฏธนบุรี ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ รวมถึงผู้เกี่ยวข้องทุกคนที่มีโอกาสได้พบ ค ณ ที่นี้

ความดีของปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบให้กับบิดา - มารดา ที่ให้ความช่วยเหลือด้านทุนทรัพย์รวมถึงอาจารย์หลาย ๆ ท่านที่ประสาทวิชา และผู้มีพระคุณทุกท่าน

นางสาวสุภาพร ร่มโพธิ์ไทร

มีนาคม 2543

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่.....	1
1 บทนำ.....	1
ความสำคัญของปัญหาพิเศษ.....	1
วัตถุประสงค์.....	2
ขอบเขตของปัญหา.....	2
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	2
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	3
1. ขนุน.....	3
1.1 ลักษณะทั่วไปของขนุน.....	4
1.2 รายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบของขนุน.....	4
1.3 ชนิดของขนุน.....	5
1.4 ลักษณะของขนุนที่ดี.....	6
1.5 ขนุนพันธุ์ทองสุคใจ.....	6
1.6 ปริมาณคุณค่าสารอาหารในส่วนที่กินได้ 100 กรัม.....	7
2. ขนมปิ้ง.....	8
2.1 ชนิดของขนมปิ้ง.....	8
2.2 ส่วนผสมในการผลิตขนมปิ้ง.....	9
2.3 เทคนิคในการทำขนมปิ้ง.....	13
2.4 การเสื่อมคุณภาพของขนมปิ้ง.....	15
2.5 สาเหตุที่ทำให้ขนมปิ้งเสียและวิธีแก้ไข.....	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6 การเสื่อมเสียของขนมปัง.....	16
บทที่.....	17
3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง.....	17
อุปกรณ์.....	17
วัตถุดิบและสารเคมี.....	17
วิธีดำเนินการทดลอง.....	18
สถานที่ทำการวิจัย.....	22
ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	22
4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล.....	23
5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	27
บรรณานุกรม.....	29
ภาคผนวก.....	31
ภาคผนวก ก.....	32
ภาคผนวก ข.....	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	แสดงปริมาณคุณค่าสารอาหารในส่วนที่กินได้ 100 กรัมของขนุน.....7
2	แสดงองค์ประกอบของแป้งขนมปังในประเทศอังกฤษ.....10
3	แสดงส่วนผสมในการทำขนมปังจากแป้งเมล็ดขนุน.....20
4	คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปัง จากแป้งเมล็ดขนุน.....25
5	แสดงองค์ประกอบทางเคมีของขนมปังจากแป้งเมล็ดขนุน.....26



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

แผนภาพที่	หน้า
1 ขั้นตอนการผลิตแป้งเมล็ดขนุน.....	18



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหาพิเศษ

สังคมไทยในยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะในเมืองใหญ่ ประชาชนให้ความสำคัญและพิถีพิถันต่อการบริโภคอาหารน้อยลง เริ่มเปลี่ยนแปลงหันไปนิยมกินอาหารฟาสต์ฟู้ดแบบชาวตะวันตก ประเภทขนมปัง ไข่ดาว แฮมเบอร์เกอร์ พิซซ่า ฯลฯ กันมากขึ้น เนื่องจากอาหารประเภทนี้ให้ความสะดวก รวดเร็ว ง่ายต่อการบริโภค ช่วยประหยัดเวลาในการเตรียมและรับประทานได้มาก (วิชัย, 2532: 135) ซึ่งขนมปังเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบอีกหนึ่งที่เป็นที่นิยมในกลุ่มผู้บริโภคเช่นกัน เนื่องจากรับประทานง่ายและสะดวก

ขนมปังมีส่วนประกอบหลัก คือ แป้งสาลี ซึ่งเป็นแป้งที่นิยมใช้ในการผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกประเภท โดยส่วนผสมของขนมปังจะประกอบไปด้วยแป้งสาลีโปรตีนสูง หรือทั่วไปเรียกว่าแป้งสาลีชนิดทำขนมปัง น้ำ ยีสต์และเกลือ นอกจากนี้ยังอาจใส่สารอื่นเพื่อปรับปรุงลักษณะของขนมปังให้แตกต่างกันไปตามความต้องการของผู้บริโภค ได้แก่ ไขมัน แป้งมอลต์ แป้งถั่วเหลือง รัญพืชอื่น ๆ อาหารของยีสต์ สารที่ทำให้น้ำกับน้ำมันเข้ากันได้ (emulsion) น้ำมันและผลิตภัณฑ์จากน้ำมัน ผลไม้ และกลูเตน (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532: 208)

เมื่อปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มีมากขึ้น ทำให้ปริมาณความต้องการใช้แป้งสาลีมากขึ้นตามไปด้วย จึงต้องอาศัยการนำเข้าเมล็ดข้าวสาลี แป้งสาลี ข้าวสาลีบดกับกลูเตนจากต่างประเทศ โดยเมื่อคิดเป็นปริมาณข้าวสาลีที่นำเข้าจากต่างประเทศแล้วมากกว่า 600 ล้านตันต่อปี (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532: 4) จากสาเหตุดังกล่าว จึงทำให้ต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์ของเบเกอรี่ โดยเฉพาะขนมปังเป็นที่นิยมบริโภคในหมู่คนไทยจึงมีต้นทุนในการผลิตสูง

การนำเข้าเมล็ดขนุนซึ่งเป็นส่วนที่ผู้บริโภคไม่นิยมรับประทานมาแปรรูปเป็นแป้งเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในการทำขนมปังยังมีผู้ที่สนใจศึกษาอยู่น้อย สำหรับการแปรรูปขนมปังจากแป้งที่ได้จากเมล็ดขนุนนั้นเป็นวิธีการที่น่าวัตุดิบที่เหลือใช้ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้นและสามารถพัฒนาให้เป็นที่รู้จักของคนทั่วไป อีกทั้งยังเป็นการลดการนำเข้าแป้งสาลีที่ต้องใช้เป็นตัวเติมในการผลิตอีกด้วย ดังนั้นการทดลองนี้จึงทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมีเมื่ออุณหภูมิเป็นไปได้และความเหมาะสมจากแป้งเมล็ดขนุน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาปริมาณแป้งเมล็ดขนุนที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนปริมาณแป้งสาลีในขนมปังที่ผู้บริโภคมารับ
2. เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางเคมีของแป้งและขนมปังจากแป้งเมล็ดขนุนที่ผู้บริโภคมารับ
3. เพื่อศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของขนมปังจากแป้งเมล็ดขนุนที่ผู้บริโภคมารับ

ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของขนมปังที่ทำจากแป้งเมล็ดขนุนที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบปริมาณการใช้แป้งเมล็ดขนุนที่เหมาะสมในการทำขนมปังที่ผู้บริโภคมารับ
2. ลดต้นทุนในการทำขนมปัง
3. เป็นการนำของที่เหลือใช้มาทำให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. ขนุน (Jack fruit)

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

ขนุนในประเทศไทย ในหนังสือพรรณไม้ของประเทศไทย โดยกรมป่าไม้ ได้บันทึกว่า ขนุน, สาเก และขนุนลำปอ เป็น "Exotic fruit" คือ ผลไม้ประเภทที่มีถิ่นกำเนิดเดิมอยู่ในต่างประเทศแล้วนำเข้ามาปลูกในประเทศไทยเป็นเวลานานจนคิดว่าเป็นผลไม้พื้นเมืองของประเทศไทย ส่วนประวัติที่นำเข้ามาปลูกนั้นยังไม่มีการยืนยันเป็นบันทึกไว้ เขตที่ปลูกขนุนดั้งเดิมของประเทศไทย คือ เขตที่ดอน เช่น จังหวัด ชลบุรี, กาญจนบุรี, ระยอง, ราชบุรี เป็นต้น และในปัจจุบันขนุนก็ยังมีปลูกกันมากในจังหวัดเหล่านี้และได้กระจายไปในภาคต่างๆ ของประเทศไทย ซึ่งการปลูกส่วนมากนิยมปลูกด้วยเมล็ด คือหลังจากรับประทานเนื้อขนุนแล้วเห็นว่า ผลมีรสชาติอร่อย, เนื้อหนา, ยาวและผลใหญ่เป็นที่พอใจ ก็จะเก็บเมล็ดเอาไว้แล้วนำไปปลูก ดังนั้นจะสังเกตได้ว่าผลขนุนจะมีคุณภาพและความแตกต่างกระจายกันออกไป บางต้นก็ดีมาก บางต้นก็แย่มาก จนในปัจจุบันมีความเข้าใจกันมากขึ้น จึงทำการคัดเลือก และอาศัยเทคนิคการขยายพันธุ์แบบใหม่มาช่วย ทำให้เริ่มมีขนุนพันธุ์ดีเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (นฤชิต แว่วศรีผ่อง, 2529: 7)

ขนุนเป็นผลไม้ที่มีผลสีออกเหลืองหรือสีออกแดงและรสชาติหวานจัด ผลของขนุนสามารถนำมาบริโภคได้ทั้งผลดิบและผลสุก และรับประทานได้ตั้งแต่ส่วนของเนื้อไปจนถึงซังหรือแม้แต่เมล็ดก็ยังรับประทานได้ แต่ส่วนมากจะรับประทานขนุนเป็นผลไม้สดมากกว่า นอกจากนี้ยังนำไปผสมกับอาหารประเภทอื่นให้มีรสชาติมากขึ้นได้ เช่น ไอศกรีม, ลอดช่อง, รวมนิตร หรือนำเนื้อมาทำขนุนกวน เมล็ดของขนุนโดยทั่วไป เมื่อแกะเอาเนื้อไปรับประทานแล้วสามารถนำเมล็ดมาต้มใส่เกลือรับประทานได้ ส่วนผลดิบส่วนมากจะใช้ประกอบอาหารของชาวอีสาน ที่นิยมรับประทานมากคือ การทำซุบปักมี (ซุบขนุน) เป็นอาหารที่เลื่องชื่อของชาวอีสานชนิดหนึ่ง

ขนุนนอกจากจะใช้รับประทานเป็นอาหารหวานและอื่น ๆ ดังกล่าวแล้ว ส่วนของไม้ขนุนสามารถนำมาทำเครื่องเรือน เฟอร์นิเจอร์ได้เพราะเนื้อไม้ของขนุนมีสีเหลืองสวยงามมาก คนโบราณนิยมเอาไม้ขนุนมาทำกลอง เพราะมีเสียงกังวานดี ทำจะเข้ดีจะมีเสียงทุ้ม (นฤจิต แว่วศรี ผ่อง, 2529: 8)

นอกจากขนุนจะเป็นผลไม้ที่ใช้บริโภคภายในประเทศแล้ว ยังสามารถส่งออกไปจำหน่ายในต่างประเทศได้ ซึ่งขณะนี้อยู่ในระยะเริ่มต้น การส่งออกจะส่งไปในลักษณะต่าง ๆ คือ เป็นผลสุกทั้งลูก แกะเปลือกเนื้อแช่แข็ง, ผลไม้อบแห้ง, ขนุนแช่อิ่มอัดกระป๋อง (ขนุนในน้ำเชื่อม) ตลาดต่างประเทศ ได้แก่ อเมริกา, ญี่ปุ่น, มาเลเซีย, ฮองกง เป็นต้น จะเห็นว่าตลาดของขนุนยังสามารถพัฒนาได้ทั้งตลาดภายในและต่างประเทศ (นฤจิต แว่วศรี ผ่อง, 2529: 8)

1.1 ลักษณะทั่วไปของขนุน

ขนุนเป็นต้นไม้ที่มีลำต้นขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ อายุยืน มีน้ำยางสีขาว ทรงพุ่มทึบ ออกดอกและผลตามส่วนของลำต้นและกิ่งแก่ เปลือกภายนอกเป็นหนามถี่ ภายในมีวงสีเหลือง หรือสีจางา น้ำหนักของผลเฉลี่ยประมาณ 18 กิโลกรัม และอาจจะหนักถึง 50 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตรวดเร็ว การติดผลจะใช้เวลาประมาณ 3-5 ปี ขึ้นอยู่กับชนิดของขนุนว่าเป็นพันธุ์หนักหรือพันธุ์เบา และการปลูกใช้ส่วนของเมล็ดหรือกิ่งทาบกิ่งและติดตา ถ้าใช้เมล็ดจะติดผลช้ากว่าการปลูกด้วยกิ่งทาบกิ่งหรือกิ่งติดตา (นฤจิต แว่วศรี ผ่อง, 2529: 8)

