



ใบรับรองปัญหาพิเศษ

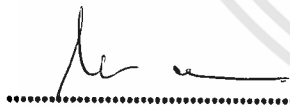
เรื่อง

การเสริมไฟเบอร์จากซังขนุนผงในผลิตภัณฑ์ขนมปัง เค้ก และคุกกี้
(Fortification of Jackfruit-Sepal Powder in Bread , Cake and Cookie)

โดย

นางสาวจันทนา ชัดตา รหัสประจำตัว 39044410
นางสาวพรพรรณ ไตรปิ่นเพชร รหัสประจำตัว 39044426

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก



๒๔ / ๒๕๖๓ / ๔๓

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

()

16654

- 6 ก.ค. 2543

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร



๒๗

()

๑๒๔๖๗

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

๒๕๔๒

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเสริมไฟเบอร์จากซังขนุนผงในผลิตภัณฑ์ขนมปัง เค้ก และคุกกี้
(Fortification of Jackfruit-Sepal Powder in Bread , Cake and Cookie)



T097004

นางสาวจันทนา ชัดตา รหัสประจำตัว 39044410
นางสาวพรพรรณ ไตรปิ่นเพชร รหัสประจำตัว 39044426

รฟ.

๑๒๔๖๓

๒๕๔๓

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... **97004**

วัน,เดือน,ปี..... 5 JUN 2009

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(อุตสาหกรรมเกษตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

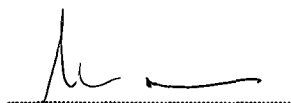
น.ส.จันทนา ชัดคำ และ น.ส.พรพรรณ ไตรปิ่นเพ็ชร. 2543 : การเสริมไฟเบอร์จากชงขนุนผงในผลิตภัณฑ์ขนมปัง เค้ก และคุกกี้ (Fortification of Jackfruit-Sepal Powder in Bread , Cake and Cookie) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรัมย์

ชงขนุนเป็นส่วนที่เหลือทิ้งจากการบริโภคเนื้อขนุน มีกลิ่นหอม รสหวาน และมีใยอาหารเป็นส่วนประกอบ จากการวิเคราะห์หาปริมาณใยอาหารในชงขนุนแห้ง พบว่า ชงขนุนแห้ง 100 กรัม มีปริมาณใยอาหารอยู่ในช่วง 4.479 – 7.443 กรัม จึงได้นำชงขนุนแห้งบดละเอียดเติมลงในผลิตภัณฑ์ขนมอบ ได้แก่ ขนมปัง ขนมเค้ก และคุกกี้ เพื่อจะทำให้ผู้บริโภคได้รับใยอาหารเพิ่มขึ้น พบว่าขนมปังที่เติมชงขนุนผงในปริมาณที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้ขนมปังที่ได้มีปริมาตรและคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสลดลง ขนมปังที่เพิ่มชงขนุนในปริมาณร้อยละ 5 ยังคงมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคใกล้เคียงกับขนมปังที่ไม่มีการเติมชงขนุน ในผลิตภัณฑ์ขนมเค้กพบว่า เค้กที่มีปริมาณ ชงขนุนร้อยละ 15 มีการยอมรับมากกว่าสูตรที่ไม่มีการเติมชงขนุน แต่จากการวัดเนื้อสัมผัสจะเห็นได้ว่า ปริมาณชงขนุนที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เค้กมีความร่วนเพิ่มมากขึ้น ส่วนคุกกี้ การเพิ่มชงขนุนในปริมาณมากขึ้นจะทำให้ความกรอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามคุกกี้ที่เพิ่มชงขนุนผงในปริมาณร้อยละ 20 ยังคงมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยที่มี สี รสชาติ และเนื้อสัมผัส ไม่แตกต่างจากสูตรที่ไม่มีการเติมชงขนุนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จันทนา ชัดคำ

พรพรรณ ไตรปิ่นเพ็ชร

ลายมือชื่อนักศึกษา



ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง การเสริมไฟเบอร์จากชงขนุนผงในผลิตภัณฑ์ขนมปังเค็ก และคุกกี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ผศ.ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ได้ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ตลอดจนช่วยตรวจทานและแก้ไขรายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ ให้มีความสมบูรณ์เป็นที่ยิ่ง ขอขอบพระคุณอาจารย์มาไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ระติพร หาเรือนกิจ และ ผศ. ยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์ ที่กรุณาสละเวลามาร่วมเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาให้ และที่ขาดไม่ได้คือ การให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีของเพื่อนๆ และน้องชาวอุตสาหกรรมเกษตรในการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคุณแม่ที่ให้การส่งเสริมและเพื่อนๆที่ช่วยจิมและเป็นกำลังใจจนทำให้เกิดความสำเร็จได้ในวันนี้

จินตนา ชัคคำ และ พรพรรณ ไตรปิ่นเพชร

27 มีนาคม 2543

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
สารบัญภาคผนวก	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1. บทนำ	1
2. วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 วารสารปริทรรศน์	
1. ขนุน	2
2. โยอาหารกับผลิตภัณฑ์อาหาร	6
3. ผลิตภัณฑ์ขนมอบ	8
4. ผลิตภัณฑ์ขนมอบเสริมไฟเบอร์จากแหล่งวัตถุดิบอื่นๆ	25
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และการทดลอง	
1. วัตถุดิบ	27
2. อุปกรณ์	27
3. วิธีทดลอง	28
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	
1. ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นและปริมาณเยื่อใยของซังขนุนผง	30
2. ผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งซังขนุนผง	31
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและเสนอแนะ	
1. สรุปผลการทดลอง	37
2. ข้อเสนอแนะ	37
เอกสารอ้างอิง	38

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงคุณค่าทางโภชนาการของส่วนต่างๆ ของขนุน	5
2. ผลของน้ำชนิดต่างๆ ต่อการเกิดก๊าซและความคงตัวของโดพร้อมทั้งวิธีการแก้ไข	10
3. แสดงปริมาณใยอาหารและความชื้นของหังขนุนผง	30
4. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปิ้ง	31
5. ผลการวัดเนื้อสัมผัสของขนมปิ้งด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส	32
6. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเด็ก	33
7. ผลการวัดเนื้อสัมผัสของเด็กด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส	33
8. ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้	35
9. ผลการวัดเนื้อสัมผัสของคุกกี้ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส	35

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1. ขั้นตอนการทำขนมปังแบบสเตรตโด	15
2. ขั้นตอนการผสมแบบสปันจ์-โด	16
3. ขั้นตอนการเตรียมซังขนุน	28
4. แสดงซังขนุนผง	30
5. แสดงขนมปังเสริมไฟเบอร์จากซังขนุนผง	32
6. แสดงเค้กเสริมไฟเบอร์จากซังขนุนผง	34
7. แสดงคุกกี้เสริมไฟเบอร์จากซังขนุนผง	36



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

	หน้า
ภาคผนวก ก	
วิธีทำขนมปัง เค้ก คุกกี้	40
ภาคผนวก ข	
การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	44
ภาคผนวก ค	
ตาราง ANOVA	47
ภาคผนวก ง	
ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	52



บทที่ 1

บทนำ

สังคมไทยในยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะเมืองใหญ่ประชาชนให้ความสำคัญและพิถีพิถันต่อการบริโภคอาหารน้อยลง ปัจจุบันพฤติกรรมการบริโภคของคนไทยเริ่มเปลี่ยนแปลงไป หันไปนิยมอาหารฟาสต์ฟู้ดแบบชาวตะวันตกกันมากเนื่องจากสะดวกรวดเร็ว ง่ายต่อการบริโภคโดยผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่คำนึงถึงคุณค่าทางโภชนาการมากนักซึ่งอาหารเหล่านี้มีสารอาหารที่มากเกินไปโดยเฉพาะพลังงานจากไขมันและโปรตีนส่วนปริมาณใยอาหารมีค่อนข้างต่ำ และจากข้อมูลที่เกี่ยวข้องสถิติการกินอาหารของคนไทยพบว่ามีการบริโภคเนื้อสัตว์มากขึ้น บริโภคแป้งข้าวเจ้าลดลง และที่สำคัญการบริโภคผักและผลไม้ลดลงแต่หันมาบริโภคนมเนยและผลิตภัณฑ์จากนมมากขึ้น ทำให้เกิดภาวะโภชนาการเกิน ซึ่งก่อให้เกิดโรคต่างๆมากมาย ดังนั้น จึงควรส่งเสริมและหา แนวทางให้มีการบริโภคอาหารที่มีใยอาหารมากขึ้น ซึ่งวิธีหนึ่งคือการพัฒนาอาหารที่ประชาชนนิยมบริโภคให้มีปริมาณใยอาหารมากขึ้น

เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมอบประเภท ขนมปัง เค้กและคุกกี้ เป็นอาหารที่คนไทยนิยมบริโภคกันมากโดยไม่จำกัดว่าจะเป็นอาหารมือใดมือหนึ่ง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังกล่าวให้มีใยอาหารสูงขึ้น ก็น่าจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้บริโภคโดยตรงในอันที่จะได้รับใยอาหารเพิ่มขึ้นจากเดิม ซึ่งปัจจุบันได้มีการเพิ่มคุณค่าทางอาหารและเพิ่มรสชาติโดยการเติมพวก ชอกโกแลต ผลไม้แห้ง หรือ รัญพืชลงไปในส่วนประกอบหลัก

ในการทดลองนี้ได้นำซังขนุนซึ่งเป็นส่วนที่มีปริมาณเส้นใยสูงอีกทั้งเป็นส่วนใหญ่ที่ไม่ค่อยนิยมบริโภคและเป็นส่วนที่เหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการผลิตขนุนในน้ำเชื่อมมาทดแทนปริมาณแป้งในผลิตภัณฑ์ขนมปัง เค้ก และ คุกกี้ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณเส้นใยสูงขึ้นและมีกลิ่นหอมของขนุนทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสที่แปลกออกไป นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยลดต้นทุนของแป้งสาลีที่มีราคาแพงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ (สุกัญญาฐ์, 2536)

วัตถุประสงค์

ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของซังขนุนที่สามารถใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ ได้แก่ ขนมปัง ขนมเค้ก และคุกกี้ เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบที่มีใยอาหารสูงและมีกลิ่นขนุน

บทที่ 2

วารสารปริทรรศน์

1. ขนุน

ขนุนเป็นนับว่าผลไม้ประวัติศาสตร์ จากหลักฐานในหลักศิลาจารึกพ่อขุนรามคำแหงมหาราช ซึ่งจารึกความเป็นอยู่ท่ากินของคนสมัยสุโขทัย (ราวๆ ปี พ.ศ. 1790 – 1893) กล่าวถึงพืชอยู่ 5 ชนิด คือ หมาก พลู มะพร้าว ขนุน มะม่วง ซึ่งการปลูกขนุนในสมัยนั้นปลูกโดยการเพาะเมล็ด และมีการคัดพันธุ์ขนุนที่เมื่อกินแล้วเห็นว่ารสชาติดีก็ขยายปลูกกันเรื่อยมา การบริโภคทำได้ทั้งในรูปของผลไม้ คือปล่อยให้แก่แล้วก็กินขนุนสุก หรือเอามากินตั้งแต่ขนุนยังอ่อน โดยถือว่าเป็นผักชนิดหนึ่ง ทางภาคใต้มีขนุนอีกแบบหนึ่งซึ่งมีผลขนาดย่อมลงมากกว่า และมีลักษณะที่พอแก่เต็มที่แล้ว ค่อยๆ เาะเปลือกออกและกริดหรือแยะให้เปลือกแตกออกเป็นทางยาว ค่อยๆ ขยับเขยื้อนออกมา ก็จะได้ขนุนที่ยาวติดออกมากับแกนกลางเกือบทั้งหมด เรียกว่า จำปาตะ สามารถเอามาบริโภคสดๆ หรือเอาคลุกกับข้าวเม่าชุบแป้งทอดก็ได้ ต่อมาในระยะหลังเมื่อวัฒนธรรมนี้ได้แพร่หลายเข้ามาในกรุงเทพฯ คนที่ชอบรับประทานอย่างนั้นแต่หาจำปาตะมาทำไม่ได้ จึงใช้กล้วยไข่แทน ปัจจุบันได้พัฒนาเป็นกล้วยข้าวเม่า ส่วนในช่วงที่กล้วยไข่ไม่ค่อยมีก็ใช้กล้วยน้ำว้าเอามาหั่นบางๆ ตามยาวแล้วชุบแป้งทอด ก็ได้ออกมาเป็นกล้วยทอด ซึ่งในเมื่อก่อนนี้เรียกกันว่ากล้วยแขก คือพัฒนามาจากจำปาตะทอดแบบแขก (ปักยี่ใต้) จึงสรุปได้ว่าขนุนนั้นมีมานานแล้วในประเทศไทย และก็เป็นพืชดั้งเดิมของแถบนี้

ขนุนแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ

1. ขนุนจำปาตะ เป็นขนุนที่มียวงหนาสีเหลืองเจือแดงเหมือนดอกจำปามีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Artocarpus champeden* นิยมปลูกมากทางภาคใต้

2. ขนุนหนัง เป็นขนุนที่มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Artocarpus integra* เมื่อสุกเนื้อมักแข็ง ภาษามลายูเรียกว่า “นังกะ” ซึ่งเป็นที่มาของชื่อขนุนหนัง

ชาวมลายูแยกขนุนหนังออกเป็น 2 พันธุ์ คือ ถ้านื้อแน่นกรอบเรียกว่า “นังกะ เบลูบั้ง” และถ้านื้อที่เนื้อเหลว เนื้ออ่อนเรียกว่า “นังกะ บุนอร์” หรือที่ชาวปักษ์เรียกว่า “จำปาตะ มัมบอง”

เมืองไทยมีขนุนชนิดหนึ่งที่เมื่อสุกแล้วเนื้อเหลวเปลือกอ่อน เรียกว่า “ขนุนละมุด” ซึ่งขนุนชนิดนี้พอจะเทียบเท่ากับ “นังกะ บุนอร์” ของมลายู หรือ “จำปาตะ มัมบอง” ได้

ขนุนมีชื่อเรียกในแต่ละที่ไม่เหมือนกัน ภาคกลางเรียกว่า “ขนุน” ภาคเหนือเรียกว่า “มะนุน” ภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า “บักมี” ภาคใต้เรียกว่า “หนุน” เขมรเรียกว่า “คะนอน” มลายูเรียกว่า “นังกา” จีนเรียกว่า “บังกา” ภาษาอังกฤษเรียกว่า “Jackfruit”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ของขนุนนอกจากรับประทานผลอ่อนหรือสุกแล้ว ต้นขนุนยังทำอย่างอื่นได้อีก เช่น แก่นไม้ขนุนนำไปต้มเอาน้ำไปย้อมผ้า และที่พิเศษอีกอย่างคือ ไม้ขนุนนิยมทำเครื่องดนตรีชนิดหนึ่งคือ “จะเข้” ถือว่าจะเข้ที่ดีต้องทำจาก ไม้ขนุน (ปฐพีชล, 2531)

ลักษณะทั่วไปของขนุน

ขนุนอาจถือได้ว่าเป็นผลไม้ที่มีผลขนาดใหญ่ที่สุดในโลกและรู้จักกันทั่วไปในเขตร้อน มีรสชาติหวานจัดเป็นที่นิยมบริโภค และสีของขนุนมีสีเหลืองทองซึ่งคนไทยถือว่าเป็นสีที่เป็นมงคล ผลขนุนสามารถบริโภคได้ทั้งดิบและสุก รับประทานได้ตั้งแต่เนื้อไปจนถึงซัง

ลักษณะทั่วไปของขนุนจะเป็นต้นไม้ขนาดกลางถึงใหญ่ ลำต้นสูงประมาณ 10-25 เมตร ลักษณะของทรงต้นจะตั้งตรง ไม้เนื้ออ่อนมีสีเหลือง ใบมีลักษณะเรียวยาวคล้ายรูปไข่หรือยาวรี เนื้อใบหนาหยาบ หน้าใบมีสีเขียวเข้มผิวใบเป็นมันและมีขน ดอกขนุนจะมีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมีย การออกดอกของขนุนจะทยอยออกตลอดทั้งปี ส่วนผลของขนุนเป็นแบบผลรวม ส่วนที่เป็นเนื้อขนุนรอบๆเมล็ดเกิดจากกลีบดอกชั้นนอกของดอกดอกเดียว ผลขนุนโดยทั่วไปจะมีขนาดใหญ่มาก ที่ผิวเปลือกของผลจะเต็มไปด้วยหนามสั้นๆ ผลขนุนภายในแบ่งเป็นช่องเล็กๆจำนวนมาก แต่ละอันมีเมล็ดซึ่งล้อมรอบด้วยเนื้อ (pulp) สีของเนื้ออาจมีสีเหลืองอ่อนจนถึงสีเหลืองแก่และสีดอกจําปา ส่วนเนื้อประกอบด้วยธาตุอาหารโปรตีนสูง มีกากสูง มีกรดต่ำ ส่วนของเมล็ดมีแป้งมาก น้ำตาลน้อย และมีโปรตีนประมาณร้อยละ 5 ในส่วนของซังขนุนมีใยอาหารสูง

ในปัจจุบันเราแบ่งขนุนไว้ 3 กลุ่มด้วยกันคือ

กลุ่มขนุนหนึ่ง พบมากที่สุด ลักษณะทั่วไปมีเปลือกหนียว มียางมาก มีวงติดกับแกนกลางของผล (ไส้) และอีกด้านหนึ่งของวงยึดติดกับเปลือกอัดแน่นด้วยซังตลอดไปทั้งผล เนื้อของวงเหนียวหรือกรอบ สีของเนื้อมีทั้งสีขาว สีครีม สีเหลืองอ่อน เหลืองเข้ม และสีจําปา โดยส่วนมากสีของเนื้อและสีของซังมักเป็นสีเดียวกันแต่มีบ้างเหมือนกันที่มีสีแตกต่างกัน สีเนื้อของที่ดีในกลุ่มนี้คือ สีเหลืองเข้ม และสีจําปา

ลักษณะขนุนหนึ่งที่ดี ต้องลักษณะผลกลมยาว(ทรงขนุน) ไส้หรือแกนกลางยาวเล็ก ยวงหนา สีเหลืองหรือสีจําปาก็ได้

ขนุนหนึ่งเนื้อสีเหลืองเนื้อยาวหนากว่าหนึ่งสีจําปา เนื้อวงต้องกรอบและมีความเหนียวอยู่ไม่มากจนเกินไป เนื้อวงแห้งไม่และ ขนุนหนึ่งเมื่อกินกลืนต้องขึ้นจุกนิคๆ

กลุ่มขนุนละมุด โดยทั่วไปหากผลไม่สุก ดูไปเหมือนขนุนหนึ่ง แต่เมื่อสุกหนามและเปลือกผลนิ่ม ใช้นิ้วกดลงไปก็เปลือกทำให้เปลือกบุ๋มลงไปถึงเนื้อได้ ซังอ่อนนุ่มเหนียวละ ยวงไม่หนาและไม่ใหญ่ รสหวาน มีกลิ่นแรงกว่าขนุนหนึ่ง ไม่นิยมปลูก แต่นิยมนำเมล็ดไปเพาะทำเป็นต้นตอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มขนุนจำปาตะ พบมากที่สุดทางใต้ ต้น ใบ และผลคล้ายขนุนหนึ่งมาก ผลเล็กกว่าขนุนหนึ่ง หนามที่ผลเล็ก เปลือกบาง มียางน้อยกว่าขนุนหนึ่ง เมื่อสุกเกือบไม่มียาง เวลาสุกเปลือกฉีกออกง่าย ขวงติดกับแกนไม่แน่น ขวงไม่ยึดติดกับเปลือกเวลาผ่าเบาะเปลือกออก เปลือกกับขวงแยกจากกัน เนื้อค่อนข้างและ รสชาติหวานหอมถึงฉุนมาก สามารถนำเอาขวงไปชุบแป้งทอด ให้ผลดีมากในแต่ละปี นิยมบริโภคทางภาคใต้

ขนุน 3 กลุ่มที่กล่าวมานั้น ขนุนหนึ่งเป็นผลไม้เศรษฐกิจได้กว้างขวางในขณะที่จำปาตะเป็นผลไม้เศรษฐกิจทางภาคใต้ตลอดมา

ปริมาณอาหาร และคุณค่าทางโภชนาการของซังขนุน

ซังขนุนเป็นส่วนที่เหลือทิ้งจากการบริโภคเนื้อขนุน มีกลิ่นหอม รสหวาน และมีใยอาหารเป็นส่วนประกอบ ได้มีการวิเคราะห์หาปริมาณอาหารในซังขนุนแห้ง พบว่าซังขนุนแห้ง 100 กรัม มีปริมาณอาหาร 7.51 กรัม สำหรับคุณค่าทางโภชนาการอื่นที่ได้จากซังขนุนแห้ง 100 กรัม คือ คาร์โบไฮเดรต 20.39 กรัม โปรตีน 1.65 กรัม ไขมัน 1.33 กรัม เถ้า 1.29 กรัม ความชื้น 1.16 กรัม และพลังงาน 100.11 กิโลแคลอรี (สุภิญญาวัลย์, 2536) โดยคุณค่าทางโภชนาการของส่วนต่างๆ ของขนุนได้มีการรายงานไว้ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคุณค่าทางโภชนาการของส่วนต่างๆ ของขนุน

องค์ประกอบ		ขนุนแก่ (พ.ศ. 2521)	ซังขนุน (พ.ศ. 2521)	เมล็ดขนุน (พ.ศ. 2524)
ความชื้น	ร้อยละ	72.9	66.0	60.7
ไขมัน	“	0.3	0.0	0.2
คาร์โบไฮเดรต	“	23.7	29.2	30.6
เส้นใย (crude fiber)	“	0.9	1.8	1.6
โปรตีน	“	1.7	1.4	5.5
ค่าพลังงานความร้อน	กิโลแคลอรี/100g	94.0	122.0	146.0
แคลเซียม	มิลลิกรัม/100g	27.0	21.0	0.0
ฟอสฟอรัส	“	38.0	13.0	105.0
เหล็ก	“	0.6	0.2	2.9
วิตามิน บี1	“	0.09	0.08	1.74
วิตามิน บี2	“	0.11	0.15	0.02
วิตามิน ซี	“	9.0	13.0	3.25
ไนอาซิน	“	0.7	0.0	24.0
วิตามิน เอ	หน่วยสากล	392.0	0.0	22.0

ที่มา : นฤชิต (2529)

การใช้ประโยชน์จากซังขนุน

เนื่องจากขนุนเป็นผลไม้ที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลาย ทำให้ซังขนุนเป็นส่วนที่เหลือทิ้งในปริมาณมาก กรมส่งเสริมการเกษตร (2532) ได้รวบรวมสถิติการเพาะปลูกและผลิตผลของขนุน พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี และรัฐบาลได้ให้ความสำคัญต่อขนุนเป็นหนึ่งใน 27 ผลไม้ที่สำคัญที่บรรจุไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6 ปี พ.ศ. 2530 – 2534 จึงเป็นที่คาดว่า แนวโน้มการผลิต การแปรรูป รวมทั้งการบริโภคภายในประเทศ หรือการส่งออกอาจมีปริมาณเพิ่มขึ้น (ดวงกมล, 2532) ; สำนักงานเลขานุการคณะกรรมการพัฒนาการส่งออก, 2531) จากการศึกษาเรื่อง ซังขนุนแห้งของสุภิญญาฐ์ (2535) พบว่า ขนุนหนึ่งมีส่วนประกอบคิดเป็นน้ำหนักร้อยละต่อผล ดังนี้คือ เนื้อขนุนร้อยละ 35.41 เปลือกร้อยละ 23.71 ซังขนุนร้อยละ 17.50 เมล็ดร้อยละ 12.91 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แกนร้อยละ 6.68 และมีเยื่อเมล็ดร้อยละ 3.77 ดังนั้น เมื่อมีการบริโภคขุ่นกันอย่างแพร่หลาย จึงทำให้ขุ่นเป็นส่วนที่เหลือทิ้ง กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (2528) ได้นำขุ่นมาใช้ประโยชน์ โดยได้นำมาทำผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปต่างๆ ได้แก่ ไลน์ขุ่น ขุ่นกวน ขุ่นแผ่น และขนมที่มีส่วนผสมของขุ่นเป็นต้น แต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลาย และยังพบว่า เนื้อขุ่น และขุ่นมีปริมาณเส้นใย (crude fiber) เท่ากับ 0.9 และ 1.8 กรัม ในน้ำหนัก 100 กรัม (นฤชิต, 2529)

2. โยอาหารกับผลิตภัณฑ์อาหาร

โยอาหารแบ่งได้เป็น 2 พวก ตามคุณลักษณะของเส้นใยคือพวกที่ละลายได้ในน้ำ อันประกอบด้วย กัม เจล มิวซีเลจส์ เพกติน และเฮมิเซลลูโลส ส่วนอีกพวกหนึ่งคือพวกที่ไม่สามารถละลายได้ในน้ำ ได้แก่ ลิกนิน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลสบางพวกที่ติดกับลิกนิน โยอาหารต่างชนิดกันจะมีคุณสมบัติทางเคมีฟิสิกส์ต่างกัน ได้แก่