1.2 รายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบของขนุน

ลำต้น ต้นจะมีขนาดใหญ่ สูงประมาณ 10-25 เมตร ลักษณะของทรงต้นตั้งตรง เนื้อไม้เป็นไม้เนื้ออ่อน มีสีเหลือง สามารถใช้ต้มเอาน้ำมาข้อมผ้าเหลือง เรียกว่า กรัก และใช้ทำอนไม้ในการเพาะเห็ดหูหนู 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 ยาวรีเหมือนกาบดอก มีเกสรตัวผู้ 1 อัน ดอกตัวผู้ชาวบ้านเรียกว่า " ส่า " เพราะมีกลิ่นคล้ายส่าห้ำ เมื่อดอกตัวผู้ผสมแล้ว ดอกตัวผู้ก็จะร่วงหลุดไป ดอกตัวเมียเมื่อได้รับการผสมแล้วก็จะเจริญกลายเป็นผลต่อไป ทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียมีสีเขียว

ขนาดของดอก ตัวเมียจะใหญ่กว่าตัวผู้ การออกดอกของขนุนในแต่ละครั้ง จะออกเป็นจำนวนมาก ในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม และช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม แต่โดยมากการออกดอกจะทยอยออกทั้งปี

ผล ผลของขนุนเป็นแบบผลรวม (multiple fruit) คือมีหลายดอกในช่อดอกเดียว (โดยสังเกตจากผลขนุน ใน 1 ผล จะมีหลายเมล็ด) ส่วนที่เป็นเนื้อขนุนรอบ ๆ แต่ละเมล็ด เกิดจากกลีบดอกชั้นนอกของดอก ๆ เดียว ปลายสุดของทุก ๆ กลีบชั้นนอกจะรวมติดอยู่ด้วยกัน ผลของขนุนโดยทั่ว ๆ ไปจะมีขนาดใหญ่ถึงใหญ่มาก รูปร่างลักษณะของผลก็แตกต่างกันออกไป บางทีก็เป็นรูปไข่จนถึงยาวรี หรือผลกลม ที่ผิวเปลือกของผลจะเต็มไปด้วยหนามสั้น ๆ ทั่ว ๆ เมื่อผลยังไม่แก่ผิวเปลือกหนามจะมีสีเขียวอ่อนแล้วค่อย ๆ เป็นสีเหลือง และในที่สุดเกือบเป็นสีน้ำตาลเมื่อผลแก่เต็มที่ ผลขนุนภายในแบ่งเป็นช่องเล็ก ๆ จำนวนมาก แต่ละอันจะมีเมล็ดซึ่งล้อมรอบด้วยเนื้อ (pulp) สีของเนื้ออาจจะมีสีเหลืองอ่อนจนถึงแก่ และสีดอกจำปา รสชาติหวานหอม อาจจะมีกลิ่นฉุนบ้าง คุณภาพของเนื้อจะมีทั้งนุ่มจนถึงแข็งกรอบ ตั้งแต่เนื้อบางจนหนาหรือเต็มวง เมล็ดมีขนาดเล็กขึ้นอยู่กับชนิดของพันธุ์ ส่วนเนื้อประกอบด้วยธาตุอาหารโปรตีนและกากสูง มีกรดต่ำ ส่วนของเมล็ดมีแป้งมาก ประมาณ 30% น้ำตาลมีน้อย และมีโปรตีนประมาณร้อยละ 5

1.3 ชนิดของขนุน

ขนุนมี 2 ชนิด คือ ขนุนป่า กับขนุนบ้าน

ขนุนป่า มีลักษณะลำต้นสูงใหญ่กว่าขนุนบ้านมาก ทรงต้นจะสูงชะลูดเกือบเท่าต้นยาง เพราะไม่มีกิ่งกระโดงมาก ทรงพุ่มจึงไม่กว้าง แต่มีลำต้นขนาดใหญ่ ใช้กะทำจะเข้ ซึ่งเป็นเครื่องดนตรีชนิดหนึ่ง มีสามขา มีสายสำหรับดีด ใช้ทำตุ้ โต้ะ แก่นใช้ย้อมทำสบง จีวรพระ ผลขนุนป่ากินไม่ได้

ขนุนบ้าน มีลักษณะลำต้นคล้ายขนุนป่ามาก แต่ต้นจะเตี้ยกว่าขนุนป่า กิ่งกระโดงมีน้อย กิ่งค่อนข้างสั้น แก่นใช้ย้อมผ้าได้เช่นเดียวกับขนุนป่า แต่จะใช้ทำจะเข้ไม่ค่อยได้เพราะต้นที่มีขนาดใหญ่ หายาก ผลมีรสชาติดีหวานดีมาก สามารถใช้รับประทานได้ทั้งผลดิบและผลสุก เวลาสุกผิวจะมีสีเหลือง กลิ่นหอม รสชาติของเนื้อจะหวาน ขนุนบ้านโดยทั่ว ๆ ไปแล้ว จะแบ่งออกเป็น 2 อย่าง ตามลักษณะของเนื้อเวลาสุก คือ ขนุนละมุด และขนุนหนัງ

1. **ขนุนละมุด** เป็นขนุนที่มีผลเล็ก ลักษณะของผลค่อนข้างกลม มีหนามถี่และแหลม ในระยะเวลาที่ผลแก่แล้ว ผิวเปลือกจะมีสีเขียวอมเหลือง หนามไม่มีรอบ สีน้ำตาลเหมือนขนุนหนัງ เวลาสุกขยงจะอ่อนนุ่ม เนื้อละเอียดและเหนียวเล็กน้อย รสชาติของเนื้อขนุนละมุดจะออกหวานจัด มีกลิ่นฉุน ซึ่งเนื้อนั้นเหมาะสำหรับใช้กวนทำแยมขนุน เวลารับประทานขนุนพันธุ์นี้เกือบจะไม่ต้องเคี้ยวเลย สามารถกลืนได้ง่าย ขนุนละมุดเป็นขนุนที่มีเปลือกบาง เมื่อผลสุกแล้วเวลารับ

ประทานสามารถใช้มือฉีกและดึงไส้ออกได้สะดวก ขนุนชนิดนี้ไม่สามารถจะแกะขวงเอาเมล็ด ออกให้เหลือแต่ส่วนของเนื้อ โดยอยู่ในสภาพขวงอย่างเดิมได้ การขายจึงไม่ได้ราคา ส่วนมากจะ ขายเป็นผลขนุนอ่อนหรือขนุนดิบเท่านั้น

2.. **ขนุนหนัง** คือ ขนุนที่นิยมรับประทานหรือปลูกทั่วไปในสวนหรือตามบ้าน จะมีลักษณะของเนื้อแข็งกรอบ ไม่ละ สามารถแกะออกเป็นขวง ๆ และเอาเมล็ดออก โดยที่เนื้อ ของขนุนไม่ซ้า เป็นขนุนที่เหมาะสมจะนำไปแช่เย็นหรือนำเอาเนื้อของขนุนไปชุบน้ำตาลอบแห้งหรือ อัดลงในกระป๋องเป็นขนุนแช่อิ่ม ขวงของขนุนหนังจะมีทั้งหนาและบาง มีสีเหลืองอ่อน, สีจ้ำปา, สี เหลืองเข้ม ตามชนิดของสายพันธุ์ ถ้าขนุนที่มีเนื้อสีจ้ำปาหรือสีดอกจ้ำปา ก็เรียกว่า " ขนุนจ้ำปา " ถ้าขวงมีสีขาวเรียกว่า " ขนุนฝ้าย "

ประเภทของขนุนหนัง แบ่งออกตามลักษณะของเนื้อเมื่อสุก โดยทั่ว ๆ ไปแล้ว จะมี อยู่หลายชนิดด้วยกัน คือ

2.1 ขนุนเนื้อเหลือง หรือ เหลืองทอง

2.2 สีจ้ำปา หรือจ้ำปาตะ

2.3 สีนาก หรือสีครึ่ง

1.4 **ลักษณะของขนุนที่ดี**

ลักษณะของขนุนที่ดี ควรมีลักษณะดังนี้ คือ

1. ขนาดของผลใหญ่สม่ำเสมอ
2. การผสมเกสรดี ทำให้ผลโตไม่คอด เป๋ว หรือบิดเบี้ยว
3. เนื้อมีรสชาติดี , หวานกรอบ , เนื้อไม่ละ , เนื้อหนา
4. เมล็ดเล็ก , ขวงใหญ่

ขนุนพันธุ์ทองสุดใจ

ลักษณะทั่วไป ทรงพุ่มมีขนาดใหญ่ปานกลาง ไม่สูงจนเกินไป และโปร่ง ต่างจาก ขนุนพันธุ์อื่นๆ ซึ่งมีทรงพุ่มที่ทึบกว่า ซึ่งอาจจะเนื่องจากลักษณะของใบ โดยใบของขนุนทองสุด ใจ มีลักษณะใบเรียวยาวเล็ก จึงทำให้ทรงพุ่มโปร่งมากขึ้น

ผล มีขนาดใหญ่ รูปร่างของผล เสมอ เรียบทั้งผล มีลักษณะเบี้ยวน้อยมาก แสดงให้ รู้ว่า เกสรตัวเมียได้รับการผสมอย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ ตั้งแต่ได้ผิวถึงขวง มีสีเหลือง คล้ายเนื้อ เดียวกัน ต่างจากพันธุ์อื่น ๆ ซึ่งได้เนื้อหรือผิวของผลจะมีสีขาว

เนื้อหรือขวง มีสีเหลือง ขนาดใหญ่ เนื้อของขวง ถ้าสุกเต็มที่ จะแห้งกรอบ ความ หวานปานกลาง ไม่หวานจัดเหมือนฟ้าถล่ม ถ้าฝนไม่ตกในระยะที่ผลสุก เนื้อจะอร่อยมาก เมล็ด จะไม่งอกในผลเลย เมื่อขนุนสุกเต็มที่

ซัง มีปริมาณน้อย เมื่อเทียบกับขนุนพันธุ์อื่น ๆ สีเหลือง มีรสชาดหวานเล็กน้อย ทำให้สามารถรับประทานได้บ้าง

ความดก ถ้าได้รับการตัดแต่งกิ่งที่แห้ง มีโรคแมลงรบกวน และไม่จำเป็นออกบ้าง พร้อมกับการให้การดูแลอย่างถูกต้อง จะเป็นขนุนที่ให้ผลดกมากที่สุดพันธุ์หนึ่ง

เมล็ด จะมีขนาดใหญ่กว่าเมล็ดขนุนพันธุ์อื่น ๆ ลักษณะสีของเปลือกนั้นค่อนข้างขาว ฝักอ่อนของขนุนพันธุ์ทองสุกใจ คือ พอถึงช่วงฝนตกชุก หรือฝนตกขณะติดผล ขนุนนี้จะดูดน้ำฝนเข้าไปเต็มที่ ทำให้รสชาติของเนื้อจืดจืด ความหวานลดลงไป

ตารางที่ 1 ปริมาณคุณค่าสารอาหารในส่วนที่กินได้ 100 กรัม

สารอาหาร	ขนุนอ่อน	เมล็ดขนุนดิบ	หน่วย
พลังงาน	2.2	146	กิโลแคลอรี
น้ำ	88.4	60.7	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	1.74	30.6	กรัม
โปรตีน	1.6	5.5	กรัม
ไขมัน	1.0	0.2	กรัม
เยื่อใย	6.7	-	กรัม
เถ้า	0.7	1.4	กรัม
แคลเซียม	8	0	กรัม
ฟอสฟอรัส	3	105	มิลลิกรัม
เหล็ก	0.5	2.9	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	1	2.2	หน่วยสากล I.U.
วิตามินบีหนึ่ง	0.49	1.74	มิลลิกรัม
วิตามินบีสอง	0.05	0.02	มิลลิกรัม
วิตามินซี	15	24	มิลลิกรัม
ไนอะซิน	0	3.2	มิลลิกรัม

- ยังไม่มีรายงาน

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย, 2535. อ้างโดย พาณิชย์ ยศปัญญา. การแปรรูปขนุน
กรุงเทพฯ 2536.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขนมปัง

ผลิตภัณฑ์ขนมอบมีหลายชนิด เช่น ขนมปังต่าง ๆ ซึ่งเป็นอาหารหลักของชาวยุโรป มาแต่โบราณ บิสกิต แครกเกอร์ คุกกี้และเค้ก นิยมบริโภคเป็นอาหารว่างและอาหารหวาน นอกจากนี้ยังมี เพรสต์ชนิดต่าง ๆ เช่น พัพเพรสต์รี เดนิชเพรสต์ พายและอื่น ๆ โดยมีวิวัฒนาการ ในการปรับปรุงจากรูปแบบเดิมตามสภาพความเป็นอยู่และรสนิยมของกลุ่มชนในแต่ละท้องถิ่น สำหรับประชาชนชาวไทยเรารู้จักขนมปังในสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช แต่ยังเป็นเพียงการ บริโภคในพิธีการของราชสำนักที่มีชาวต่างประเทศรวมด้วยเท่านั้น จนถึงปัจจุบันผลิตภัณฑ์ขนมปัง เป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคมากขึ้น เนื่องจากเป็นอาหารที่บริโภคง่าย อร่อย และให้คุณค่าอาหาร (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532: 207) โดยขนมปังซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่เป็นที่นิยมในกลุ่ม ผู้บริโภคเนื่องจากรับประทานได้สะดวก และใช้เวลาน้อย ขนมปังนั้นมีส่วนประกอบหลัก คือ แป้ง สาลี ซึ่งเป็นแป้งที่นิยมใช้ในการทำขนมอบทุกประเภท โดยแป้งสาลีจะให้ลักษณะที่พิเศษแก่ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นลักษณะที่เฉพาะตัวของแต่ละผลิตภัณฑ์ ในปัจจุบันขนมปังได้มีหลายประเภทด้วยกัน ส่วนสำคัญที่ทำให้ขนมปังแต่ละอย่างมีลักษณะแตกต่างกัน คือ ส่วนผสมที่ใส่ แต่ละส่วนผสมหลักยังคงเป็นแป้งสาลีนั่นเอง

2.1 ชนิดของขนมปัง

การแบ่งชนิดของขนมปังนั้น จะแบ่งตามส่วนผสมที่ใช้และวิธีการผลิต ซึ่งมีหลายชนิดด้วยกันคือ

1. ขนมปังขาว หรือขนมปังที่ทำจากแป้งสาลี โดยจะทำจากแป้งสาลีเพียงอย่างเดียว มีรสจืดจึงใช้รับประทานร่วมกับอาหารอื่น ๆ ขนมปังชนิดนี้เก็บไว้ได้นาน
2. ขนมปังโทสต์ (Toast bread) ทำจากโดที่มีการเติมไขมันและน้ำตาลเป็นขนมปังขาวที่มีช่องอากาศเล็กมาก และมีรสจืด ข้างนอกกรอบ ข้างในนุ่มเมื่อสุกใหม่ ๆ ถ้าเก็บไว้นานเนื้อจะเหนียว
3. ขนมปังโรล (Roll bread) นิยมใช้รับประทานกับอาหารอื่น แบ่งได้หลายชนิดตาม ส่วนประกอบ และรสชาติ ส่วนใหญ่จะเป็นก้อน รูปร่างแตกต่างกัน รสชาติแต่ละอย่างไม่เหมือนกัน มีทั้งรสจืด หวาน เค็ม มัน ฯลฯ ตามแต่ชื่อและตำรับ
4. ขนมปังจากข้าวไรน์ มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย มีกลิ่นข้าวไรน์ และมีคุณค่าทางโภชนาการสูงเพราะเป็นข้าวไรน์ แยกรำ (เยื่อหุ้มข้าว) ออกไม่หมด ทำให้มีวิตามิน เกลือแร่ และโปรตีนเหลืออยู่มาก
5. ขนมปังที่ทำจากแป้งไรน์ ผสมกับแป้งสาลีหรือขนมปัง จะมีสีน้ำตาลจะมีคุณค่าทางโภชนาการและรสชาติของขนมปังชนิดนี้ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของแป้งที่ผสมกัน

6. ขนมนึ่งที่เกิดจากข้าวไรน์ ผสมกับแป้งสาลีบดทั้งเมล็ด โดยไม่แยกแหรหรือเยื่อหุ้มข้าวออก มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เก็บไว้ได้นาน ถ้ามีข้าวไรน์ผสมมากจะมีรสเปรี้ยว ถ้ามีข้าวสาลีมากจะมีรสจืด

2.2 ส่วนผสมในการผลิตขนมนึ่ง

ส่วนผสมของขนมนึ่งจะประกอบไปด้วยแป้งสาลีโปรตีนสูง หรือที่เรียกว่าแป้งสาลีชนิดทำขนมนึ่ง ผสมกับน้ำ ยีสต์และเกลือ ทั้ง 4 อย่างนี้จัดเป็นส่วนผสมหลัก จำเป็นต้องมีในสูตรทำขนมนึ่งทั่วไป นอกจากนั้นอาจใส่สารอื่นเพื่อปรับปรุงลักษณะของขนมนึ่งให้แตกต่างกันไปตามความต้องการของผู้บริโภค ได้แก่ ไขมัน แป้งมอลต์ แป้งถั่วเหลือง รัญพืชอื่น ๆ อาหารยีสต์ สารอาหารที่ทำให้น้ำมันเข้ากันได้ (emulsion) น้ำมันและผลิตภัณฑ์จากน้ำมัน ผลไม้และกลูเตน เป็นต้น (อรอนงค์ นัยวิกุล, 532: 208)

1. แป้งสาลี

แป้งสาลีที่ใช้ทำขนมนึ่ง เป็นแป้งโม้จากข้าวสาลีธรรมดาคชนิดหนึ่ง มีโปรตีนสูง (12–14 %) ในบางประเทศอาจใช้แป้งโม้ข้าวสาลีชนิดดรัมโปรตีนสูง เพื่อทำเป็นขนมนึ่งชนิดแบบอาหารหับ แต่โดยทั่วไปแล้ว แป้งที่ใช้จะมีสีขาวนวล มีความชื้นไม่เกิน 14 % เป็นแป้งที่ดูดซึมน้ำได้มาก (60–65 %) มีเถ้า 0.40–0.50 % และโปรตีน 10–16 % มีลักษณะทางกายภาพเหมาะสม วัดได้จากเครื่องฟาริโนกราฟ (pharinograph) และเอกซ์เทนซิกราฟ (extenxigraph) ส่วนปริมาณของเอ็นไซม์ในแป้ง วัดได้จากเครื่องอะมิโลกราฟ (amilograph) โดยรายละเอียดลักษณะคุณภาพของแป้ง ที่เหมาะสมในการทำขนมนึ่งแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปบ้าง

หน้าที่ของแป้งสาลีในขนมนึ่ง คือเป็นโครงร่างสำคัญ มีความยืดหยุ่นในขณะผสม ขึ้นฟูขณะหมัก และในที่สุดแข็งตัวเป็นโครงร่างของขนมนึ่งเหนียวเหนียวต่อการเคี้ยว เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค โดยลักษณะการเปลี่ยนแปลงเกิดจากองค์ประกอบทางเคมีในแป้งสาลีที่สำคัญคือ สตาร์ช และกลูเตน รวมทั้งองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น ไขมัน เพนโทแซน น้ำตาล และอื่น ๆ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงเมื่อผสมแป้งกับน้ำ ยีสต์และเกลือ เข้าด้วยกันจนเป็นโด (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532: 208) คุณค่าทางโภชนาการของแป้งสาลี แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงองค์ประกอบของแป้งขนมปังในประเทศไทย (คิดที่ความชื้น 15 %)

	ข้าวสาลีทั้งเมล็ด ของอังกฤษ	ข้าวสาลีผสม ทั้งเมล็ด	แป้งสาลีน้ำตาล	แป้งสีขาว
อัตราการสกัด, %	100	100	85.90	72
โปรตีน, %	8.9	12.0	11.8	11.3
ไขมัน, %	2.2	2.4	1.6	1.0
คาร์โบไฮเดรต, %	67.0	64.3	68.5	71.5
เส้นใยหยาบ, %	1.8	2.0	1.09	0.12
เส้นใยอาหาร, %	11.2	11.2	7.87	3.15
เถ้า, %	1.5	1.5	1.37	0.66
ไทอะมิน, มก./100 ก.	0.29	0.40	0.42	0.31
กรดนิโคตินิก, มก./100 ก.	4.8	5.5	4.2	2.0
ไรโบฟลาวิน, มก./100 ก.	0.12	0.12	0.06	0.03
แคลเซียม, มก./100 ก.	35	30	150	140
เหล็ก, มก./100 ก.	3.0	3.5	3.6	2.0
โซเดียม, มก./100 ก.	3.4	3.3	4.0	3.0
โพแทสเซียม, มก./100 ก.	361	329	280	130
แมกนีเซียม, มก./100 ก.	106	129	110	36
ทองแดง, มก./100 ก.	0.65	0.625	0.35	0.22
ฟอสฟอรัส, มก./100 ก.	340	345	270	130
คลอรีน, มก./100	35	37	45	62
แมงกานีส, มก./100 ก.	2.8	3.4	2.5	0.8

ที่มา : Kent, 1983. อ้างโดย อรอนงค์ นัยวิกุล. ข้าวสาลี. กรุงเทพฯ. 2532.

2. น้ำ

เป็นส่วนผสมหลักสำคัญ ทำให้แป้งกลายเป็นโด และมีผลต่อลักษณะของโดโดยตรง กล่าวคือโดจะมีความนุ่ม ยืดหยุ่น และไม่ติดมือ ถ้าน้ำที่ใช้เป็นน้ำกระด้างปานกลาง ซึ่งมีแร่ธาตุบางชนิดปนอยู่อย่างเหมาะสม จะช่วยให้โดมีความแข็งแรงและยืดหยุ่นตัวดี ถ้าน้ำกระด้างมากหรือถาวร จะทำให้โดแข็งเกินไป ส่วนน้ำอ่อนก็มีผลทำให้โดนุ่มเกินไป อาจเหนียวติดมือได้ง่าย ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพของน้ำก่อนนำไปใช้ทำขนมปังจึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อการปรับปรุงแก้ไขสภาพน้ำให้เหมาะสมกับการทำขนมปัง อาจทำได้โดยใช้เกลือและอาหารยีสต์ซึ่งประกอบด้วยสารประกอบแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ เข้าช่วย เช่น ถ้าน้ำอ่อนมากก็ควรเพิ่มเกลือและอาหารยีสต์ในสูตรเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มความกระด้างของน้ำ แต่ถ้าน้ำกระด้างมากก็ลดเกลือลดอาหารยีสต์และเพิ่มปริมาณยีสต์ พร้อมทั้งใช้เวลาในการหมักนานขึ้น เป็นต้น โดยปริมาณน้ำที่เติมในสูตร อยู่ในช่วง 55-56 % ขึ้นอยู่กับชนิดของขนมปัง

น้ำมีผลต่อการทำขนมปังมาก เริ่มจากทำหน้าที่ละลายเกลือ ยีสต์ หรือส่วนผสมอื่น ให้สามารถผสมเข้าไปในเนื้อโดอย่างสม่ำเสมอ หลังจากนวดแป้งกับน้ำจนกลายเป็นโดจะมีกลูเตนขึ้น ให้ความยืดหยุ่น มีอุณหภูมิของโดที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเอนไซม์ซึ่งทำงานได้เนื่องจากน้ำในส่วนผสม จนเกิดก๊าซ ทำให้โดพองฟูขึ้นขณะหมัก เมื่อนำเข้าอบน้ำมีส่วนให้สตาร์ช เกิดเจลเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น กลูเตนขยายตัว และส่วนอื่นเปลี่ยนสภาพจากดิบเป็นสุกและคงรูปร่างของขนมปัง ส่วนน้ำที่ยังเหลืออยู่จะทำให้ขนมปังนุ่มมือใช้มือกด และเนื้อขนมปังเหนียวเคี้ยวอร่อย จนในที่สุดมีผลต่อการเก็บรักษานขนมปัง กล่าวคือ ถ้าเก็บขนมปังในภาชนะบรรจุที่ไม่เหมาะสม ทำให้นขนมปังแห้ง จากการระเหยน้ำออกภายในเนื้อขนม หรือขนมปังและจนขึ้นรา เพราะมีความชื้นในขนมปังมากเกินไป ก็จะทำให้ขนมปังนั้นไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