1. ความสามารถในการอุ้มน้ำและการเพิ่มอูจจาระ (particle formation and water-holding capacity) การอุ้มน้ำได้ดีของเส้นใย จะช่วยเพิ่มปริมาตรของกากอาหารซึ่งจะกระตุ้นการเคลื่อนตัวของลำไส้ ทำให้กากอาหารนุ่มถ่ายสะดวก โยอาหารที่ให้ประโยชน์ในแง่นี้มักจะเป็นเส้นใยหยาบละลายน้ำไม่ได้ เช่น รำข้าวสาลี เพนโตซานลิกนิน ที่มีสารโพลีแซคคาไรด์ผสม

2. เพิ่มความหนืด (viscosity) โยอาหารกลุ่มที่ละลายน้ำได้ จะมีคุณสมบัติในการสร้างความหนืด ซึ่งพบว่าเป็นผลดีต่อการควบคุมโรคเบาหวาน โดยสันนิษฐานว่าเส้นใยจะเปลี่ยนแปลงรูปเป็นเจล ไปเคลือบผิวลำไส้ให้หนาขึ้น ทำให้การดูดซึมน้ำตาลที่ย่อยแล้วเป็นไปได้ช้าลง ระดับน้ำตาลในเลือดจึงไม่สูงขึ้นฉับพลัน

3. การดูดซับ โยอาหารประเภทละลายน้ำได้หรือพวกที่มีความหนืด สามารถดูดซับและขจัดเอาพวกสารที่มีฤทธิ์เป็นกลางและสารจำพวกกรดน้ำดีสเตอรอยด์ออกทางอูจจาระได้ ทำให้มีการเร่งสร้างน้ำดีทดแทนในตับโดยสร้างจากโคเลสเตอรอล จึงมีผลทำให้ปริมาณโคเลสเตอรอลในร่างกายลดลง

การเพิ่มโยอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร

เนื่องจากโยอาหาร เป็นสารที่มีความสำคัญต่อการป้องกันและบรรเทาอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบทางเดินอาหาร ทำให้มีผู้ให้ความสนใจที่จะเพิ่มโยอาหารลงในผลิตภัณฑ์อาหารให้มากขึ้น โดยมีการทดลองและศึกษาผลของการเพิ่มโยอาหารมาเป็นระยะเวลานานมาแล้ว แต่ยังไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควร จนกระทั่งพบโรคต่าง ๆ อันมีผลมาจากการกินอาหารที่มีโยอาหารต่ำ จึงได้มี

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาถึงแหล่งของใยอาหารและการเพิ่มใยอาหารในอาหาร กองโภชนาการได้เพิ่มตารางแสดงปริมาณใยอาหาร ลงในตารางคุณค่าอาหารของกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ด้วยเช่นกัน (ประภาศรีและคณะ, 2533)

การเพิ่มใยอาหารควรเลือกใช้วัตถุดิบหรือแหล่งใยอาหารที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละชนิด และใช้ได้ในปริมาณที่พอเหมาะหากมากหรือน้อยเกินไปจะไม่เกิดผลตามที่ต้องการ ส่วนวิธีการเพิ่มนั้นสามารถทำได้ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม เช่น การใช้แหล่งของใยอาหารมาประกอบอาหาร หรือนำมาแปรรูปให้สามารถเก็บไว้ได้นาน สะดวกต่อการใช้โดยนำไปผสมหรือเติมเพียงบางส่วนของผลิตภัณฑ์อาหาร แหล่งของใยอาหารที่นิยมนำมาใช้ในการเพิ่มใยอาหาร ได้แก่ ส่วนของพืชผักและผลไม้ เช่น ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต แอปเปิ้ล แครอท กะหล่ำปลี เป็นต้น ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีการเพิ่มใยอาหาร เช่น การใช้ข้าวสาลีในขนมปังและเค้ก (จันทร์สุดา, 2522) และ การใช้ข้าวสาลีหยابในน้ำพริกทาขนมปังที่มีใยอาหารสูง โปรตีนคุณภาพสูง และพลังงานต่ำ (ภัทรินทร์, 2535)

คุณสมบัติของใยอาหารในการทำผลิตภัณฑ์อาหาร

ใยอาหารส่วนใหญ่มีโครงสร้างแตกต่างกันและมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ แต่มีความสามารถในการอุ้มน้ำมาก ซึ่งเกิดจากโครงสร้างของเจลและองค์ประกอบทางเคมี (Schneeman, 1989; จันทร์สุดา, 2522) ดังนั้นในการนำใยอาหารมาประกอบอาหาร จึงต้องเติมน้ำในผลิตภัณฑ์ในปริมาณที่เพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากใยอาหารจะดูดซึมน้ำมากกว่าปกติ ส่วนของใยอาหารจะไปแทรกอยู่ตามโครงสร้างของอาหารทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงในด้านสี กลิ่น อายุการเก็บ และลักษณะเนื้อ ดังนั้นการเลือกใช้แหล่งใยอาหารควรให้เหมาะสมกับลักษณะของผลิตภัณฑ์นั้นๆ และควรใช้ในระดับที่ผู้บริโภคยอมรับได้ จันทร์สุดา (2522) ได้รายงานการใช้ใยอาหารในขนมปังและเค้กไว้ว่า การเติมใยอาหารจากแหล่งใยอาหารที่มีโครงสร้างเป็นเชลลูโลส ทำให้ต้องเติมน้ำในขนมปังจนถึงร้อยละ 120 ของน้ำหนักแป้ง และในการทำเค้กพบว่า เค้กมีการดูดซึมน้ำไว้มากขึ้น ทำให้เนื้อขนมอ่อนนุ่มมากกว่าปกติ และยังทำให้เค้กเหนียวแน่นมากขึ้นด้วย ดังนั้นการเติมใยอาหารในผลิตภัณฑ์ควรแต่งกลิ่น รส และปรับสัดส่วนของสูตรให้เหมาะสมแก่ลักษณะของผลิตภัณฑ์เพื่อกลบเกลื่อนลักษณะด้อยที่มีผลจากการเติมใยอาหารด้วย

3. ผลិតภัณฑ์ขนมมอบ

ผลิตภัณฑ์ขนมมอบเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำให้สุกโดยใช้ความร้อนจากตู้อบเป็นส่วนใหญ่แบ่งเป็นประเภทต่างๆตามลักษณะของการใช้สิ่งๆที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูได้ 4 ประเภท คือ

1. ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นฟูด้วยยีสต์ ได้แก่ ขนมปังชนิดต่างๆ โดนัทยีสต์ เคนิซเพสตรี
2. ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นฟูด้วยสารเคมี เช่น ผงฟู เบกกิงโซดา แอมโมเนียมคาร์บอเนต และแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต ได้แก่ เค้ก เพสตรี และ คุกกี้
3. ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นฟูด้วยอากาศ ได้แก่ แองเจิลฟูตเค้ก
4. ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ขึ้นฟู ได้แก่ แป้งพาย และคุกกี้บางชนิด

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมมอบ

แป้งสาลี

เป็นหลักที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมมอบ เนื่องจากแป้งสาลีมีคุณสมบัติเฉพาะที่แป้งชนิดอื่นไม่มี กล่าวคือ ในแป้งสาลีจะประกอบด้วยโปรตีนที่สำคัญ 2 ชนิดคือ ไกลอะดินและกลูเตนินในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งเมื่อผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมแล้วจะเกิดสารที่มีลักษณะยืดหยุ่นเหนียวเหนียวเป็นยาง เรียกว่า กลูเตน มีโครงสร้างเป็นร่างแหสามารถเก็บกักก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักไว้ ทำให้เกิดโครงสร้างที่ยืดหยุ่นเป็นฟองของผลิตภัณฑ์เมื่ออบด้วยความร้อนจากตู้อบ แป้งสาลีที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมมอบโดยทั่วไปมี 3 ชนิด คือ

1. แป้งขนมปัง มีโปรตีนสูงประมาณ 12-14% ใช้สำหรับทำขนมปังต่างๆไป
2. แป้งเค้ก มีโปรตีนต่ำ ประมาณ 7-9% ใช้สำหรับทำเค้ก
3. แป้งอเนกประสงค์ มีโปรตีนปานกลางประมาณ 10-11% ใช้สำหรับทำ คุกกี้ เพสตรี

คุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของแป้งสาลี

องค์ประกอบหลักที่มีผลต่อคุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของแป้งสาลีคือ สตาร์ชและโปรตีนในแป้งสาลี โดยคุณสมบัติหลักคือทำให้โครงสร้างแก่ผลิตภัณฑ์

สตาร์ชในแป้งสาลีที่มีน้ำแทรกอยู่แล้วได้รับความร้อนจากการอบจะมีผลให้เกิดเจลเมื่อทำให้เย็นจะคงตัวและมีลักษณะข้นขาวขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากอะมิโลสแยกออกจากเม็ดสตาร์ชและตกตะกอนให้สีขาวขุ่น เมื่อทิ้งผลิตภัณฑ์ขนมมอบ เช่น ขนมปังไว้นานวันขึ้น ส่วนของอะมิโลเพคตินก็จะเกิดตะกอนข้นขาวด้วย ทำให้ขนมปังร่วนและข้นมากขึ้น แต่ถ้านำขนมปังไปอบอีกครั้ง ส่วนของอะมิโลเพคตินจะคืนสภาพเป็นเจลอีกครั้งแต่อะมิโลสจะไม่เปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนของแป้งสาลีมีองค์ประกอบที่ทำให้คุณสมบัติพิเศษในการยืดหยุ่น เนื่องจากมีปริมาณไกลอะตินและกลูเตนินมากใกล้เคียงกัน เมื่อนวดแป้งกับน้ำมีผลทำให้โปรตีนทั้งสองรวมตัวกันและรวมกับน้ำกลายเป็นกลูเตนที่ให้ความยืดหยุ่นแก่โด เนื่องจากเกิดการเชื่อมโยงของพันธะเคมีหลายชนิด ได้แก่ พันธะโควาเลนต์ ไฮโดรเจน โพลาร์ ไมโครโพลาร์ แวนเดอร์วาลส์ และพันธะข้ามของไดซัลไฟด์

ลักษณะการยึดตัวของกลูเตนมีผลทำให้โดอุมก๊าซที่เกิดขึ้นขณะหมักไว้ได้เป็นส่วนใหญ่ ทำให้โดพองฟูขึ้นหลายเท่า เมื่อนำเข้าอบ ความร้อนจะทำให้โปรตีนตกตะกอนจับตัวกันแข็งเป็นโครงสร้างของขนมร่วมกับสตาร์ชที่สุก มีผลให้ขนมไม่ยุบตัวหลังจากอบ

น้ำ

เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบและผลิตภัณฑ์อื่นทั่วไป ในที่นี้ไม่รวมถึงน้ำมัน หรือน้ำผลไม้ที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ น้ำเป็นส่วนที่ขาดไม่ได้ในการทำโด เพราะน้ำจะทำหน้าที่

1. เปลี่ยนสภาพของโปรตีนในแป้งให้เป็นกลูเตน
2. ช่วยละลายเกลือ น้ำตาล และส่วนผสมอื่นๆที่ละลายได้ให้กระจายอย่างทั่วถึง
3. ช่วยควบคุมอุณหภูมิของโด และช่วยควบคุมความชื้นของโด
4. ทำให้สตาร์ชเปียกและเกิดการพองตัว
5. ช่วยทำให้เก็บผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น

คุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของน้ำ

น้ำเป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายที่ดี เนื่องจากเกาะเกี่ยวกันด้วยพันธะไฮโดรเจนซึ่งมีแรงดึงดูดลักษณะอิเล็กโตรสแตติกต่ำ แยกแยกและรวมตัวใหม่ได้ง่าย ทำให้กระจายตัวและละลายสารประเภทอินทรีย์และอนินทรีย์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติ จึงทำให้น้ำตามธรรมชาติไม่บริสุทธิ์ตามคุณลักษณะทางเคมี ดังนั้นเมื่อนำน้ำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ จึงต้องคำนึงถึงชนิดของน้ำซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสารที่ละลายในน้ำนั้น

น้ำอ่อนจะมีสารประกอบละลายอยู่น้อยโดยมีเกลือโซเดียมคลอไรด์ประมาณ 55 ppm สำหรับน้ำกระด้างปานกลางมีแคลเซียมคาร์บอเนตประมาณ 60 ppm ในขณะที่น้ำกระด้างจะมีแคลเซียมคาร์บอเนตถึง 350 ppm ร่วมกับแคลเซียมซัลเฟตและแมกนีเซียมซัลเฟตในปริมาณสูง ส่วนน้ำด่างจะมีโซเดียมคาร์บอเนตมากที่สุด (110 ppm) และน้ำเกลือจะมีเกลือ โซเดียมคลอไรด์มากที่สุด

เนื่องจากน้ำมีส่วนผสมของโดถึงเกือบ 40 % ของน้ำหนักโดทั้งหมด ดังนั้นน้ำจึงมีผลต่อการรวมตัวกันของส่วนผสมอื่นให้เข้ากันเป็นโด ทำให้กลูเตนแข็งแรง แร่ธาตุในน้ำใช้เป็นอาหารของยีสต์ช่วยในการทำงานของเอนไซม์ มีผลต่อการเกิดก๊าซในขณะหมักรวมทั้งความคงตัวของก๊าซที่

เกิดขึ้นจึงส่งผลถึงลักษณะของขนมปังที่ดีได้ ซึ่งน้ำชนิดต่างๆ มีผลต่อการเกิดก๊าซและความคงตัวของโดดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลของน้ำชนิดต่างๆ ต่อการเกิดก๊าซและความคงตัวของโดพร้อมทั้งวิธีการแก้ไข

ชนิดของน้ำ	ผลของการเกิดก๊าซ	ผลของความคงตัวของโด	วิธีการแก้ไข
น้ำอ่อน (0 –75 ppm)	ไม่เกิด	ไม่ดี , โดอ่อนเหลวติดมือ และติดภาชนะผสม	เพิ่มอาหารยีสต์ เพิ่มเกลือ
น้ำกระด้างปานกลาง (120 –180 ppm)	ปกติ	ดี	-
น้ำกระด้างมาก (> 180 ppm ,แบบชั่วคราว)	ไม่ดี มีก๊าซน้อย	กลูเตนแข็งไปเก็บก๊าซ ไม่ได้ดี	ต้มแล้วกรอง เติมกรดอ่อน
น้ำกระด้างมาก (> 180 ppm ,แบบถาวร)	การหมักไม่ดี มีก๊าซน้อย	กลูเตนแข็งยึดได้น้อย เก็บก๊าซไม่ดี	เพิ่มเอนไซม์ เพิ่มเวลาหมัก ลดอาหารยีสต์ เพิ่มกรดและ เพิ่มยีสต์
น้ำเกลือ	ก๊าซน้อย	กลูเตนแข็ง เก็บก๊าซไม่ดี	ลดเกลือในสูตร
น้ำกรด	เกิดก๊าซเร็วไป	กลูเตนอ่อนไม่แข็งแรง เก็บก๊าซไม่ได้	เพิ่มด่างแล้วกรอง เพิ่มเกลือ เติม CaSO ₄ ถ้าเป็น น้ำอ่อน
น้ำด่าง	เกิดก๊าซช้า	กลูเตนเหลวไม่แข็งแรง เก็บก๊าซไม่ได้	เติมน้ำส้ม กรด น้ำนมเปรี้ยว และ อาหารยีสต์ถ้า เป็นน้ำอ่อน

ที่มา : AIB, 1979

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากพิจารณาสารประกอบที่ปนอยู่แล้ว น้ำที่ใช้ควรสะอาดปราศจากจุลินทรีย์ และสำหรับน้ำที่ใช้ทำขนมปังควรจะมียีสต์ปนอยู่น้อยหรือไม่มีจึงจะดี เพราะยีสต์จะทำให้ผลต่อการหมักขนมปังไม่ปกติ แต่ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นต้องพิจารณาลักษณะของผลิตภัณฑ์ ในการเลือกชนิดของน้ำที่เหมาะสม เช่น เด็กและคุณก็ ควรใช้น้ำอ่อนผสมมากกว่าน้ำกระด้าง เพราะต้องการให้มีลักษณะนุ่มของเด็ก ความกรอบร่วนของคุณก็ จึงไม่ต้องการให้กลูเตนเกิดขึ้นขณะผสม

เกลือ

เกลือที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ หมายถึงโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นเกลือป่นละเอียดที่ใช้ประกอบอาหารทั่วไป มีหน้าที่

1. ช่วยเพิ่มรสชาติให้แก่ผลิตภัณฑ์
2. ช่วยให้กลูเตนของโดมีการยึดตัว
3. ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ในระหว่างการหมัก
4. ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการ

คุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพของเกลือ

ตามความหมายทางวิทยาศาสตร์ เกลือ หมายถึงสารประกอบที่เกิดจากปฏิกิริยาของกรดกับเบส ซึ่งมีผลทำให้โลหะธาตุหรือธาตุคล้ายโลหะจากเบสเข้าแทนที่ไฮโดรเจนโมเลกุลในกรด ได้เกลือกับน้ำจึงทำให้เกลือที่เกิดจากกรดและเบสต่างกันมีคุณสมบัติต่างกันไป เช่น เกลือกรดมีคุณสมบัติเป็นกรดเหลืออยู่ เกลือด่างมีคุณสมบัติของด่างอยู่ด้วย แต่สำหรับเกลือธรรมดาจะหมายถึงโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นผลึกสีขาว มีรสเค็ม มีความบริสุทธิ์เกือบ 100%

น้ำตาล

น้ำตาลที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ หมายถึงน้ำตาลซูโครส มีหลายชนิดได้แก่ น้ำตาลทรายบริสุทธิ์ น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลทรายดิบ น้ำตาลไอซิ่ง และน้ำเชื่อมเบะแซ น้ำตาลมีหน้าที่

1. ให้ความหวานและกลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์
2. เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมัก
3. ช่วยให้อายุของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น
4. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มชื้น เก็บได้นาน
5. ช่วยในการตีครีมและตีไข่ให้มีความคงตัวดี
6. ช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหาร

ไขมัน

น้ำมันและไขมันประกอบด้วยกรดไขมันกับกลีเซอรอล ซึ่งจะแตกต่างกันตรงชนิดของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ องค์ประกอบที่มีสภาพเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้องเรียกว่า น้ำมัน และที่มีสภาพเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้องเรียกว่าไขมัน ทั้งน้ำมันและไขมันที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบได้มาจากแหล่งผลิตที่มาจากพืชและสัตว์ ได้แก่ ไขมันเนยได้จากนม ไขมันหมูและไขมันปลา ชนิดของไขมันที่นำมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ได้แก่ เนย มาร์การีน น้ำมันพืช ไขมันพืชหรือสัตว์ และโกโก้บัตเตอร์

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยีสต์ ไขมันทำหน้าที่

1. ให้ความอ่อนนุ่มและกลิ่นรสที่ดี
2. ช่วยกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้น ป้องกันอากาศภายนอก ทำให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้น และมีเนื้อสัมผัสที่ดี
3. ช่วยหล่อลื่นกลูเตน ทำให้มีปริมาตรเพิ่มขึ้น

สำหรับเค้ก ไขมันทำหน้าที่

1. เป็นตัวจับอากาศที่เกิดขึ้นการตีไขมันกับน้ำตาล
2. ไขมันที่มีอิมัลซิไฟเออร์ จะช่วยทำให้น้ำและไขมันในส่วนผสมรวมกันได้ดี โดยเฉพาะเค้กที่มีส่วนผสมของน้ำและน้ำตาลสูง ซึ่งเรียก ไฮ-โรโซ เค้ก
3. ช่วยให้เค้กมีความนุ่มและกลิ่นรสดี
4. ช่วยยืดอายุการเก็บไว้ให้นานขึ้น

สำหรับคุกกี้และแป้งพาย ไขมันทำหน้าที่

1. เกิดความคงตัว และมีโครงสร้างเฉพาะ

ไข่

ผลิตภัณฑ์ขนมอบส่วนมากจะใช้ไข่ไก่ และใช้ในรูปแบบของไข่สด ไข่มีหน้าที่

1. ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู
2. ช่วยให้เกิดสีแก่ผลิตภัณฑ์
3. ช่วยให้ความมันแก่ผลิตภัณฑ์
4. ไข่ให้กลิ่นรสและความเข้มข้น
5. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความสดและมีคุณค่าทางอาหาร

นม

ประกอบด้วยไขมัน โปรตีน น้ำตาล และแร่ธาตุ ปนอยู่โดยไม่แยกออกจากกัน นมมีคุณค่าทางอาหารและมีกลิ่นรสเฉพาะตัว นมที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบมี 3 ชนิด คือ นมสด นมข้น และนมผง โดยมีหน้าที่

1. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่มรับประทานและมีคุณค่าทางอาหารเพิ่มขึ้น
2. ช่วยละลายส่วนผสมอื่นๆ ให้เข้ากัน และช่วยให้เกิด โครงสร้างของผลิตภัณฑ์
3. น้ำตาลในนมจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น

สิ่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู

สิ่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขนมอบขึ้นฟู ได้แก่ อากาศ ไอน้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

1. การขึ้นฟูด้วยอากาศ เช่น การร่อนแป้ง การตีเนยกับน้ำตาล การตีไข่จนเป็นฟอง
2. การขึ้นฟูด้วยไอน้ำเกิดจากการขยายตัวของน้ำในส่วนผสมเป็นไอน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ เช่น การพองตัวของครีมพัฟ พัฟเพสตรี
3. การขึ้นฟูด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นการขึ้นฟูที่เกิดจากกระบวนการทางชีวเคมี ได้แก่ การขึ้นฟูจากยีสต์ และเป็นกระบวนการทางเคมี ได้แก่ การขึ้นฟูจากเบกกิ้งโซดา เบกกิ้งเพาเดอร์ และแอมโมเนีย

ยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อ อาหารที่จำเป็นคือ น้ำตาล ยีสต์สามารถเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ได้ในกระบวนการหมัก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตขึ้นในกระบวนการหมักนั้น เป็นสาเหตุให้ก้อนโดขยายตัวพองขึ้น ยีสต์ที่ใช้มี 3 ชนิดคือ ยีสต์สด ยีสต์แห้งชนิดเม็ด และยีสต์ผง

เบกกิ้งโซดา หรือ โซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นสารเคมีที่สลายตัวเมื่อได้รับความร้อน ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ถ้าใช้เดี่ยวๆจะทำให้เกิดรสฝืด สามารถปรับให้หมดไปโดยการเติมอาหารที่มีความเป็นกรดลงไป เช่น นมเปรี้ยว

เบกกิ้งเพาเดอร์ หรือ ผงฟู เป็นส่วนผสมของเบกกิ้งโซดากับสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด มีแป้งข้าวโพดอยู่ด้วยเพื่อป้องกันมิให้สารทั้งสองสัมผัสกันโดยตรง ผงฟูมี 2 ชนิดคือ ผงฟูกำลังหนึ่ง เป็นผงฟูที่มีส่วนผสมของโซเดียมไบคาร์บอเนตกับอาหารที่มีความเป็นกรด ผงฟูชนิดนี้จะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาเร็ว ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ผงฟูชนิดนี้จึงจำเป็นต้องนำเข้าอบทันทีหลังจากผสมแล้ว ผงฟูอีกชนิดหนึ่งคือผงฟูกำลังสองประกอบด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนตกับอาหารที่มีความเป็นกรด 2 ชนิดหรือมากกว่า กรดชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเร็วอีกชนิดหนึ่งเกิดปฏิกิริยาช้า กรดที่ให้ปฏิกิริยาเร็วจะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาส่วนหนึ่ง และกรดที่ให้ปฏิกิริยาช้าจะผลิตออกมาอีกส่วนหนึ่งเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ การใช้ผงฟูชนิดนี้จึงเป็นที่นิยมเพราะไม่ต้องรีบร้อนนำผลิตภัณฑ์เข้าอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอมโมเนีย ได้แก่ แอมโมเนียมคาร์บอเนต หรือแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต ใช้ในผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กลง ส่วนมากใช้ในการทำคุกกี้ และครีมพัฟ

กลีนิรสนและเครื่องเทศ

เป็นวัตถุดิบที่ช่วยเติมกลีนิรสให้แก่ผลิตภัณฑ์ กลีนิรสได้มาจากการสกัดน้ำมันของผลไม้หรือผัก ซึ่งส่วนมากเป็นน้ำมันธรรมชาติที่พบอยู่ตามผิวของพืช เช่น ส่วนของผิวส้ม หรือ มะนาว บางส่วนได้จากเนื้อผลไม้ และบางอย่างก็ทำเทียมขึ้นมา ส่วนเครื่องเทศที่ให้กลีนิรสได้มาจากส่วนต่างๆของพืช เปลือกต้นไม้ เมล็ดผักหรือผลไม้ หรือจากรากของพืช เครื่องเทศช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีรสและกลีนิรสตามต้องการ ที่นิยมใช้มากในอุตสาหกรรมขนมอบ ได้แก่ อบเชย จิง ลูกจันทน์ ดอกจันทน์ เมล็ดคาราเวย์ เป็นต้น