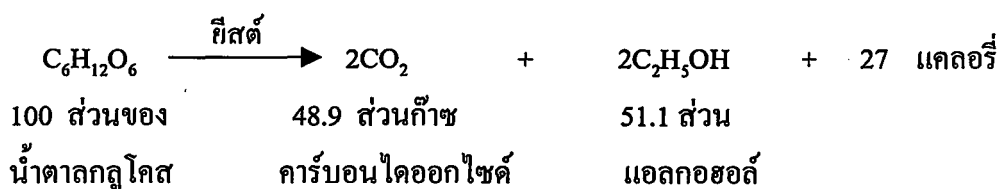
3. เกลือ

การใช้เกลือในส่วนผสมของขนมปัง เพื่อจุดประสงค์ที่สำคัญ คือ ทำให้นขนมปังมีกลิ่นรสเป็นที่ยอมรับ ช่วยให้กลูเตนแข็งแรงและคงทนเพิ่มขึ้น ทำให้โดไม่แฉะ และมีส่วนควบคุมการทำงานของยีสต์ให้ช้าลง เนื่องจากเกลือจะช่วยเพิ่มสภาพความเป็นด่าง มีการหมักนานขึ้น ทำให้นขนมปังฟูสม่ำเสมอ และมีโครงสร้างดี ปริมาณเกลือที่ใส่อยู่ระหว่าง 1.75-2.2 % เกลือที่ใช้เป็นเกลือป่นธรรมดาชนิดใส่อาหาร ประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ 99 % โดยมีน้ำและซัลเฟตของธาตุอื่นปนอีก 1 % (จิตรนา แจ่มเมฆและอรอนงค์ นัยวิกุล, 2541: 35)

4. ยีสต์

ยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Saccharomyces cerevisiae* หรือมีชื่อเรียกทั่วไปว่า ยีสต์ มีหน้าที่หลักในส่วนผสมขนมปัง คือ ช่วยให้เกิดก๊าซภายในโด ปรับสภาพโดให้เหมาะสมและให้กลิ่นรสแก่ขนมปัง

ยีสต์ที่ผสมอยู่ในโด จะเริ่มเติบโตเนื่องจากมีน้ำและอากาศที่ได้ในขณะที่ทำการผสมส่วนผสมทั้งหมด และมีอาหารคือน้ำตาล ทำให้ยีสต์เพิ่มจำนวนมากขึ้น พร้อมกันนี้เอนไซม์ต่างๆ ในยีสต์จะทำการย่อยและแปรสภาพสารอาหารต่างๆ โดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ น้ำตาล โดยเมื่อเอนไซม์ที่มีอยู่ในยีสต์ทำการย่อยน้ำตาลแล้วจะได้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 48.9 ส่วน แอลกอฮอล์ 51.1 ส่วนและพลังงาน 27 แคลอรี ดังสมการ



กระบวนการย่อยสลายน้ำตาลที่เกิดขึ้นนี้ เกิดในสภาพที่ไม่มีอากาศ เรียกว่า " กระบวนการหมัก " ซึ่งเป็นผลให้ภายในโดมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดันให้โดพองตัวขึ้นจากเดิมหลายเท่า ในขณะที่เดียวกันก็ปรับสภาพโดให้ยืดตัว มีก๊าซแทรกอยู่ พร้อมทั้งให้กลิ่นหมักของแอลกอฮอล์ร่วมกับกลิ่นอื่น ๆ เมื่อนำโดเข้าเตาอบ ขณะที่ความร้อนยังไม่แผ่กระจายเข้าสู่โดมากนัก ยีสต์จะยังทำงานเป็นเหตุให้โดขึ้นฟูในเตาอบอีกระยะหนึ่ง จนในที่สุดความร้อนกระจายทั่วก้อนโด ทำให้ยีสต์ตายและขนมปังคงรูปร่างขึ้นฟู พร้อมกับมีกลิ่นหมัก กลิ่นยีสต์และสารอื่นเป็นกลิ่นเฉพาะของขนมปังที่ผู้บริโภคพอใจ (อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532:)

ยีสต์ที่ใช้ในปัจจุบันมี 2 ลักษณะ คือ ยีสต์สดและยีสต์แห้ง ยีสต์สดเป็นยีสต์อัดก้อน รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความชื้นสูงประมาณ 70 % ต้องใช้ปริมาณมาก ยีสต์สดจะให้กลิ่นรสของขนมปังดี ส่วนยีสต์แห้งจะเป็นยีสต์สายพันธุ์พิเศษ ทนความแห้งได้ดีกว่าชนิดที่ใช้ทำยีสต์สด ยีสต์แห้งนี้จะมีค่าความชื้นต่ำมาก ประมาณ 7.5 – 9 % จึงสามารถเก็บได้นานกว่ายีสต์สด ทั้งในสภาพเย็นและสภาพอุณหภูมิปกติ ใช้ได้สะดวก ปริมาณน้อยกว่ายีสต์สดมาก เนื่องจากอยู่ในสภาพที่แห้ง น้ำหนักเพียงเล็กน้อยก็มียีสต์มากเท่ายีสต์สดที่มีน้ำมาก จึงต้องใช้ยีสต์สดมากกว่า 3-4 เท่าของยีสต์แห้ง นอกจากนี้ปริมาณยีสต์ที่ใส่ในขนมปังแต่ละชนิดก็ยังไม่เท่ากันอีกด้วย เนื่องจากขั้นตอนการทำ โดยเฉพาะขั้นตอนการหมักนั้นใช้เวลาแตกต่างกัน ถ้าหมักนานก็จะใช้ยีสต์น้อย แต่ถ้าหมักไม่นานจะต้องใช้ยีสต์มากกว่า ส่วนการทำงานของยีสต์ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของโด ถ้าอุณหภูมิสูง (80 °F ขึ้นไป) จะทำให้ยีสต์ทำงานเร็วกว่าในสภาพที่โดมีอุณหภูมิต่ำ

5. น้ำตาล

น้ำตาลเป็นอาหารของยีสต์ทำหน้าที่ควบคุมปฏิกิริยาการทำงานของยีสต์ ช่วยทำให้กลูเตนนุ่มขึ้น เพิ่มกลิ่นและรส และช่วยให้ผิวของขนมปังมีสีน้ำตาลเหลืองสม่ำเสมอ น้ำตาลที่นิยมใช้ในการทำขนมปัง คือ น้ำตาลทรายเม็ดเล็ก ๆ อาจจะเป็นน้ำตาลทรายขาวหรือน้ำตาลทรายแดง ขึ้นกับสี รสชาติ และลักษณะอื่น ๆ ของขนมปังที่ต้องการ ถ้าใช้น้ำตาลทรายหยาบจะละลายได้ยาก ทำให้เกิดจุดสีเข้ม ๆ บนขนมปังและทำให้เนื้อขนมปังหยาบ เนื่องจากน้ำตาลมีคุณสมบัติดูดความชื้นได้ ดังนั้นการใช้น้ำตาลมากเกินไปจะดูดความชื้นที่ได้จากนม น้ำ หรือไข่ ออกมามากขึ้นเมื่ออบขนมปัง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีลักษณะโครงสร้างของเซลล์ใหญ่และมีเนื้อแน่นมาก แต่ถ้า

ใช้น้ำตาลน้อยเกินไปจะทำให้ขนมปังมีสีซีดและแห้งเร็ว เนื่องจากความชื้นมีไม่เพียงพอและต้องเสียเวลาอบนานเพื่อให้ขนมปังมีสีสวยขึ้นซึ่งจะทำให้ขนมปังแห้งมากขึ้นด้วย (จิตรนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2541: 224น.)

6. ไข่

ในการทำขนมปังโดยทั่ว ๆ ไป เช่น ขนมปังปอนด์ ขนมปังหัวกระโหลกหรือขนมปังแซนวิชไม่ใช้ไข่ ยกเว้นขนมปังหวาน นอกจากไข่จะช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการเช่นเดียวกับนม แล้ว ยังช่วยให้โครงสร้างของขนมปังดีขึ้น เพิ่มความนุ่มให้กับขนมปัง ทำให้ขนมปังมีสีสวยสามารถเก็บรักษาความชื้นไว้ในขนมปังได้ ช่วยชะลอการแห้งหรือแข็งตัวของขนมปังได้

7. นม

นมที่นิยมใช้ในการทำขนมปังมักจะอยู่ในรูปของนมข้นจืดและนมผงซึ่งนมทั้งสองชนิดจะแตกต่างกัน คือ นมข้นจืดซึ่งจะช่วยให้ขนมปังมีความชื้นสูงขึ้น ทำให้เนื้อขนมปังนุ่มอยู่ได้นาน นมผงที่ใช้เป็นชนิดสกัดไขมันหรือนมปราศจากไขมัน ซึ่งมีราคาถูกและสามารถเก็บไว้ได้นาน เพียงแต่เก็บในภาชนะปิดสนิทที่สะอาดไม่มีกลิ่น ขนมปังบางชนิดอาจจะใช้นมเปรี้ยวเข้าช่วยซึ่งนมเปรี้ยวจะช่วยเพิ่มความเป็นกรดให้โด ช่วยย่นระยะเวลาการหมักให้สั้นลง

8. ไขมัน

ไขมันมีหน้าที่ช่วยในการหล่อลื่นในขณะผสมและช่วยในการขึ้น ขนมปังที่มีไขมันเป็นส่วนผสมจะมีความนุ่มและมีปริมาตรใหญ่กว่าขนมปังที่ไม่ใส่ไขมัน นอกจากนี้ไขมันยังทำหน้าที่ของน้ำตาล คือ ช่วยทำให้ผิวของขนมปังมีความนุ่ม และมีสีเหลืองสม่ำเสมอ

2.3 เทคนิคในการทำขนมปัง

ในการทำขนมปังหรือผลิตภัณฑ์อะไรก็ตามส่วนที่สำคัญในการผลิตก็คือ การใช้วัตถุดิบที่ดีมีคุณภาพ จึงจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดี ซึ่งส่วนสำคัญที่มีผลต่อการผลิต นอกเหนือจากวัตถุดิบที่ดีแล้วนั้น กรรมวิธีในการผลิตก็เป็นส่วนสำคัญที่จะมีผลต่อผลิตภัณฑ์ได้เช่นเดียวกัน โดยในการทำขนมปังนั้นเราจำเป็นต้องรู้ถึงเคล็ดลับและเทคนิคในการทำขนมปัง ดังนี้

1. ควรใช้แป้งหรือส่วนผสมให้ถูกต้องตามสูตร ควรระมัดระวังการชั่งตวงอย่างถูกต้องและละเอียดรอบคอบ

2. ควรใช้ยีสต์ที่มีคุณภาพดี ควรทดสอบคุณภาพของยีสต์ก่อนลงมือทำโดยใช้วิธีละลายน้ำตาลทราย 1 ช้อนชา ในน้ำอุ่น 1 ถ้วย โรยยีสต์ลงไป 2 ช้อนชา โดยไม่ต้องคน ควรทิ้งไว้ นาน 5 นาที ยีสต์จะจมลงในก้นถ้วย และลอยตัวขึ้นสู่ผิวหน้า ถ้ายีสต์ลอยตัวขึ้นมา ภายใน 5 นาที หรือเร็วกว่านี้แสดงว่ายีสต์นั้นคุณภาพดี นำมาใช้ได้

3. **ควรใช้ยีสต์ตามสูตร** ถ้าใช้น้อยจะทำให้เสียเวลาหมักแป้งนาน แป้งโดที่ได้จะเหนียวทำให้ขนมปังมีขนาดเล็ก แต่ถ้าใช้ยีสต์มากเกินไปจะทำให้เนื้อขนมปังหยาบ ร่วน และขนมปังรูปร่างไม่สวย

4. **ควรใส่แป้งทั้งหมดลงในขณะที่กำลังผสม** เพราะการเติมแป้งบางส่วนลงไปภายหลังจากที่แป้งขึ้นแล้ว ขนมปังที่ได้จะมีเนื้อแน่นหนัก ควรใช้แป้งโรยขณะนวดให้น้อยที่สุด เพราะจะทำให้ขนมปังมีลักษณะเดียวกัน

5. **ควรใช้ผ้าขึ้นคลุมแป้งไว้ระหว่างการหมัก** เพื่อป้องกันไม่ให้ผิวขนมปังแห้งเป็นแผ่นแข็ง เมื่อหมักแล้วต้องทดสอบว่าแป้งแข็งได้ที่ดีหรือยัง เพื่อป้องกันการยุบตัวในขณะอบ ถ้าหากแป้งที่พักไว้ยังขึ้นไม่เต็มที่ ทำได้โดยใช้นิ้วกดลงบนแป้งเป็นรอยบุ๋ม แสดงว่าแป้งที่หมักพร้อมที่จะนำไปใส่ลมหรือใส่อากาศได้แล้ว