ขนมปัง

ขนมปังเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ขึ้นฟูด้วยยีสต์ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ประกอบด้วยส่วนผสมหลักที่สำคัญ 4 อย่างคือ แป้งสาลี ยีสต์ น้ำ และเกลือ ส่วนผสมแต่ละอย่างจะทำหน้าที่เฉพาะในขนมปัง และถ้าขาดอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วจะไม่สามารถทำขนมปังให้มีคุณภาพได้ นอกจากส่วนผสมหลัก 4 อย่างนี้แล้วอาจเติม น้ำตาล น้ำมัน ไข่ ผลไม้เชื่อม เครื่องเทศ สารให้กลีนิรสเฉพาะอย่างเข้าไปกับส่วนผสมหลัก เพื่อให้เกิดคุณลักษณะบางประการของของขนมปังที่ส่วนผสมหลักไม่สามารถทำให้เกิดลักษณะเหล่านั้นได้ เกิดเป็นขนมปังชนิดต่างๆขึ้นมาอีกมากมายตามสัดส่วนของวัตถุดิบที่มีอยู่ในส่วนผสมนั้นๆ เช่น ขนมปังหวาน ขนมปังลูกเกด เคนนิชเพสตรี โดนต์ ซอฟบัน และโรลต่างๆ

ขนมปังแบ่งเป็นประเภทต่างๆตามปริมาณไขมันที่ใช้ ดังนี้

1. ขนมปังชนิดแข็ง ได้แก่ขนมปังที่ผิวและเนื้อขนมปังค่อนข้างแข็งทั้งแห้ง เช่น ขนมปังขาไก่ ขนมปังฝรั่งเศส ขนมปังเวียนนา จะมีปริมาณไขมันต่ำร้อยละ 0-3
2. ขนมปังจืด ขนมปังปอนด์ ขนมปังแซนวิช เป็นขนมปังที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 3-6
3. ขนมปังซอฟบัน ได้แก่ แซมเบอร์เกอร์บัน ฮอตดอกบัน และขนมปังไส้ต่างๆที่มีลักษณะเนื้อค่อนข้างนุ่ม นิยมทำเป็นก้อนเล็กๆมากกว่าทำเป็นแท่งยาว มีปริมาณไขมันร้อยละ 6-12
4. ขนมปังหวาน ได้แก่ขนมปังที่มีรสหวานบรรจุไส้ผลไม้เชื่อม นัต ลูกเกด มะพร้าว ลักษณะเนื้อขนมปังจะอ่อนนุ่ม นิยมตกแต่งเป็นรูปต่างๆไม่นิยมทำเป็นแท่ง เนื่องจาก โคจะอ่อนมาก มีปริมาณไขมันสูงมากร้อยละ 12-24

ผลิตภัณฑ์อื่นอีกหลายชนิดที่มีส่วนผสมคล้ายขนมปัง ต่างกันตรงที่วิธีการทำและลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่สุกแล้ว ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้แก่ โดนต์ยีสต์ เคนนิชเพสตรี เป็นต้น

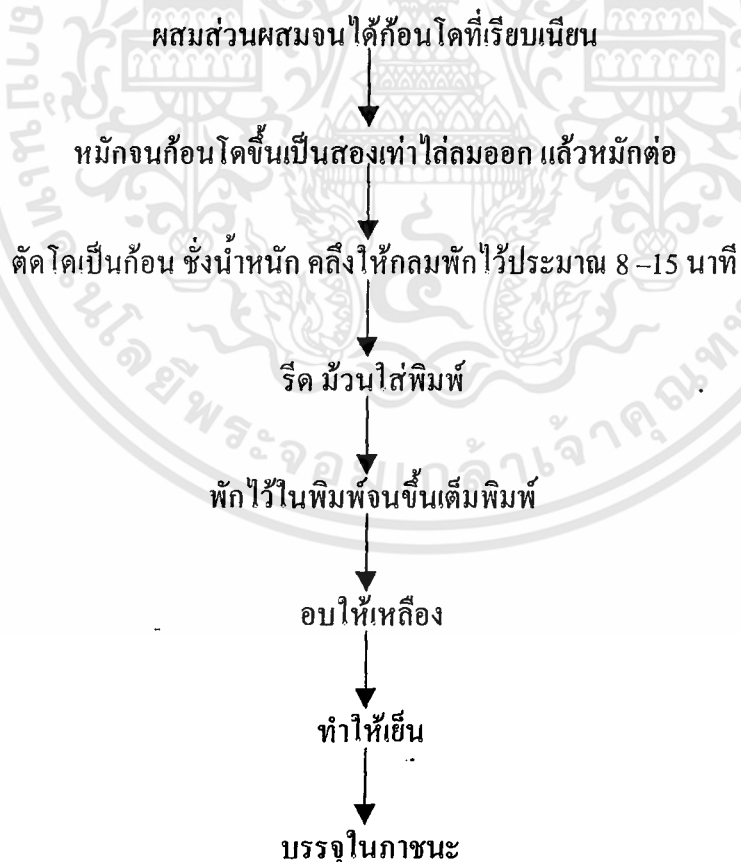
วิธีการทำขนมปัง

ขนมปังและผลิตภัณฑ์อื่นๆที่ใช้ยีสต์ มีวิธีทำหลายวิธีด้วยกัน ที่นิยมใช้ทั่วไปมี 3 วิธี คือ

1. วิธีการผสมแบบสเตรต-โด
2. วิธีการผสมแบบสปันจ์-โด
3. วิธีการผสมโน-ไทม์โด

วิธีการผสมแบบสเตรต-โด

วิธีนี้ใช้กันทั่วไปเพราะมีความสะดวกในการทำ โดยนำส่วนผสมทั้งหมดที่ใช้ในสูตรมาผสมให้เข้ากันจนได้ก้อนโดที่เรียบเนียน แล้วนำไปหมักจนโดมีขนาดใหญ่กว่าเดิมเกือบ 2 เท่า แล้วไล่ลมออก โดจะยุบตัว กลับโดส่วนล่างให้ขึ้นข้างบน แล้วหมักต่อจนโดขยายตัวเกือบเท่าเดิมจึงนำมาตัด ชั่งน้ำหนักเป็นก้อนตามต้องการ คลึงให้กลม พักไว้ แล้งนำมารีด ม้วนใส่ในพิมพ์ที่ทาไขมันไว้ทั่ว แล้วหมักต่อในพิมพ์จนขึ้นเต็มพิมพ์ จึงนำเข้าตู้อบที่ตั้งอุณหภูมิให้ถึงจุดที่ต้องการไว้ก่อน อบจนกระทั่งเป็นสีน้ำตาลอ่อน เอาออกจากพิมพ์ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น แล้วจึงหั่นเป็นชิ้น ตามขั้นตอนที่แสดงในรูปที่ 1



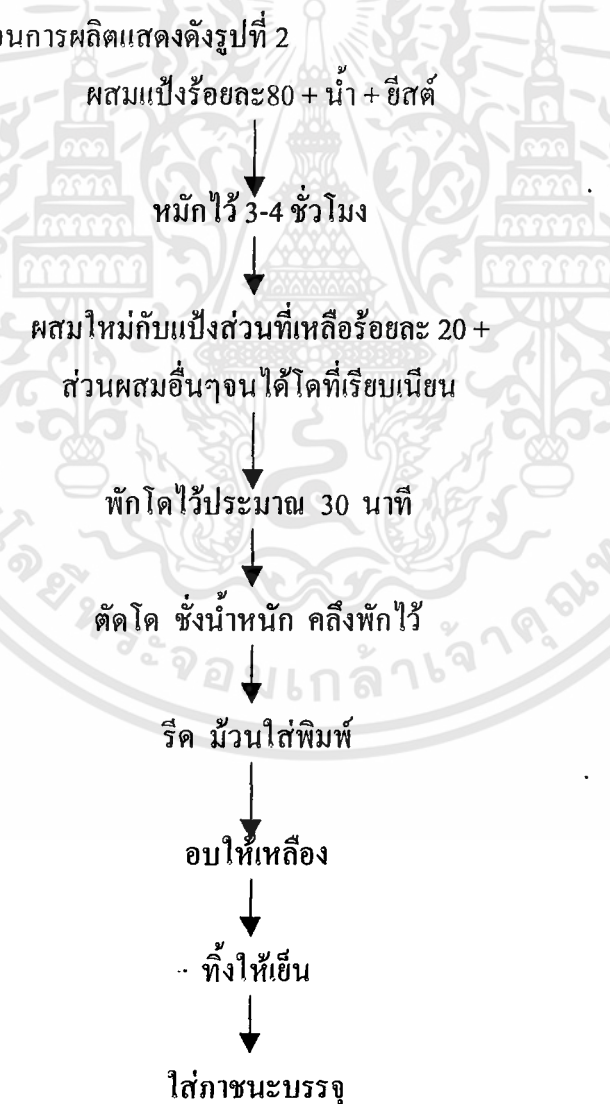
รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำขนมปังแบบสเตรตโด

ที่มา : ศรีสมร, 2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการผสมแบบสปันจ์-โด

เป็นวิธีผสมที่มีขั้นตอนการผสมและการหมัก 2 ครั้ง โดยแบ่งแป้งที่ใช้ในส่วนผสมทั้งหมดออกเป็น 2 ส่วน แป้งส่วนแรก จะนำมาผสมกับน้ำส่วนหนึ่งให้เหมาะสมกับการดูดซึมของแป้งที่ใช้ โดยมียีสต์และอาหารยีสต์(ถ้ามี) ผสมอยู่ด้วย ผสมส่วนผสมให้เข้ากันด้วยอัตราความเร็วของเครื่อง ต่ำ ใช้เวลาผสมสั้นเพียง 4-5 นาที โดที่ได้จากการผสมขั้นตอนนี้เรียกว่า สปันจ์ นำสปันจ์ไปหมักนานประมาณ 3-4 ชั่วโมง จนโครงร่างของสปันจ์มีความอ่อนตัว เมื่อจับมาดึงยืด สปันจ์จะขาดอย่างเรียบร้อย และมีแรงต้านทานการดึงยืดเพียงเล็กน้อย นำกลับมาเข้าเครื่องผสมอีกครั้งหนึ่ง ผสมแป้งส่วนที่เหลือกับส่วนผสมอื่นๆที่ใช้ในสูตรทั้งหมดลงไปผสมจนเข้ากันเป็นก้อนที่มีลักษณะเนียนเรียบ ส่วนผสมนี้เรียกว่า โด หลังจากผสมจนได้โดที่เรียบเนียนแล้ว ต้องพักไว้ระยะเวลาหนึ่งเป็นการพักระยะสั้นๆเพื่อให้โดได้พักตัวและยืดหยุ่นพอที่จะนำไปตัดแต่ง ชั่งน้ำหนัก คลึงให้กลม พักไว้แล้วรีด ม้วน ใส่ในพิมพ์ที่ทาไขมัน หมักในพิมพ์จนโดขึ้นเต็มพิมพ์ จึงนำไปอบเช่นเดียวกับวิธีทำแบบสเตรต-โด โดยขั้นตอนการผลิตแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการผสมแบบสปันจ์-โด

ที่มา : ศรีสมร, 2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการผสมแบบโน-ไทม์โค

เป็นวิธีผสมขนมปังแบบทุนเวลาคือ หลังจากผสมโคแล้ว สามารถนำม้วนใส่พิมพ์ได้โดยไม่ต้องผ่านการหมัก เพียงแต่นำโคที่ผสมได้มาพักประมาณ 15 นาที หลังการผสมนำมาตัดแบ่งซึ่งน้ำหนัก ริด ม้วนใส่ในพิมพ์ที่ทาไขมัน แล้วหมักต่อในพิมพ์จนขึ้นเต็มพิมพ์พร้อมที่จะอบได้ การผสมโดยวิธีนี้จำเป็นต้องใช้สารเคมีช่วยเร่งให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นและต้องใช้เครื่องผสมที่มีอัตราเร็วของเครื่องสูง แต่สามารถลดเวลาในการทำได้เกือบ 2 ชั่วโมงเมื่อเทียบกับวิธีการผสมแบบสเตรต-โค

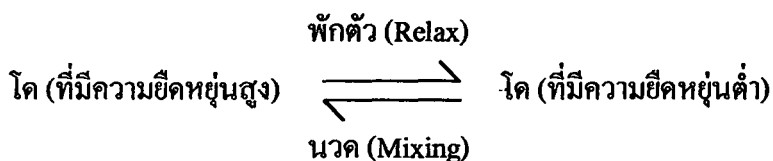
กลไกของการผลิตขนมปัง

การพัฒนาของโค

เมื่อผสมน้ำกับแป้งในปริมาณที่พอเหมาะจะได้ก้อนที่มีความเหนอะหนะ เนื่องจากเมื่อเราเติมน้ำลงไปผิวหน้าของแป้งจะดูดซับน้ำไว้ทันที เมื่อผสมต่อไปเรื่อยๆ ก้อนแป้งจะเหนียวลงแต่มีความเหนียวเพิ่มขึ้นเรียกว่าเกิด “โค” (Dough) โคที่เกิดขึ้นจะมีทั้งความเหนียวและยืดหยุ่นและมีแรงต้านทานต่อการดึงยืด ยิ่งนวดมากขึ้นความเหนียวก็จะยิ่งสูงขึ้นจนถึงจุดหนึ่ง เรียกว่าโคได้มีการพัฒนา (develop) แล้ว

การผสม

อนุภาคของสตาร์ชในแป้งขนมปังจะมีลักษณะแน่นในกรณีไม่มีการผสม การซึมผ่านของน้ำเข้าไปในอนุภาคแป้งจะเป็นไปอย่างช้าๆ โดยวิธีการแพร่ การผสมเป็นการทำให้อนุภาคสตาร์ชขจัดสึกันเองจนแตกออกเป็นอนุภาคที่เล็กลง น้ำสามารถซึมผ่านได้ง่ายขึ้นและไปล้อมรอบโปรตีนและแป้ง ทำให้โปรตีนสามารถเกิดโครงสร้างเป็นกลูเตนขึ้น มีอนุภาคสตาร์ชเกาะอยู่ตามร่างแหของกลูเตนเกิดลักษณะที่ยืดหยุ่นและสามารถยึดเป็นแผ่นได้ เวลาที่ใช้นวดจนได้ความยืดหยุ่นสูงสุดจะเป็นเวลาที่เหมาะสมในการผสมเนื่องจากแป้งทุกอนุภาคและโปรตีนจะถูกล้อมรอบด้วยน้ำอย่างสมบูรณ์ เมื่อดูจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจะไม่เห็นอนุภาคสตาร์ชเกาะกันเป็นก้อนๆแต่จะเห็นเส้นใยโปรตีนเป็นร่างแหที่มีอนุภาคเล็กๆของแป้งเกาะอยู่ โดยทั่วไปกระบวนการพัฒนาของโคนั้นเป็นกระบวนการที่ผันกลับได้ดังสมการ



การที่โดมีคุณสมบัติดังนี้แสดงว่า พันธะของโดต้องไม่ใช่พันธะโควาเลนต์เนื่องจากพันธะโควาเลนต์เป็นพันธะที่แข็งแรง พันธะที่เกิดในโดอาจเป็นพันธะไฮโดรเจนหรือพันธะที่ชอบน้ำ (hydrophobic) หรือทั้งสองอย่าง

คุณสมบัติที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของโดคือ คุณสมบัติในการจับอากาศเข้าไว้ได้ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากความเหนียวของโด ในช่วงการผสมจะมีการจับอากาศไว้ประมาณครึ่งหนึ่งของทั้งหมด ปกติแล้วมักเป็นก๊าซในโตรเจน ช่วงนี้จะสำคัญมากเพราะจะเป็นการสร้างเซลล์อากาศ (air cell) เมื่อถึงช่วงหมัก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการหมักของยีสต์ก็สามารถแพร่เข้าไปในเซลล์อากาศนี้และเพิ่มปริมาตรขึ้นได้ ถ้าในช่วงผสมมีการจับอากาศได้น้อย จะได้ขนมปังที่เนื้อหยาบและมีเซลล์ขนาดใหญ่

การผสมโดบางครั้งอาจทำในสภาพสูญญากาศบางส่วน (partial vacuum) เช่น การผสมโดยกระบวนการชอร์ลีย์วูด (Chorleywood process) เพราะการผสมในสภาพนี้มีความกดอากาศต่ำ ฟองอากาศจะเกิดขึ้นได้เร็วและเป็นจำนวนมาก จึงได้ขนมปังที่มีเนื้อละเอียดกว่าปกติ

การผสมที่มากเกินไป

หลังจากจุดที่โดเกิดความยืดหยุ่นสูงสุดแล้ว ถ้ายังคงผสมต่อไป โดที่ได้จะเริ่มนุ่มเหนอะหนะ ซึ่งเรียกว่าโดเกิดการแตกสลาย สาเหตุเกิดจากแรงเฉือน (shear thinning) ที่เกิดขึ้นขณะผสม ทำให้โมเลกุลของโปรตีนมีสายยาววางตัวในทิศทางเดียวกับการไหลของโด ทำให้แรงต้านทานการผสมลดลง นอกจากนี้ยังพบว่า การผสมที่มากเกินไปเป็นกระบวนการออกซิเดชันเพราะลักษณะนี้จะไม่เกิดในสภาพที่ไม่มีก๊าซออกซิเจน การเติมสารประกอบที่ไม่อิมิตัว เช่น กรดฟูมาริก และสารออกซิไดซ์ที่ทำปฏิกิริยาเร็ว เช่น โพแทสเซียมไอโอเดต สามารถเพิ่มอัตราการสลายตัวของโด

การหมัก

ยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตที่หลังจากเจริญเติบโตระยะหนึ่ง หากเกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต เช่น ความแห้งแล้งหรืออุณหภูมิต่ำจะเข้าสู่ระยะพักตัว ซึ่งหลักการนี้ใช้ในการผลิตยีสต์สำหรับการผลิตขนมปัง (baker yeast) โดยการผลิตยีสต์แห้งซึ่งยังมีชีวิตอยู่ (active dry yeast) โดยการลดความชื้นหรือทำให้แห้ง และผลิตยีสต์อัดเป็นแท่ง (compressed yeast) เมื่อผสมยีสต์เข้ากับน้ำในขั้นตอนการทำเป็นโดนั้น ยีสต์จะเริ่มเข้าสู่สภาวะที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตและออกจากสภาพพักตัวมาเป็นสภายีสต์ซึ่งมีชีวิต สามารถทำให้เกิดการหมักได้ทั้งในสภาพมีและไม่มีอากาศ ในกระบวนการผลิตยีสต์จะเป็นแบบมีอากาศ แต่สำหรับกระบวนการผลิตขนมปังและผลิตเหล้าจะเป็นแบบไม่มีอากาศ ซึ่งปริมาณการเติบโตของยีสต์จะเกิดขึ้นน้อยมากในระหว่างการหมัก

ยีสต์ที่ผลิตทางการค้ามักมีการปนเปื้อนโดยจุลินทรีย์ โดยเฉพาะพวกแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติก ซึ่งมีความสำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์พวกแครกเกอร์ และโดเปรี้ยว (sourdough) แต่จะมีผลน้อยในขนมปังต่างๆไป

ขณะหมัก ก๊าซออกซิเจนในโดจะถูกยีสต์และแบคทีเรียใช้ไปอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการหมัก หลังจากนั้นกระบวนการหมักจะเป็นแบบไม่มีอากาศ ผลิตภัณฑ์หลักที่ได้จากกระบวนการหมักของยีสต์คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเอทานอล ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะละลายน้ำทำให้ความเป็นกรดต่ำของโดลดต่ำลง ช่วงแรกของการหมักจะพบว่า เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยเนื่องจากยีสต์เพิ่งจะปรับตัวเข้าสู่สภาวะแวดล้อมใหม่และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น ก็จะละลายไปกับเฟสที่เป็นของเหลวของโด เมื่อเฟสที่เป็นของเหลวนั้นอิ่มตัวไปด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกปล่อยออกมาในสภาพก๊าซและกักเก็บไว้ในเซลล์อากาศทำให้โดฟองตัวออก

สภาพที่ใช้ในการหมักโดควรสะอาดและปราศจากกลิ่น มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ คือ อุณหภูมิ 78–80°F. ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70–80 เพื่อป้องกันไม่ให้ผิวหนังของโดเปื่อยหรือแห้งเกินไป ถ้าไม่มีห้องหมักควรใช้ผ้าขาวบาง ผ้าใบ ถุงพลาสติกคลุมไว้ ถ้าไม่มีเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น ให้ใช้หม้อต้มน้ำแล้วใส่ไว้ในห้องหรือตู้หมัก ห้องหมักมีความจำเป็นอย่างยิ่งในประเทศที่มีอากาศหนาว แต่ประเทศเราไม่ค่อยเกิดปัญหานี้เนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงอยู่แล้ว อาจหมักไว้ที่อุณหภูมิห้องแล้วคลุมด้วยผ้าเปียกหมาดๆ

การหมักโดที่อุณหภูมิต่ำ ควรเพิ่มปริมาณยีสต์ เพิ่มอุณหภูมิของโด และยืดเวลาในการหมัก ถ้าอากาศร้อนควรลดปริมาณของยีสต์ลง ลดอุณหภูมิของยีสต์ลงประมาณ 3–4°C. และใช้เวลามากขึ้นๆ การหมักโดที่นานเกินไปจะได้โดที่แฉะ อ่อน แห้งเร็ว เนื้อผลิตภัณฑ์ร่วน ปริมาตรต่ำ สีเปลือกเข้ม กลิ่นรสไม่ดี เนื้อในเป็นสีเทา มีรูห่าง

วิทยากระแสของโด

วิทยากระแส (rheology) คือ การศึกษาความสามารถของโดในการยืดหยุ่น (elasticity) การขยายตัว (expansibility) และความหนืด (viscous) ปกติแล้วโดจะมีลักษณะไหลหนืด (viscous flow) และยืดหยุ่น ซึ่งจะตรวจสอบง่ายๆ โดยวิธีทดสอบการขยายตัว (spread test) ซึ่งทำได้โดยการนำแป้งมาผสมจนเป็นโด นำมาหมักแล้วจึงนำมาทดสอบค่าอัตราขยายตัว (spread ratio) จะเป็นการวัดการขยายตัวของโดโดยดูจากอัตราส่วนความกว้างต่อความสูง (W/H) เมื่อตั้งโดทิ้งไว้ระยะหนึ่งโดที่มีความยืดหยุ่นสูงจะมีค่าอัตราขยายตัวต่ำกว่าโดที่มีความยืดหยุ่นต่ำ ปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อวิทยากระแสของโด

1. ยีสต์ การเติมยีสต์ลงไปจะทำให้ค่าอัตราขยายตัวลดลงเรื่อยๆ แสดงว่า ยีสต์มีผลต่อวิทยากระแสของโดคือ ทำให้ความยืดหยุ่นเพิ่มมากขึ้น ซึ่งก็เป็นเช่นเดียวกับการเติมสารออกซิไดส์ แสดงว่า ยีสต์ให้ผลเปรียบเหมือนการออกซิไดส์เช่นเดียวกัน
2. สารออกซิไดส์ ดังได้กล่าวมาแล้วว่า สารออกซิไดส์มีผลต่อวิทยากระแสของโด สารดังกล่าวได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สารออกซิไดส์ที่ให้ออกซิเจนเร็ว ได้แก่ โพแทสเซียมเปอร์ออกไซด์ อะโซไดคาร์บอเนต เป็นสารที่ให้ผลเร็ว จะให้ผลตั้งแต่ช่วงผสม
 - โพแทสเซียมโบรเมต จะไม่มีผลในช่วงผสมแต่จะมีผลในช่วงการหมัก ซึ่งเกิดจากความเป็นกรดต่ำที่ลดลงในช่วงการหมัก โพแทสเซียมโบรเมตทำปฏิกิริยาได้ดีในช่วงความเป็นกรดต่ำ
 - กรดแอสคอร์บิก ให้ผลเร็วและขึ้นกับเวลา สารออกซิไดส์จะช่วยให้สมบัติในการไหลหนืดลดลงในช่วงการหมัก ทำให้โดยยยตัวจนเต็มพิมพ์
3. ความเป็นกรดต่ำของโด การเปลี่ยนความเป็นกรดต่ำช่วงการหมักมีผลต่อวิทยาการผสมของโด โดที่เพิ่งออกจากเครื่องผสมจะมีความเป็นกรดต่ำของโดประมาณ 6 ระหว่างการหมักความเป็นกรดต่ำของโดจะลดลงเหลือประมาณ 5 ปัจจัย ที่ทำให้ความเป็นกรดต่ำของโดลดลงเกิดจากการละลายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้เกิดกรดคาร์บอนิก ปัจจัยที่สองเกิดจากการที่แบคทีเรียในโด โดยเฉพาะแบคทีเรียที่สร้างกรดแลคติกสร้างกรดอินทรีย์ขึ้นมา พบว่าความเป็นกรดต่ำของโดยิ่งต่ำ เวลาที่ใช้ในการผสมก็จะต่ำลง เป็นหลักการที่นำไปใช้ในการผสมขนมปังแบบสปันจ์-โด ซึ่งปล่อยให้มีการหมักก่อนการผสมซึ่งทำให้ความเป็นกรดต่ำของโดลดลงเป็นผลทำให้เวลาในการผสมลดลงไปด้วย