6. **ควรใช้พิมพ์ที่มีขนาดพอเหมาะกับขนาดของขนมปัง** ทาเนยขาวให้ทั่วพิมพ์ทุกครั้งก่อนใส่แป้งเข้าอบ ถ้าทาเนยน้อยขนมปังจะติดพิมพ์ ถ้าทาเนยมากเกินไปแป้งจะดูดซึมไขมันมาก และจะทำให้ขนมปังมีขนาดเล็ก ถ้าหากใช้พิมพ์ขนาดไม่เหมาะสมจะทำให้ขนมปังที่ได้มีลักษณะไม่ดี คือ ถ้าหากพิมพ์ขนมปังใหญ่ไปจะทำให้รูปร่างของขนมปังไม่ได้รูปตามพิมพ์ และถ้าพิมพ์ขนมปังเล็กไป ทำให้ขนมปังล้นออกมานอกพิมพ์

7. **การปั้นแป้งต้องป็นอย่างถูกวิธี** เพื่อให้แป้งเรียบสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันมิให้เกิดโพรงอากาศขึ้นในขนมปัง

8. **ควรหมักแป้งขนมปังให้ขึ้นถึงระดับที่พอเหมาะก่อนเข้าอบ** ตรวจสอบได้โดยใช้ปลายนิ้วกดลงบนผิวแป้งขนมปังเบา ๆ ถ้าผิวแป้งขนมปังติดตัวขึ้นมาช้า ๆ แสดงว่าหมักได้ที่ ในกรณีที่ใช้เครื่องผสมแป้งหรือนวด ตรวจสอบได้โดยตัดแป้งมาก่อนหนึ่งขนาดพอประมาณ คึงแป้งยัดให้เป็นแผ่นกว้างเหมือนเยื่อที่โปร่งแสง ถ้าแป้งไม่ขาดออกจากกัน แสดงว่าแป้งนวดได้ที่แล้ว

9. **การใส่ลมหรือการรีดแป้ง** เมื่อหมักแป้งครั้งที่หนึ่งแล้ว นำแป้งมาตบไล่ลมออกหรือใช้เครื่องรีดโดยผ่านแป้งเข้าเครื่องรีดหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งแป้งเนียนดี จุดประสงค์ในการทำเช่นนี้เพื่อไล่แก๊สที่อาจจะมียอยู่ในแป้งมากเกินไป ซึ่งจะทำการขึ้นของแป้งถูกจำกัดลง นอกจากนี้ยังช่วยทำให้อุณหภูมิในแป้งสม่ำเสมอ และกลูเตนขยายตัวดียิ่งขึ้น

10. **ในการอบขนมปังควรใช้อุณหภูมิตามที่กำหนดไว้** วางพิมพ์ในเตาอบให้มีระยะห่างพอสมควรจะทำให้ขนมปังได้รับความร้อนอย่างทั่วถึง เมื่อนำขนมปังออกจากเตาอบต้องแกะขนมปังออกจากพิมพ์ทันทีเพราะเนยที่ทาพิมพ์ยังละลายอยู่ทำให้เอาออกจากพิมพ์ได้ง่าย แล้วทิ้งไว้ให้เย็นสนิท ก่อนบรรจุหรือห่อ

2.4 การเสื่อมคุณภาพของขนมปัง (Bread staling)

ขนมปังที่ออกมาจากเตาอบใหม่ๆ เป็นขนมปังที่มีคุณภาพดีที่สุด โดยจะมีลักษณะภายนอกดี มีเปลือกนอกแข็ง กรอบ สีน้ำตาล เนื้อนุ่มสีขาว เหนียวเป็นใย มีกลิ่นรสดี เมื่อเคี้ยวจะเหนียวเล็กน้อย รสชาติอร่อย แต่เมื่อทิ้งขนมปังไว้ให้เย็น แล้วใส่ภาชนะบรรจุที่เป็นถุงพลาสติกธรรมดา หรือทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้องนานขึ้น จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะขนมปังทั้งภายนอกและภายใน โดยเปลือกนอกจะไม่กรอบ แต่เหนียวคล้ายหนังเนื่องจากความชื้นจากภายในระเหยมาแข็งเปลือก ส่วนเนื้อขนมปังภายในจะมีลักษณะร่วน สีขาวขุ่น ทั้งนี้อาจเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสตาร์ชในส่วนของอะมิโลสที่แยกตัวจากเม็ดสตาร์ช และเกิดเป็นตะกอนขาวขุ่นหรือเมื่อเย็นลง จะทำให้กลูเตนสูญเสีย น้ำ มีผลให้โครงสร้างแข็งตัวขึ้น สีขุ่น มีผลให้เนื้อขนมปังมีลักษณะร่วน ไม่นุ่ม เคี้ยวแล้วไม่เหนียวเหมือนเดิมจึงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคต่อไป โดยทั่วไปขนมปังจะเปลี่ยนคุณภาพหลังจากเก็บในสภาพปกติ 2-5 วัน แต่ถ้ามีการควบคุมสภาพการเก็บ คือเก็บในที่แห้งและมีอุณหภูมิต่ำ ก็จะสามารถเก็บรักษาคุณภาพของขนมปังไว้ได้นานขึ้น

2.5 สาเหตุที่ทำให้ขนมปังเสียและวิธีการแก้ไข

1. ขนมปังที่หมักให้ขึ้นน้อย เมื่อนำไปอบจะได้ขนมปังที่มีการขยายตัวน้อย เนื้อขนมปังแน่น ดังนั้นถ้าหมักแป้ง ควรหมักให้ขึ้นถึงจุดที่เหมาะสมก่อนที่จะนำไปอบ
2. เมื่ออบขนมปังแล้วขนมปังมีสีอ่อนเกินไป เช่น ใส่น้ำตาลหรือเกลือเล็กน้อยเกินไป นวดแป้งนานเกินไป ใช้อุณหภูมิต่ำเกินไป การแก้ไขจะต้องระมัดระวังในการชั่งตวงส่วนผสมให้ถูกต้องตามสูตร การนวดแป้งจะต้องนวดให้พอดี คือ เมื่อส่วนผสมต่าง ๆ เข้ากันดีแล้ว นวดต่อไปอีกเล็กน้อยพอให้แป้งมีเนื้อนุ่มเนียนไม่ติดมือ ควรปรับอุณหภูมิของเตาอบให้เหมาะสมกับชนิดของขนมปัง ก่อนที่จะนำขนมปังเข้าเตาอบ และในกรณีที่ใส่น้ำตาลและเกลือมากเกินไป อุณหภูมิของเตาอบสูงเกินไป ก็จะทำให้เปลือกขนมปังสีเข้ม
3. เนื้อขนมปังที่อบแล้วเป็นริ้วอัดกันแน่น อาจเนื่องจากนวดแป้งยังไม่ได้ที่ ไล่ลมยังไม่ดีขณะหมักแป้ง ใช้แป้งโรยเวลานวดมากเกินไปเวลาม้วนแป้ง มีไขมันติดเข้ามาในแป้งขณะทำการนวด โดยติดมาจากเครื่องมือหรือจากพิมพ์ขนม การนวดแป้งแต่ละครั้งจะต้องให้แป้งมีเนื้อเนียน นุ่ม ไม่ติดมือ จึงจะใช้ได้ การไล่ลมจะต้องปฏิบัติให้ถูกต้องตามวิธีการ ควรใช้แป้งโรยเวลานวดแต่พอน้อยไม่ให้แป้งติดกระดานนวดหรือติดมือ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ควรลดจำนวนไขมันที่ให้น้อยลง

4. เนื้อขนมปังหยาบและร่วน อาจเกิดจากการนวดแป้งนานเกินไป ม้วนแป้งไม่ถูกต้อง พิมพ์ที่ใช้อบขนมปังมีขนาดใหญ่เกินไป ทิ้งให้ขนมปังขึ้นก่อนเข้าเตาอบนานเกินไป อุณหภูมิของเตาอบต่ำหรือสูงเกินไป ใสีสต็มมากเกินไป พักแป้งมากเกินไป

5. เนื้อขนมปังเป็นรู เกิดจากแป้งที่ผสมแข็งกระด้างเกินไปหรือแป้งที่ทิ้งให้ขึ้นก่อนอบ มีผิวแห้งเป็นเกล็ด ต้องตรวจสอบปริมาณน้ำที่ใช้ให้ตรงกับปริมาณน้ำในสูตร ใช้ผ้าชุบน้ำคลุมแป้งไว้ เพื่อควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ในตู้หมัก และไม่ควรให้ลมโกรก

6. ขนมปังมีรสชาติและกลิ่นไม่ดี สาเหตุเนื่องมาจากใช้ส่วนผสมที่มีคุณภาพต่ำ ส่วนผสมในสูตรไม่สมดุลกัน เก็บขนมปังไว้ไม่ดี ควรมีที่เฉพาะในการเก็บที่เหมาะสม

7. ขนมปังเก็บไว้ได้ไม่นาน เป็นเพราะใช้น้ำผสมแป้งในปริมาณไม่เพียงพอ ใช้ไขมันและนมในปริมาณที่ไม่เหมาะสม เครื่องมือ และอุปกรณ์ไม่สะอาด ในการใช้จะต้องแก้ไข โดยระมัดระวังในการชั่งตวงส่วนผสมให้ถูกต้อง และเลือกใช้ส่วนผสมที่มีคุณภาพ อุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ ต้องสะอาด

2.6 การเสื่อมเสียของขนมปัง (Bread spoilage)

ในการเสื่อมเสียของขนมปังนั้น มีการเสื่อมเสียได้จากหลายสาเหตุด้วยกัน คือ การเสื่อมเสียเนื่องจากการใช้วัตถุดิบที่ไม่มีคุณภาพหรือกรรมวิธีการผลิตไม่ถูกต้อง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในของขนมปังได้ นอกจากนี้ยังอาจเกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่ หรือติดมาในระหว่างขั้นตอนการผลิต เนื่องจากการรักษาความสะอาดของอุปกรณ์และสถานที่ทำงานไม่ดีพอ มีเชื้อรา แบคทีเรียปนลงไป ขนมปังก่อนการบรรจุ จากสภาพความชื้นและอาหารอุดมสมบูรณ์ของขนมปังทำให้เชื้อราและแบคทีเรียเจริญเติบโตได้ดีในขนมปัง มีผลให้กลิ่นรส สี เนื้อ สีเปลือก และรสชาติเสียไป นอกจากนี้เชื้อแบคทีเรียบางชนิด ยังมีผลเสียต่อสุขภาพร่างกายของผู้บริโภคอีกด้วย เช่น *Bacillus subtilis* และ *B.licheniformis* เป็นต้น

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง

อุปกรณ์

1. พิมพ์ขนมปัง
2. เตายอบ
3. เครื่องนวดแป้ง
4. เครื่องสไลด์ขนมปัง
5. Moisture can
7. Hot plate
8. ตู้อบลมร้อน
9. เตาดเผา
10. กรวยแยกสกัด
11. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วัตถุดิบและสารเคมี

1. วัตถุดิบ
 - 1.1 เมล็ดขนุนพันธุ์ทองสุคดี
 - 1.2 แป้งสาลี
 - 1.3 นมผง
 - 1.4 เนยขาว
 - 1.5 น้ำ
 - 1.6 ยีสต์ (Baker's yeast)
2. สารเคมี
 - 2.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์
 - 2.2 แอลกอฮอล์ 98 %
 - 2.3 โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ หรือ โปแตสเซียมเมตาไบซัลไฟต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

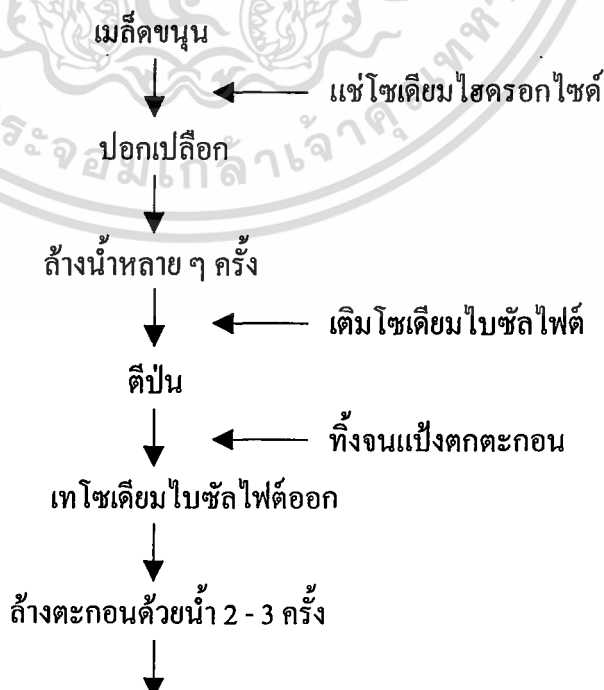
- 2.4 น้ำตาลทราย
- 2.5 ไคเอทิลอีเทอร์
- 2.6 ปีโตรเลียมอีเทอร์

วิธีดำเนินการทดลอง

การทดลองผลิตขนมปัง โดยใช้แป้งเมล็ดขนุนเป็นวัตถุดิบเพื่อทดแทนปริมาณแป้งสาลี โดยทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์รวมถึงการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ มีขั้นตอนและวิธีการผลิตแป้งเมล็ดขนุนและขนมปัง ดังนี้

1. การทำแป้งจากเมล็ดขนุนแบบเปียกโดยใช้แอลกอฮอล์ 98 %

นำเมล็ดขนุนจำนวน 3 กิโลกรัม มาปอกเปลือกชั้นนอกออกจนเหลือแต่เปลือกชั้นใน ซึ่งเป็นสีน้ำตาล จากนั้นนำเมล็ดขนุนที่ผ่านการปอกเปลือกชั้นนอกออกแล้วไปแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 % นาน 30 นาที จนกระทั่งเปลือกสีน้ำตาลที่ติดอยู่หลุดออกจนเหลือแต่เนื้อสีขาว แล้วจึงล้างน้ำหลายๆ ครั้ง นำเมล็ดขนุนที่ผ่านการปอกเปลือกไปตีปั่นกับสารละลายโซเดียมไบซัลไฟด์ ความเข้มข้น 0.1 % ที่อุณหภูมิเย็นจัดก่อน แล้วจึงเทสารละลายโซเดียมไบซัลไฟด์ออก ล้างตะกอนแป้งด้วยน้ำ 2-3 ครั้ง จึงนำตะกอนที่ได้มาล้างต่อด้วยแอลกอฮอล์อีกสองครั้ง เทแอลกอฮอล์ทิ้ง นำตะกอนมาล้างน้ำอีกครั้งเพื่อล้างแอลกอฮอล์ออก นำแป้งที่ได้ไปอบในตู้อบลมร้อนโดยใช้อุณหภูมิประมาณ 50-60 °C นานประมาณ 3 ชั่วโมง จนแห้ง ก็จะได้แป้งเมล็ดขนุน (นฤชิต เว้วศรีพอง, 2529 : 45) ดังแสดงในแผนภาพที่ 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภาพที่ 1 ขั้นตอนการผลิตแป้งเมล็ดขนุน

2. การศึกษาปริมาณแป้งเมล็ดขนุนที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปังในอัตราส่วนต่าง ๆ

2.1 การเตรียมส่วนผสมต่าง ๆ

นำแป้งเมล็ดขนุนที่เตรียมได้มาคิ่บก่อนนำมาทำเป็นขนมปังเนื่องจากแป้งที่ได้ยังไม่ละเอียดพอ จากนั้นจึงชั่งตวงส่วนผสมทั้งหมดที่ใช้ในการทำงานนี้ปังตามสูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 จะไม่มีการทดแทนด้วยแป้งเมล็ดขนุน ใช้เป็นสูตรควบคุม (0%)

สูตรที่ 2 มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุน 10 % ของสูตร คือใช้แป้งสาลี 90 กรัม
ต่อแป้งเมล็ดขนุน 10 กรัม

สูตรที่ 3 มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุน 15 % ของสูตร คือแป้งสาลี 85 กรัม
ต่อแป้งเมล็ดขนุน 15 กรัม

สูตรที่ 4 มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุน 20 % ของสูตร คือแป้งสาลี 80 กรัม
ต่อแป้งเมล็ดขนุน 20 กรัม

สูตรที่ 5 มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุน 25 % ของสูตร คือแป้งสาลี 75 กรัม
ต่อแป้งเมล็ดขนุน 25 กรัม

สูตรที่ 6 มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุน 30 % ของสูตร คือแป้งสาลี 70 กรัม
ต่อแป้งเมล็ดขนุน 30 กรัม

ดังแสดงในตารางที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ส่วนผสมในการทำงานมπίงจากแป้งเมล็ดขนุนในอัตราส่วนต่าง ๆ

ส่วนผสม (g)	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6
แป้งสาลี	100	90	85	80	75	70
แป้งเมล็ดขนุน	0	10	15	20	25	30
น้ำ	60	60	60	60	60	60
ยีสต์	1	1	1	1	1	1
เกลือ	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
น้ำตาลทราย	10	10	10	10	10	10
นมผง	4	4	4	4	4	4
เนยขาว	6	6	6	6	6	6

2.2 การนวดแป้ง

หลังจากชั่งตวงส่วนผสมทั้งหมดแล้วให้นำส่วนผสมทั้งหมดที่เป็นของแห้ง ได้แก่ นมผง แป้งสาลี แป้งเมล็ดขนุน น้ำตาล ยีสต์ เกลือ เทลงในเครื่องนวดแป้งขนาดเล็ก ทำการคลุกเคล้าส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันดี จึงค่อย ๆ เติมน้ำที่ตวงไว้ทีละน้อยจนหมด นวดต่อจนน้ำเข้ากันดีกับส่วนผสมต่าง ๆ ใส่เนยขาวลงไปทำการนวดด้วยความเร็วปานกลางเบอร์ 5 ในการนวดนั้นจะต้องนวดจนแป้งไม่ติดภาชนะ หรือมีวิธีในการสังเกตอีกอย่างหนึ่งคือ ให้นำแป้งที่เข้ากันกับส่วนผสมต่าง ๆ แล้วนั้น มาลองแผ่ให้เป็นแผ่นบาง ๆ ถ้าแป้งไม่ขาดออกจากกัน แสดงว่านวดแป้งได้ดี

2.3 การพักแป้ง

เมื่อนวดแป้งจนได้ที่แล้วให้นำแป้งมาตัดแบ่งเป็นก้อน ๆ ขนาดเท่า ๆ กัน โดยทำการคลึงก้อนแป้งให้เนียนเป็นเนื้อเดียวกัน นำก้อนแป้งเรียงลงพิมพ์ที่ทำเนยเตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว เว้นระยะห่างของก้อนแป้งพอสมควร เพราะแป้งจะมีการเพิ่มปริมาณอีกหลังจากพักแป้งแล้ว ซึ่งเวลาที่ใช้ในการพักนั้นจะใช้เวลาค่อนข้างนานหากทำการพักแป้งที่อุณหภูมิห้อง ถ้าต้องการความรวดเร็วในการพักแป้งให้นำแป้งไปบ่มในตู้บ่มที่มีอุณหภูมิประมาณ 40°C จะทำให้แป้งนั้นพองตัวได้เร็ว ในการหมักแป้งนั้นควรเปิดฝาพิมพ์ไว้เล็กน้อย เพื่อให้ยีสต์สามารถทำงานได้เต็มที่

(อรอนงค์ นัยวิกุล, 2532: 209)

2.4 การอบขนมปัง

เมื่อแป้งพองขึ้นจนเต็มพิมพ์แล้วจึงเปิดฝาพิมพ์แล้วนำขนมปังเข้าอบโดยใช้ไฟในการอบ อุณหภูมิประมาณ 400° F ประมาณ 15-20 นาที แต่ควรคอยอยู่เสมอ มิฉะนั้นอาจทำให้ขนมปังไหม้ได้ ให้ดูว่าขนมปังมีสีเหลืองออกน้ำตาลหรือยัง ถ้ายังให้อบต่อจนกว่าจะได้ เมื่ออบขนมปังจนสุกแล้ว นำออกจากเตาทิ้งไว้ให้เย็นแล้วจึงนำมาสไลด์เป็นแผ่น ๆ

2.5 การบรรจุและการเก็บรักษา

ให้นำขนมปังที่ผ่านการสไลด์แล้ว บรรจุใส่ถุงพลาสติกหันทันที่ มัดปากถุงให้สนิท ไม่ควรเก็บไว้ในที่ชื้น จะเก็บรักษาได้นานประมาณ 1 สัปดาห์

3. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

นำขนมปังที่สไลด์แล้วไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมปังจากแป้งเมล็ดขนุน โดยพิจารณาในด้านสี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสของขนมปัง โดยใช้แบบทดสอบการยอมรับทั้งหมด 10 ชุด (ภาคผนวก ก) และผู้ทดสอบชิม 10 คน โดยให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งเมล็ดขนุนว่าตัดสินใจยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งเมล็ดขนุนได้มากน้อยเพียงใด โดยผลิตภัณฑ์ขนมปังมีการใช้แป้งเมล็ดขนุนเพื่อทดแทนแป้งสาลีปริมาณแตกต่างกัน คือ 10%, 15%, 20%, 25% และ 30% ซึ่งมีช่วงคะแนนในการยอมรับคือ ถ้าผู้บริโภคชอบมากที่สุดให้คะแนนเท่ากับ 9 ชอบมากให้คะแนนเท่ากับ 8 ชอบปานกลางให้คะแนนเท่ากับ 7 ชอบเล็กน้อยให้คะแนนเท่ากับ 6 เฉย ๆ ให้คะแนนเท่ากับ 5 ไม่ชอบเล็กน้อยให้คะแนนเท่ากับ 4 ไม่ชอบปานกลางให้คะแนนเท่ากับ 3 ไม่ชอบมากให้คะแนนเท่ากับ 2 ไม่ชอบมากที่สุดให้คะแนนเท่ากับ 1 โดยผู้ทดสอบสามารถเขียนวิจารณ์หรือข้อเสนอแนะได้ในตอนท้ายของแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังแป้งเมล็ดขนุน ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังเสริมแป้งเมล็ดขนุน แสดงในภาคผนวก

4. การเก็บผลการทดลอง

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสของขนมปังจากแป้งเมล็ดขนุนโดยใช้แบบทดสอบจำนวน 10 ชุด นำผลการยอมรับของผู้ทดสอบทั้งหมดมาคิดคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การยอมรับของผู้บริโภค แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of Variance ที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

5. การนำขนมปังแป้งเมล็ดขนุนมาวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและเคมี

เมื่อทำการประเมินทางประสาทสัมผัสเพื่อหาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อขนมปังจากแป้งเมล็ดขนุนแล้ว นำขนมปังที่ได้รับการยอมรับสูงสุดมาทำการวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ โดยทำการบันทึกน้ำหนักทันทีหลังการอบ และการขึ้นฟูของขนมปัง ส่วนการวิเคราะห์คุณ

สมบัติทางเคมีนั้นได้ทำการวิเคราะห์ความชื้น หาปริมาณเถ้าโดยวิธี AOAC (1990) สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมีนั้นได้ทำการวิเคราะห์ด้วยนมปิ้งที่ทำจากแป้งเมล็ดขนุนเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน รวมถึงการวิเคราะห์แป้งเมล็ดขนุนด้วย

6. สถานที่ทำการวิจัย

- 6.1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 6.2 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตปทุมธานี
- 6.3 สถาบันคั้นคว่ำและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 6.4 สถาบันราชภัฏธนบุรี

7. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง เดือนมีนาคม 2543



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาหาปริมาณแป้งเมล็ดขนุนที่เหมาะสมเพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปังในอัตราส่วนต่าง ๆ ได้แก่ 0, 10, 15, 20, 25 และ 30% ได้ผลการทดลองดังนี้

1. ศึกษาลักษณะทางกายภาพและเคมีของขนมปังที่ผู้บริโภคยอมรับได้มากที่สุด

ในการศึกษาหาปริมาณแป้งเมล็ดขนุนที่เหมาะสม เพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปังนั้น ได้แบ่งการทดลองเป็น 6 ตัวอย่างด้วยกันคือ สูตรที่ 1 จะมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดขนุนในอัตราส่วน 100 : 0 สูตรที่ 2 ใช้อัตราส่วนแป้งสาลีต่อแป้งเมล็ดขนุนเท่ากับ 90 : 10 สูตรที่ 3 ใช้อัตราส่วนแป้งสาลีต่อแป้งเมล็ดขนุนเท่ากับ 85 : 15 สูตรที่ 4 ใช้อัตราส่วนแป้งสาลีต่อแป้งเมล็ดขนุนเท่ากับ 80 : 20 สูตรที่ 5 ใช้อัตราส่วนแป้งสาลีต่อแป้งเมล็ดขนุนเท่ากับ 75 : 25 สูตรที่ 6 ใช้อัตราส่วนแป้งสาลีต่อแป้งเมล็ดขนุนเท่ากับ 70 : 30 สูตร เมื่อนำแต่ละสูตรมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อหาปริมาณแป้งเมล็ดขนุนที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่ผู้บริโภคยอมรับ ได้ผลการทดลองทางด้านประสาทสัมผัสดังนี้