การเก็บรักษาก๊าซไว้ในโด

ในขณะที่ผสม อากาศจะถูกตีผสมเข้าไปในโดทำให้เกิดฟองอากาศเล็กๆ ในช่วงแรกก๊าซในโดรเจนจะเป็นก๊าซที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากไม่ละลายน้ำ จึงได้ฟองอากาศใหญ่กว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจนที่สามารถละลายน้ำได้ เมื่อถึงจุดผสมที่เหมาะสมจะมีอากาศเพียงครั้งเดียวเท่านั้นที่ยังคงอยู่ การทำให้เกิดฟองอากาศขนาดเล็กละเอียดและมีปริมาณมากขึ้นทำได้โดยการไล่ลม หรือนวดโดอีกครั้งหนึ่ง การหมักภายใต้สภาวะสูญญากาศซึ่งความดันต่ำทำให้ฟองอากาศมีขนาดใหญ่ขึ้น หรือการใช้สารลดแรงตึงผิวทำให้เกิดฟองอากาศได้ง่ายขึ้น

ในการผสมโด ส่วนของกลูเตนจะเป็นส่วนที่ไม่ละลายน้ำ แต่จะดูดซับน้ำไว้ในตัวอย่างมาก ถือเป็นเฟสที่สม่ำเสมอ แต่แป้งและเซลล์อากาศจะเป็นเฟสที่ไม่สม่ำเสมอ โดยที่เซลล์ของยีสต์และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักได้แก่ น้ำตาล กรดอินทรีย์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กระจายอยู่ทั่วไปในเฟสที่เป็นของเหลว ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถ้าละลายในเฟสที่เป็นของเหลวจนอิ่มตัวแล้วก็อยู่ในรูปก๊าซแทรกเข้าไปในเซลล์อากาศที่มีอยู่แล้วจากการผสม ทำให้ปริมาตรโดสูงขึ้นหรือ เรียกว่าโดพัฒนาเต็มที่แล้ว

การไล่อากาศ

ในขั้นตอนการหมักแบบปกติแล้วมักมีการไล่ลมและคลึงโดใหม่ เพราะขณะหมักเซลล์อากาศจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ การไล่ลมเป็นการทำให้เซลล์อากาศเกิดขึ้นอย่างมากมายและสม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การไล่อากาศและการคลึงโดยังคงเป็นการกระจายยีสต์ไปยังจุดต่างๆที่ยังไม่ได้มีการหมักอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังเป็นการทำให้โดมีอุณหภูมิสม่ำเสมอทั้งก้อน ไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ส่วนที่มากออกไปและรับอากาศใหม่เข้ามาแทนที่ ทำให้ยีสต์สามารถทำงานได้ดีขึ้น

การลดปริมาตรจะกระทำเมื่อหมักโดไปได้ร้อยละ 80 ของระยะเวลาที่ใช้หมัก การทดสอบว่าพร้อมจะไล่ลมแล้วหรือไม่ ทำโดยการแตะนั้นวลบนโดถ้ารอยนิ้วถูกดันขึ้นมาจนไม่เห็นรอยที่กดลงไปแสดงว่ายังหมักไม่ได้ที่ควรหมักต่อ ถ้าเป็นรอยนิ้วแต่ไม่ถูกดันกลับขึ้นมา แสดงว่าหมักนานเกินไปการหมักที่เหมาะสมก็คือรอยนิ้วจะต้องค่อยๆถูกดันขึ้นมาแต่ยังคงเห็นเป็นรอยนิ้วติดอยู่ ปกติการหมักจะใช้เวลาประมาณ 60-65 นาที การไล่ลมไม่ควรทำหลายครั้งเพราะจะทำให้โดเหนียว

การพักโด

ก่อนจะม้วนโดลงพิมพ์ควรมีการคลึงและพักโดไว้ประมาณ 8-15 นาที เพื่อให้โดคลายตัว ซึ่งมีข้อดีดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์มีรูปร่างได้สัดส่วน และมีขนาดสม่ำเสมอ
2. ไล่ลมในพิมพ์ได้ง่าย เพราะโดจะอ่อนตัว บั่นง่ายและไม่หดกลับ
3. เนื้อของผลิตภัณฑ์สม่ำเสมอ ได้เซลล์ที่มีขนาดเล็กสม่ำเสมอ
4. กลูเตนจะยืดตัวอย่างช้าๆ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรสูงขึ้น
5. ผิวเปลือกนอกโดเรียบเนียน ทำให้สามารถหุ้มอากาศไว้ได้ดี
6. ไล่อากาศที่เซลล์เก็บไว้ ออก เซลล์มีขนาดเล็กลง

การอบ

ขณะนำโดเข้าเตาอบ ผิวหน้าของโดจะสัมผัสโดยตรงกับความร้อนของเตาอบทำให้เกิดเปลือกเกือบจะทันที สาเหตุเกิดจากการแห้งของผิวหน้าโด การเกิดเปลือกไม่เกี่ยวกับการกักเก็บก๊าซของขนมปัง ซึ่งการกักเก็บก๊าซจะเกี่ยวกับคุณสมบัติภายในของโดไม่ใช่ผิวหน้า ในเวลาเพียงไม่กี่นาทีโดจะขยายตัวเร็วมาก เรียกว่า เกิด over-spring เกิดขึ้นเนื่องจากการขยายตัวของอากาศภายในเซลล์อากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายได้น้อยลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ก็จะอยู่ในสถานะก๊าซมากขึ้น ยีสต์ทำงานมากขึ้นที่อุณหภูมิสูงขึ้น (แต่ไม่เกิน 43°C .) สารอื่นๆ เช่น แอลกอฮอล์และน้ำจะระเหยที่อุณหภูมิสูงขึ้น ช่วงหลังๆของการอบจะเกิดสีน้ำตาลขึ้นที่เปลือกขนมปัง เนื่องจากปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นได้เร็วในสภาวะที่แห้ง

การเกิดสีน้ำตาลในขนมปังเกิดจากปฏิกิริยา 2 แบบคือ

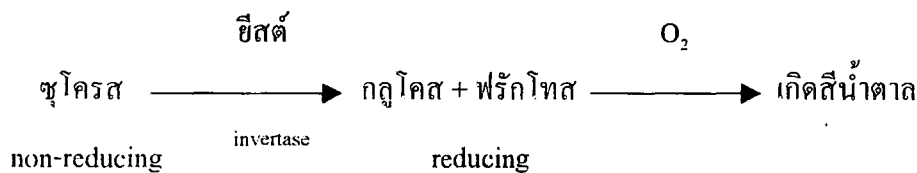
1. ปฏิกิริยามิลลาร์ด (Millard-type reaction)

ปฏิกิริยานี้จะมีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกขนมปัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการสงวนสิทธิ์ในทางอื่น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่โดยไม่แจ้งความยินยอมจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

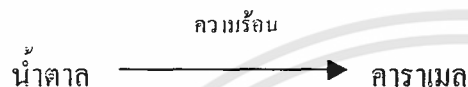
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง



2. ปฏิกิริยาคาราเมลไลเซชัน (Caramalization)

ปฏิกิริยานี้จะมีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกขนมปังน้อย



การอบขนมปังควรอบที่อุณหภูมิ 400-500°ฟ. (205-206°ซ.) ใช้เวลา 25-60 นาที ขึ้นกับชนิดของขนมปัง ในช่วงแรกๆของการนำขนมปังเข้าอบ ยีสต์ยังคงทำงานอยู่ ปกติยีสต์จะหยุดทำงานที่ 43°ซ. และจะตายที่อุณหภูมิ 54°ซ. จึงยังคงมีการผลิตก๊าซอยู่ แป้งเกิดการเจลาติไนซ์ที่อุณหภูมิ 149°ฟ. เป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์สุดท้าย เปลือกนอกของโคจะแห้งและแข็งเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและมีความมันเงา ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีโครงสร้างที่ดีคือ ภายนอกแห้งแข็งแต่ภายในโปร่งเบาและนุ่ม

อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบขึ้นอยู่กับ

1. ขนาดและรูปร่างของผลิตภัณฑ์

- ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ ต้องให้ความร้อนอย่างช้าๆ คือใช้อุณหภูมิต่ำ แต่อบเป็นเวลานาน ป้องกันไม่ให้เปลือกนอกไหม้ก่อนที่ข้างในจะสุก
- ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก อุณหภูมิที่ใช้ในการอบต้องสูงขึ้นแต่ใช้เวลาในการอบสั้น เพื่อให้เปลือกนอกและในสุกพร้อมกัน

2. ปริมาณน้ำตาลที่มีในโค

- สูตรที่มีน้ำตาลสูงต้องใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อป้องกันการไหม้ของเปลือกนอก
- สูตรที่มีน้ำตาลต่ำ ต้องใช้อุณหภูมิต่ำให้สูงขึ้น
- สูตรที่มีนมผง ควรใช้อุณหภูมิต่ำ
- ขนมปังที่มีเปลือกหนาและแข็งเช่น ขนมปังฝรั่งเศส ซึ่งมีปริมาณน้ำตาลและไขมันต่ำ ต้องใช้เวลาในการอบนานขึ้นและใช้อุณหภูมิสูงกว่าขนมปังธรรมดา

ผลของการอบ เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติด้านสี กลิ่น รส และโครงสร้าง การอบขนมปังไม่สุกจะได้ขนมปังที่กลิ่นรสไม่ดี ขนมปังลึ้ม ตัดเป็นชั้นยาก

การใช้ไอน้ำในเตาอบ ขนมปังบางชนิดต้องการเปลือกที่มีลักษณะแข็ง กรอบ และเป็นมันเงา เช่น ขนมปังฝรั่งเศส ต้องการความชื้นในระหว่างการอบ เตาอบที่ใช้ควรมีที่ฉีดพ่นไอน้ำ ปริมาณความชื้นที่ใช้ควรจะต้องพอเหมาะ เพราะถ้าใช้ไอน้ำมากเกินไป เปลือกนอกขนมปังจะเหนียว

การเสื่อมคุณภาพของขนมปัง

คุณภาพของขนมปังที่ดีที่สุดคือ ขนมปังที่เพิ่งออกจากเตาอบใหม่ๆ ยิ่งตั้งทิ้งไว้นานเท่าใดคุณภาพก็จะยิ่งลดลงมากเท่านั้น การเปลี่ยนแปลงที่เกิดลักษณะที่ไม่ต้องการขึ้นนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาเรียกว่า การเสื่อมคุณภาพ (staling)

การเสื่อมคุณภาพทำให้เกิดคุณลักษณะดังต่อไปนี้ในขนมปังคือ

1. การทำให้เปลือกขนมปังแข็งและเหนียว
2. เนื้อในขนมปังจะแน่นขึ้น
3. กลิ่นรสจะน้อยลง
4. เนื้อขนมปังจะมีความชุ่มมากขึ้น
5. ปริมาณสารที่ละลายได้จะลดลง

เค้ก

เค้กเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ขึ้นฟูด้วยสารเคมีและหรืออากาศ ทำจากแป้งสาลี น้ำตาล ไข่ ผงฟู ไขมัน น้ำมัน ไข่ และกลิ่นรส ส่วนผสมเหล่านี้เมื่อรวมกันจะได้แป้งผสมที่มีลักษณะเป็นของเหลวข้น ง่ายที่จะขึ้นฟูได้ และเมื่อนำส่วนผสมนี้ไปอบจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อละเอียด ฟูและเบา ความสัมพันธ์โดยทั่วไป ของส่วนผสมเหล่านี้จะต้องนำมาทำให้มีความสมดุลกันตามชนิดของเค้กที่จะทำ สำหรับคุณภาพของเค้กนั้นอาจแปรเปลี่ยนตามส่วนผสมที่ใช้และสูตรที่สมดุล