1.1 สี

นำผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งเมล็ดขนุนที่ได้ทั้ง 6 สูตร ไปทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ในด้านสี โดยผู้ทดสอบ 10 คน พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับโดยเฉลี่ย ในแต่ละตัวอย่าง คือ ขนมปังที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 0 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนเท่ากับ 7.2 คะแนน 10 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนเท่ากับ 6.2 คะแนน 15 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนเท่ากับ 6.5 คะแนน 20 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนเท่ากับ 5.4 คะแนน 25 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนเท่ากับ 5.9 คะแนน และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนเท่ากับ 5.4 คะแนน ซึ่งแต่ละตัวอย่างนั้นจะมีคะแนนอยู่ในช่วงที่ผู้บริโภคยอมรับได้ ซึ่งขนมปังสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 0 เปอร์เซ็นต์ หรือไม่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนเลย ได้รับการยอมรับทางด้านสีมากกว่าสูตรอื่น เนื่องจากในสูตรที่มีการทดแทนปริมาณแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณต่าง ๆ นั้น สีที่ได้จะคล้ำไม่ขาวนวลเหมือนสูตรปกติโดยเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งเมล็ดขนุนขึ้นในปริมาณแป้งแต่ละสูตร จะทำให้สียิ่งคล้ำมากยิ่งขึ้นและรองลงมาคือสูตรที่มีการทดแทน

แป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 15 เปอร์เซ็นต์, 10 เปอร์เซ็นต์, 25 เปอร์เซ็นต์, 20 เปอร์เซ็นต์ และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อนำคะแนนที่มีผู้บริโภครับได้ประเมินทางประสาทสัมผัส ในด้านของสีมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้การวิเคราะห์วิธี Analysis of Variance ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ปรากฏว่าทั้ง 6 ตัวอย่างนั้นมีความแตกต่างของการยอมรับทางด้านสีอย่างมีนัยสำคัญ ที่ $P \leq 0.05$

1.2 กลิ่น

สำหรับผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งเมล็ดขนุน เมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชุดเดิม พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่นดังนี้ ขนมปังที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 0 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนน 6.1 คะแนน, 10 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 6.4 คะแนน, 15 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 5.7 คะแนน, 20 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 5.1 คะแนน, 25 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 6.3 คะแนน, 30 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 5.6 คะแนน โดยแต่ละตัวอย่างนั้นอยู่ในช่วงที่ผู้บริโภครับได้เล็กน้อย ซึ่งขนมปังที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนในการยอมรับสูงกว่าสูตรอื่น ๆ เนื่องจากสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุน 10% นั้น จะได้กลิ่นเฉพาะของขนมปังและกลิ่นของแป้งเมล็ดขนุนปนอยู่ด้วย จากปริมาณที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนดังกล่าวจะมีกลิ่นของแป้งเมล็ดขนุนไม่มากเกินไปเหมือนสูตรอื่น ๆ ที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ก็จะทำให้กลิ่นของขนมปังผิดเพี้ยนไป จนไม่เหลือกลิ่นเฉพาะอยู่ และเมื่อนำคะแนนการประเมินทุกตัวอย่างมาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธี Analysis of Variance ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ปรากฏว่าทั้ง 6 ตัวอย่างนั้นมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ $P \geq 0.05$

1.3 รสชาติ

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งเมล็ดขนุน มาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบชุดเดิม พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับในด้านของรสชาติ ดังนี้ ขนมปังที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 0 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนเท่ากับ 5.4 คะแนน, 10 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 5.4 คะแนน, 15 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 6.0 คะแนน, 20 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 6.0 คะแนน, 25 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 2.5 คะแนน, 30 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 3.8 คะแนน ตัวอย่างขนมปังที่ผู้บริโภครับในด้านของรสนาตินั้น มีด้วยกัน 4 สูตร คือ สูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 0, 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยสูตรที่เหลือคือสูตรที่ผู้บริโภครับได้น้อย คือ มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 25 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในสูตรที่ได้รับการยอมรับทั้งหมดนั้น สูตรที่ได้รับการยอมรับสูงสุด คือ สูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากสูตรดังกล่าวจะมีรสชาติที่ได้จากแป้งเมล็ดขนุนช่วยเสริมให้รสชาติของขนมปังดีกว่าสูตรอื่น ๆ เพราะแป้งเมล็ดขนุนจะมีรสชาติเฉพาะ

ตัวซึ่งจะแตกต่างกันไปจากแป้งสาลี เมื่อนำคะแนนทั้งหมดมาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance ที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ปรากฏว่าทั้ง 6 ตัวอย่างนั้นมีความแตกต่างของการยอมรับทางด้านรสชาติอย่างมีนัยสำคัญ ที่ $P \leq 0.05$

1.4 เนื้อสัมผัส

สำหรับการนำขนมปังที่ทำจากแป้งเมล็ดขนุน มาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบชุดเดิม พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับในด้านเนื้อสัมผัสเฉลี่ยแต่ละตัวอย่าง ดังนี้คือ ขนมปังที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 0 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนเท่ากับ 5.4 คะแนน, 10 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 6.4 คะแนน, 15 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 4.8 คะแนน, 20 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 4.1 คะแนน, 25 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 5.8 คะแนน, 30 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 4.4 คะแนน ซึ่งมีอยู่ 3 สูตรที่มีผู้ทดสอบให้การยอมรับ คือ ขนมปังที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 0, 10 และ 25 เปอร์เซ็นต์ และมีอยู่ 3 สูตรที่ไม่ได้รับการยอมรับ คือ สูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 15, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสูตรที่ได้รับคะแนนในการยอมรับสูงกว่าสูตรอื่น ๆ คือสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำคะแนนทั้งหมดมาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธี Analysis of Variance ที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ปรากฏว่าทั้ง 6 ตัวอย่างนั้นมีความแตกต่างของการยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัสมีนัยสำคัญ ที่ $P \geq 0.05$ เนื่องจากเนื้อขนมปังจะไม่เบาเหมือนสูตรปกติ

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังจากแป้งเมล็ดขนุน

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ย					
	0%	10%	15%	20%	25%	30%
สี	7.2 ^a	6.2 ^{bd}	6.5 ^a	5.4 ^c	5.9 ^d	5.4 ^c
กลิ่น	6.1 ^{abcd}	6.4 ^a	5.7 ^{bcd}	5.1 ^c	6.3 ^{ad}	5.6 ^c
รสชาติ	5.5 ^{ab}	5.4 ^a	5.6 ^{ab}	3.5 ^c	6.0 ^b	3.8 ^c
เนื้อสัมผัส	5.4 ^{ab}	6.4 ^a	4.8 ^{bc}	4.1 ^b	5.8 ^{ac}	4.4 ^b

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. องค์ประกอบทางเคมีของแป้งเมล็ดขนุนและขนมปังที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณที่ผู้บริโภคยอมรับ

เมื่อนำขนมปังสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณที่ผู้บริโภคยอมรับมาวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมีนั้น ได้ทำการวิเคราะห์หาความชื้นที่มีอยู่ในขนมปัง และปริมาณเถ้าที่มีอยู่ โดยสูตรที่นำมาวิเคราะห์มี 2 สูตรด้วยกันคือสูตรที่ไม่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนเลย ให้เป็นสูตรมาตรฐาน และสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับคือสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 10% ได้ผลคือสูตรมาตรฐาน นั้น มีความชื้นเท่ากับ 30.50 % ส่วนสูตรที่มีการทดแทนแป้งขนมปัง มีความชื้นเท่ากับ 30.04% ซึ่งมีความแตกต่างกันไม่มากนัก ในส่วนของปริมาณเถ้าในสูตรมาตรฐานมีปริมาณเถ้าเท่ากับ 0.976% และสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนมีปริมาณเถ้าเท่ากับ 0.972% โดยทั้งสองสูตรมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน และเมื่อนำแป้งเมล็ดขนุนมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเช่นเดียวกันนั้น ได้ผลดังนี้ แป้งมีความชื้นเท่ากับ 7.27 % ปริมาณเถ้าทั้งหมดที่มีอยู่ในแป้งเท่ากับ 0.54% นอกจากความชื้นและปริมาณเถ้าแล้ว ในส่วนของแป้งเมล็ดขนุนยังได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณไขมันด้วย ได้ผลคือ แป้งเมล็ดขนุนมีปริมาณไขมันเท่ากับ 2.00%

ตารางที่ 5 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของขนมปังจากแป้งเมล็ดขนุน

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์	ปริมาณ ความชื้น (%)		ปริมาณเถ้า (%)		ปริมาณไขมัน (%)	
	สูตรมาตรฐาน	แป้งเมล็ดขนุน	สูตรมาตรฐาน	แป้งเมล็ดขนุน	สูตรมาตรฐาน	แป้งเมล็ดขนุน
		10%		10%		10%
ขนมปังที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุน	30.5	30.04	0.976	0.972	0.976	0.972
แป้งเมล็ดขนุน	7.27		0.54		2.00	

2. ลักษณะทางกายภาพ

นอกจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขนมปังแล้ว ยังได้ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพของขนมปังที่มีการทดแทนด้วยแป้งเมล็ดขนุน 10% โดยทำการชั่งน้ำหนักทันทีหลังการอบ 30 นาที โดยทั้ง 2 สูตร ที่ทำการชั่ง คือ สูตรมาตรฐานและสูตรที่มีการทดแทนด้วยแป้งเมล็ดขนุน ได้ผลเหมือนกันคือทั้งสองสูตรมีน้ำหนักเท่ากับ 340 g ในด้านของสีและความชื้นฟูของขนมปัง มีลักษณะคล้ายคลึงกันทั้งสองสูตร คือมีการขึ้นฟูและขนาดของโพรงอากาศของขนมปังเป็นไปอย่างสม่ำเสมอและมีสีขาวนวล ซึ่งแตกต่างจากสูตรอื่นๆ ที่มีสีค่อนข้างคล้ำ

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลิตภัณฑ์ขนมปังเป็นอีกชนิดหนึ่งของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีอยู่หลายชนิดและกำลังเป็นที่นิยมในการบริโภค โดยส่วนประกอบหลักที่ใช้คือแป้งสาลี ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ต้นทุนในการผลิตมีราคาสูง จึงได้มีการนำเมล็ดขนุนมาแปรรูปเป็นแป้งเพื่อนำมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปังเนื่องจากใส่เมล็ดขนุนมีปริมาณแป้งสูงถึง 30.6 % (พาณิชย์ ยศปัญญา, 2536: 45) และเพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตให้ลดลงอีกทั้งยังเป็นการนำเมล็ดขนุนที่เหลือใช้มาทำให้เกิดประโยชน์โดยใช้ทดแทนแป้งสาลีในปริมาณ 0, 10, 15, 20, 25 และ 30% และเมื่อนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แล้วนำไปให้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน โดยทำการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสทั้ง 4 ด้านคือ สี กลิ่น รสชาติและเนื้อสัมผัส โดยมีคะแนนการยอมรับ ได้แก่ชอบมากที่สุดเท่ากับ 9 คะแนน เรียงตามลำดับไปจนถึงไม่ชอบมากที่สุดเท่ากับ 1 คะแนน พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับทางด้านสีในสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนที่ 0 เปอร์เซ็นต์มากที่สุด ส่วนในด้านของกลิ่นนั้นผู้ทดสอบให้การยอมรับในสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนที่ 10 เปอร์เซ็นต์มากที่สุด สำหรับในด้านของรสชาติผู้ทดสอบให้การยอมรับในสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ และในด้านของเนื้อสัมผัสนั้นผู้ทดสอบให้การยอมรับในสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์มากที่สุด สามารถสรุปได้ว่าสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับได้มากที่สุด คือ สูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 10% เนื่องจากเป็นสูตรที่ได้รับ การยอมรับในด้านของกลิ่นและเนื้อสัมผัสมากที่สุดและได้รับการยอมรับในด้านของสีและรสชาติรองมาเป็นอันดับสอง ซึ่งโดยรวมนั้นสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณ 10% นับว่าได้รับการยอมรับมากที่สุดเพราะมีกลิ่นเฉพาะตัว จากการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนและเนื้อสัมผัสยังไม่แน่นหรือฟู เบาเกินไป และมีสีขาวกว่าสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ส่วนรสชาตินั้นยังอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้ คือ มีรสชาติของขนมปังและแป้งเมล็ดขนุนผสมอยู่เล็กน้อย

เมื่อนำขนมปังที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในปริมาณที่ผู้บริโภคยอมรับได้มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน โดยทำการวิเคราะห์หาความชื้นและปริมาณเถ้าซึ่งขนมปังทั้งสูตรมาตรฐานและสูตรที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุน 10% ได้ผลใกล้เคียงกัน คือ มีความชื้นประมาณ 30% มีปริมาณเถ้าประมาณ 0.97% พบว่าน้ำหนักหลังการอบทั้งสอง

สูตรมีน้ำหนักเท่ากันคือ 340 กรัม รวมทั้งลักษณะทางกายภาพอื่น ๆ เช่น สี ความชื้นฟูของเนื้อขนมปังทั้งสองสูตรมีลักษณะใกล้เคียงกันด้วย

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าหากมีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุนในการทำผลิตภัณฑ์ขนมปังนั้น สามารถที่จะทดแทนได้ในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยยังต้องมีการปรับปรุงในเรื่องของส่วนผสมต่าง ๆ เช่น นมผง น้ำตาล เกลือ ฯลฯ อีกเล็กน้อย เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมในทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นรูปร่าง รสชาติหรือเนื้อสัมผัส จึงจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- จิตรนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. 2541. พิมพ์ครั้งที่ 2. เบเกอร์เทคโนโลยีเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 224 น.
- จินตนา บุญนาค. 2542 เอกสารประกอบการสอนวิชาเคมีอาหาร ภาควิชา
ครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (อัสสัมชัญ)
- นฤชิต แว่วศรีพ่อง. 2529. การปลูกขนุน. กรุงเทพฯ : กลุ่มบัณฑิตเกษตรอาส
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 48 น.
- ปราณี อ่านเปรื่อง. 2542. เอกสารประกอบการสอนวิชามาตรฐานและการควบคุม
คุณภาพอาหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะ
วิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (พิมพ์)
- พานิษฐ์ ยศปัญญา. การแปรรูปขนุน. วารสารคัมภีร์มีอาชีวะ ขนุน ชัยักษ์ใหญ่
แห่งวงการผลไม้. ปีที่ 1 เล่ม 1. ก.ค. 2536.
- เพลินใจ ตั้งคณะกุล และคณะ. 2536. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของ
ขนมปังและลูกกึ่งที่มีใยอาหารสูง. กรุงเทพฯ ๗ รายงานผลการวิจัยสถาบัน
ค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร
- วิชัย ต้นไพจิตร ,วีระพงษ์ ฉัตรานนท์และนันทนา ประทีปเสน. 2532.
แนวทางการ บริโภคอาหารสำหรับคนไทย. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์
ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ ๗: หน้า 135 - 151
- วันเพ็ญ จิตรเจริญ. 2539. พิมพ์ครั้งที่ 2. หลักการวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพ
อาหาร. กรุงเทพฯ ๗: 150 น.
- สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. 2542. เทคนิคการปฏิบัติการตรวจ
วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีในผลิตภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพฯ ๗ : 30 น.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2540. พิมพ์ครั้งที่ 2. ข้าวสาลี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ ๗: 400น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AOAC. 1984. Official method of analysis of the Association of Official Analytical chemists. 14 th ed., Association of Official Analytical Chemists, Inc., Washington, D.C.

AOAC. 1990. Official method of analysis of the Association of Official Analytical chemists. 15 th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arington, Virginia.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

หมายเลขผู้ทดสอบ _____

วันที่ _____

ตัวอย่าง _____

Hedonic Scale Test

กรุณาประเมินตัวอย่างอาหารต่อไปนี้จากซ้ายไปขวา โดยการให้คะแนนของตัวอย่างอาหารแต่ละอันลงบนช่องที่กำหนดให้ตามระดับความชอบ หรือ ไม่ชอบ ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ตามที่ท่านตรวจพบ

หมายเลขตัวอย่างอาหาร

463 271 329 315 721 527

ระดับความชอบ

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

หมายเลขตัวอย่างอาหาร	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	รสชาติ

ข้อเสนอแนะ _____

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance

ตารางที่ 1 ข. คะแนนการยอมรับทางด้านสี

ผู้ทดสอบ	คะแนน						รวม
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5	ตัวอย่างที่ 6	
1	4	1	4	1	3	4	67
2	7	7	6	7	7	7	41
3	7	7	8	7	8	7	44
4	6	6	6	5	5	5	33
5	9	9	9	8	8	8	51
6	9	6	5	3	5	3	31
7	7	6	6	5	4	3	31
8	7	8	8	7	7	8	45
9	7	6	5	5	5	2	30
10	9	6	8	6	7	7	45
รวม	72	62	65	54	59	54	366

Anova table

SOV	SS	d.f	MS	Fcal*	Fo.05
Samples	24.3	5	4.86	4.15	2.43
Panelists	149.4	9	16.6	14.18	2.12
Error	52.7	45	1.17		
Total	226.4	59			

Sample $F_{cal} > F_{o.05} > F_{o.01}$

หมายความว่าตัวอย่างที่ 6 นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ที่ความเชื่อมั่น 95%, $p \geq 0.05$)

Panelists $F_{cal} > F_{o.05}$

หมายความว่า ผู้ทดสอบทั้ง 10 คนมีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ข. คะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่น

ผู้ทดสอบ	คะแนน						รวม
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5	ตัวอย่างที่ 6	
1	4	9	1	1	9	6	30
2	6	5	8	6	8	7	40
3	7	7	7	7	8	7	43
4	7	6	8	6	7	7	41
5	7	7	8	8	7	7	44
6	4	6	3	5	5	5	28
7	6	4	5	5	3	4	27
8	7	7	7	5	5	5	36
9	7	6	4	4	3	3	27
10	6	7	6	4	8	5	36
รวม	61	64	57	51	63	56	352

Anova table

SOV	SS	d.f	MS	Fcal	Fo.05
Samples	12.13	5	2.42	1.65	2.43
Panelists	68.26	9	7.58	5.19	2.12
Error	86.54	45	1.46		
Total	166.93	59			

Sample $F_{cal} < F_{o.05} < F_{o.01}$

หมายความว่าตัวอย่างที่ 6 นั้นมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (ที่ความเชื่อมั่น 95%, $p \geq 0.05$)

Panelists $F_{cal} > F_{o.05}$

หมายความว่า ผู้ทดสอบทั้ง 10 คนมีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ข. คะแนนการยอมรับทางด้านรสชาติ

ผู้ทดสอบ	คะแนน						รวม
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5	ตัวอย่างที่ 6	
1	2	7	7	4	9	1	30
2	7	7	8	3	9	4	38
3	7	6	8	6	8	6	41
4	6	5	7	5	5	4	32
5	7	4	3	2	5	4	25
6	3	4	5	1	7	5	25
7	7	5	5	4	4	4	29
8	6	4	7	5	5	4	31
9	7	6	4	1	1	1	20
10	3	6	6	7	7	5	31
รวม	55	54	60	35	60	38	302

Anova table

SOV	SS	d.f	MS	Fcal	Fo.05
Samples	60.94	5	12.188	4.432	2.43
Panelists	56.94	9	6.32	2.29	2.12
Error	124.06	45	2.75		
Total	241.94	59			

Sample $F_{cal} > F_{o.05} > F_{o.01}$

หมายความว่าตัวอย่างที่ 6 นั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ที่ความเชื่อมั่น 95%, $p \geq 0.05$)

Panelists $F_{cal} > F_{o.05}$

หมายความว่า ผู้ทดสอบทั้ง 10 คนมีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ข. คะแนนการยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัส

ผู้ทดสอบ	คะแนน						รวม
	ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5	ตัวอย่างที่ 6	
1	5	9	1	4	9	1	25
2	8	7	6	4	8	5	38
3	8	6	6	6	4	6	39
4	5	7	7	6	5	5	35
5	5	5	3	4	5	3	25
6	2	5	1	2	4	6	20
7	5	5	5	5	4	4	28
8	8	8	9	3	7	6	41
9	8	7	4	3	2	2	26
10	4	5	6	4	7	6	32
รวม	54	64	48	41	58	44	309

Anova table

SOV	SS	d.f	MS	Fcal	Fo.05
Samples	38.35	5	7.67	2.3	2.43
Panelists	76.15	9	8.46	2.53	2.12
Error	150.15	45	3.33		
Total	264.65	59			

Sample $F_{cal} < F_{o.05} < F_{o.01}$

หมายความว่าตัวอย่างที่ 6 นั้นมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (ที่ความเชื่อถือ 95%, $p \geq 0.05$)

Panelists $F_{cal} > F_{o.05}$

หมายความว่า ผู้ทดสอบทั้ง 10 คนมีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์แบบ ANOVA Analysis ในคุณลักษณะต่าง ๆ ซึ่งค่าที่คำนวณได้ภายในตาราง ANOVA Analysis สามารถคำนวณค่าต่าง ๆ ได้ จากวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง การคำนวณค่า Analysis of variance ทดสอบการยอมรับทางด้านสีของขนมปังที่มีการทดแทนแป้งเมล็ดขนุน

1. การคำนวณหา C.F. (Corection factor)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(\text{Total})^2}{\text{จำนวนคำตอบทั้งหมด}} \\
 &= \frac{3662^2}{60} \\
 &= 2232.6
 \end{aligned}$$

2. การคำนวณหาค่า df (degree of freedom)

2.1 df judges

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

2.2 df sample

$$\begin{aligned}
 &= \text{จำนวนตัวอย่าง} - 1 \\
 &= 6 - 1 \\
 &= 5
 \end{aligned}$$

2.3 df error

$$\begin{aligned}
 &= \text{df total} - \text{df judges} - \text{df sample} \\
 &= 59 - 9 - 5 \\
 &= 45
 \end{aligned}$$

2.4 df total

$$\begin{aligned}
 &= \text{จำนวนการตรวจ} - 1 \\
 &= 60 - 1 \\
 &= 59
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การคำนวณหาค่า SS (Sum of square) ของทุกตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 3.1 \text{ SS sample} &= \frac{(\text{ผลรวมของค่า total ของแต่ละ sample})^2 - CF}{(\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ sample})} \\
 &= \frac{(72^2 + 62^2 + \dots + 54^2) - 2232.6}{10} \\
 &= 24.3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.2 \text{ SS judges} &= \frac{(\text{ผลรวมของค่า total ของแต่ละ judges})^2 - CF}{(\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ judges})} \\
 &= \frac{(17^2 + 41^2 + \dots + 43^2) - 2232.6}{6} \\
 &= 149.4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.3 \text{ SS total} &= (\text{ผลรวมของค่าการประเมินทุกค่า})^2 - CF \\
 &= 4^2 + 7^2 + \dots + 7^2 - 2232.6 \\
 &= 226.4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.4 \text{ SS error} &= \text{SS total} - \text{SS judges} - \text{SS sample} \\
 &= 226.4 - 149.4 - 24.3 \\
 &= 52.7
 \end{aligned}$$

4. การคำนวณหา MS (mean square) ของทุกตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 4.1 \text{ MS sample} &= \frac{\text{SS sample}}{\text{df sample}} \\
 &= \frac{24.3}{5} \\
 &= 4.86
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 4.2 \text{ MS judges} &= \frac{\text{SS judges}}{\text{df judges}} \\
 &= \frac{149.4}{9} \\
 &= 16.6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.3 \text{ MS error} &= \frac{\text{SS error}}{\text{df error}} \\
 &= \frac{52.7}{45} \\
 &= 1.17
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 5.1 \text{ F sample} &= \frac{\text{MS sample}}{\text{MS error}} \\
 &= \frac{4.86}{1.17} \\
 &= 4.15
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5.2 \text{ F judges} &= \frac{\text{MS judges}}{\text{MS error}} \\
 &= \frac{16.6}{1.17} \\
 &= 14.18
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้