ส่วนผสมที่ทำให้เกิดโครงสร้างของเค้ก ได้แก่ แป้ง ไข่ และน้ำมัน ส่วนพวกที่ทำให้เค้กมีความนุ่มได้แก่ น้ำตาล ไขมันและผงฟู

เค้กแบ่งเป็น 3 ประเภทคือ

1. เค้กเนย (batter type cake) เป็นเค้กที่มีปริมาณของไขมันสูง การขึ้นฟูของเค้กเกิดจากการตีไขมัน โดยไขมันจะเก็บอากาศเข้าไปซึ่งจะขยายตัวในระหว่างการอบ ได้แก่ บัตเตอร์เค้ก ช็อกโกแลตบัตเตอร์เค้ก ฟรุตเค้ก
2. เค้กไข่ (foam type cake) เป็นเค้กที่มีการขึ้นฟูด้วยการขยายตัวของไข่ที่นำมาตีจนเป็นฟอง เค้กประเภทนี้จะไม่มีส่วนผสม ไขมัน ได้แก่ แองเจิลฟูคเค้ก สปันจ์เค้ก
3. เค้กชิฟฟอน(chiffon type cake) เป็นเค้กที่มีส่วนผสมของไขมันและไข่ ต่างจากเค้กเนยตรงที่ไขมันที่ใช้ในเค้กชิฟฟอนนั้นเป็นน้ำมันสลัดหรือน้ำมันพืชอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทำเค้ก

เค้กแต่ละประเภทมีวิธีผสมที่ต่าง ๆ กัน เช่น

เค้กเนย มีวิธีผสมหลายวิธี ได้แก่ วิธีตีครีม วิธีคนผสม วิธีผสม 2 ขั้นตอน และวิธีผสมรวม ที่นิยมใช้มากที่สุดได้แก่ วิธีตีครีม ซึ่งเป็นวิธีที่นำไขมันกับน้ำตาลมาตีรวมกันจนส่วนผสมอยู่ในสภาพที่อ่อนตัวปานกลาง มีลักษณะเป็นครีมที่ขึ้นฟู เบา และเข้ากันเป็นเนื้อเดียว ค่อยๆเติมไข่ ลงไปที่ละฟอง ผสมต่อจนส่วนผสมเข้ากันอย่างทั่วถึง จึงเติมของเหลวและแป้งทั้งหมดที่ใช้ในส่วนผสมลงไป โดยตีผสมกลับกันเริ่มต้นด้วยแป้งและสิ้นสุดลงด้วยแป้ง ผสมต่อไปจนส่วนผสมเรียบเนียนจึงเทใส่พิมพ์ที่ทำไขมันไว้ สำหรับวิธีคนผสม มีวิธีผสมโดยผสมแป้งกับไขมัน จนเป็นเม็ดเล็ก ๆ จึงเติมส่วนผสมแห้งอื่นๆลงไป เติมของเหลวที่ใช้ซึ่งรวมทั้งไข่ แล้วตีผสมต่อจนส่วนผสมทั้งหมดเข้ากันดี จึงเทไข่ใส่ลงในพิมพ์ที่ทำไขมันไว้ วิธีนี้ใช้สำหรับผสมเค้กเนยที่มีส่วนผสมของน้ำตาลและน้ำในปริมาณที่สูงกว่าแป้ง ซึ่งเรียกว่า ไฮ-เรโซเค้ก (high-ratio cake)

เค้กไข่ ได้แก่ แองเจิลฟูเค้กซึ่งใช้เฉพาะไข่ขาว กับสปันจ์เค้กซึ่งใช้ไข่ทั้งฟอง นำไขมันมาตีกับน้ำตาลจนขึ้นเป็นฟองละเอียดหนา หลังจากนั้นจึงเติมแป้งและของเหลวลงไปผสมให้เข้ากัน จึงเทใส่พิมพ์

เค้กชิฟฟอน วิธีทำแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน มีการแยกไข่ขาวออกจากไข่แดง ขั้นตอนแรก ผสมไข่แดงที่แยกออกมาแล้วกับส่วนผสมอื่นๆได้แก่ แป้ง น้ำตาลส่วนหนึ่ง ผงฟู เกลือ น้ำมันพืช และน้ำหรือน้ำผลไม้ ผสมจนส่วนผสมเรียบเนียนไม่เป็นก้อน ขั้นตอนที่สอง ตีไข่ขาวที่แยกออกมากับน้ำตาลอีกส่วนหนึ่งจนเป็นฟองละเอียดหนาแข็งตัวแต่ไม่แห้ง แล้วค่อยๆเทส่วนผสมขั้นตอนแรกลงบนไข่ขาวที่ตีแล้ว คนตะล่อมเบาๆจนส่วนผสมเข้ากันดี เทใส่ในพิมพ์ที่ไม่ต้องทาไขมัน

คุกกี้

คุกกี้เป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ขนมอบที่มีสูตรการทำคล้ายเค้ก มีลักษณะโดนุ่ม (soft dough) แต่ในสูตรจะมีส่วนผสมของน้ำหรือของเหลวน้อยกว่าเค้ก ผลิตภัณฑ์จึงมีลักษณะแข็งและกรอบเป็นส่วนใหญ่

ส่วนผสมของคุกกี้ประกอบด้วย แป้งสาลี น้ำ สารให้ความอ่อนตัวคือไขมัน สารให้ความพองตัว เช่น ผงฟู ยีสต์ โซดา สารให้รสชาติ คือ เกลือ น้ำตาล นม และสารปรุงแต่งอื่นๆ เช่น ถั่ว ผลไม้แห้ง โกโก้ ลูกนัต สี และกลิ่นรส โดยมีแป้งสาลีเป็นองค์ประกอบหลักมากถึงร้อยละ 80 หรือมากกว่า จึงมีผลกระทบโดยตรงต่อลักษณะโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นจึงควรเลือกแป้งที่มีคุณลักษณะและคุณภาพเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์คุกกี้ เช่น แป้งเอนกประสงค์

คุกกี้ทำจากแป้งสาลีชนิดอ่อนมีโปรตีนประมาณร้อยละ 7-9 ลักษณะสูตรหรือส่วนผสมต้องเหมาะสมกับลักษณะเครื่องตัดหรือการขึ้นรูปของคุกกี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.ผลิตภัณฑ์ขนมอบเสริมไฟเบอร์จากแหล่งวัตถุดิบอื่นๆ

เพลินใจ (2536) ได้ศึกษาปริมาณใยอาหารในขนมปังที่ผสมแป้งถั่วแดงหลวง รำข้าวเจ้า กากถั่วเหลืองและงาขาวในปริมาณร้อยละ 30 15 30 และ 25 ของน้ำหนักแป้งสาลีตามลำดับพบว่า มีปริมาณใยอาหารระหว่าง 7.4 –13.4 กรัม ต่อน้ำหนัก 100 กรัม เปรียบเทียบกับขนมปังสูตรปกติมีปริมาณ 3.06 กรัมต่อน้ำหนัก 100 กรัม และคุกกี้ที่ผสมกากมะพร้าว กากและเปลือกถั่วเหลือง เห็ดหูหนู วิตามิน และเมล็ดทานตะวัน ปริมาณร้อยละ 50 60 30 70 และ 70 ของน้ำหนักแป้งสาลีตามลำดับพบว่า มีปริมาณใยอาหารอยู่ในช่วง 7.76 – 20.82 กรัม ต่อน้ำหนัก 100 กรัม ขณะที่คุกกี้สูตรปกติมีปริมาณ 2.7 กรัม ต่อน้ำหนัก 100 กรัม และพบว่าขนมปังที่ผสมแหล่งของใยอาหารจะมีปริมาตรลดลง ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะขนมปังผสมกากถั่วเหลืองจะมีปริมาตรโดยเฉลี่ยน้อยสุด ความหนาแน่นมากที่สุด การดูดซับน้ำ (Water Absorption Index หรือ WAI) สูง ขึ้นขณะที่ขนมปังชนิดอื่นๆ มีค่า WAI ต่ำกว่าขนมปังสูตรปกติ จากการวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง instron พบว่าขนมปังที่ผสมวัตถุดิบอันเป็นแหล่งใยอาหารจะมีความแข็ง (hardness) มากขึ้นและความยืดหยุ่น (springiness) ลดลง ส่วนผลการศึกษาลักษณะที่คุกกี้ผสมแหล่งของใยอาหารชนิดต่างๆ พบว่าความหนาแน่นจะลดลง การขยายตัวของคุกกี้จะเพิ่มขึ้นมากกว่าสูตรปกติ ยกเว้นคุกกี้ผสมกากมะพร้าว และคุกกี้ผสมกากและเปลือกถั่วเหลืองที่มีการขยายตัวลดลง ค่า WAI ของคุกกี้ทุกชนิดเพิ่มมากกว่าคุกกี้สูตรปกติ ความแข็งของคุกกี้ที่วัดโดยเครื่อง instron จะลดลง

ศิริพร (2535) ได้ศึกษาการใช้เส้นใยจากแกนสับปะรดทดแทนแป้งสาลีในเค้ก โดยการใช้แทนที่ แป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 30, 40 และ 50 เมื่อนำเค้กนั้นไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าปริมาณเส้นใยแกนสับปะรดที่ใช้ในเค้กร้อยละ 30 เหมาะสมที่สุด และเมื่อปริมาณเส้นใย แกน สับปะรดเพิ่มขึ้นคะแนนการยอมรับมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากจากคุณสมบัติการอุ้มน้ำของแกนสับปะรดทำให้ความชื้นของเค้กเพิ่มขึ้น และเส้นใยแกนสับปะรดมีผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสและสีของเค้กเปลี่ยนไป

วิภาและคณะ (2542) ได้ศึกษาผลการเติมเซลลูโลสผงจากเปลือกถั่วเหลืองหรือกากดอกกระเจียวที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชีฟฟอนเค้ก และคุกกี้ โดยใช้ทดแทนแป้งเค้กและแป้งสาลีเอนกประสงค์ในปริมาณร้อยละ 2-10 และ 5-15 โดยน้ำหนักตามลำดับ พบว่า ชีฟฟอนเค้กที่เติมเซลลูโลสผงปริมาณร้อยละ 8 จะมีค่าปริมาตร ความแน่นเนื้อ (firmness) และแรงต้านต่อการแทงทะลุ (penetration force) เปลี่ยนไปจากสูตรปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเติมเซลลูโลสผงในปริมาณที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้คะแนนของคุณภาพด้านประสาทสัมผัสลดลง ชีฟฟอนเค้กที่เติมเซลลูโลสผงจากเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถั่วเหลืองปริมาณร้อยละ 6 และจากกากคอกกระเจี๊ยบไม่เกินร้อยละ 8 ยังคงมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีปริมาณใยอาหาร (crude fiber) เพิ่มจากสูตรปกติซึ่งมีค่า 0.51 เป็น 1.53 และ 2.44 กรัม/ 100 กรัม ตามลำดับ สำหรับคุกกี้ที่ไม่มีการเติมและเติมเซลลูโลสผง ปริมาณร้อยละ 5-15 จะให้ค่าความหนาแน่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คุกกี้ที่เติมเซลลูโลสจะมีค่าการขยายตัวลดลงและมีความแข็งเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามคุกกี้ที่เติมเซลลูโลสผง ปริมาณร้อยละ 10 ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และผลิตภัณฑ์มีค่าปริมาณใยอาหารในช่วง 2.38 - 2.54 กรัม/100 กรัม

รุ่งนภา (2538) ได้ศึกษาการสกัดใยอาหารจากเปลือกโกโก้และประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์คุกกี้ พบว่าเปลือกโกโก้สามารถนำมาเสริมในผลิตภัณฑ์คุกกี้โดยทดลองทดแทนแป้งในอัตราส่วน ร้อยละ 0 , 5, 10, 15 และ 20 แล้วทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในปัจจัยลักษณะปรากฏ สีเปลือกปลอม กลิ่นเนย กลิ่นเปลือกปลอม ความร่วน ความรู้สึกรับเป็นทรายภายในปาก ความฝาด และความรู้สึกรับหลังการกลืน โดยผู้บริโภคที่ผ่านการฝึกฝน พบว่าการทดแทนแป้งด้วยใยอาหาร ร้อยละ 5 จะให้ผลไม่แตกต่างทางสถิติจากชุดควบคุม ($p < 0.05$) สำหรับการทดสอบความชอบรวมของผู้บริโภคทั่วไปมีคะแนนความชอบในระดับเล็กน้อยถึงชอบมาก โดยที่คะแนนความชอบรวมจะลดลง เมื่อทดแทนแป้งด้วยใยอาหารในปริมาณเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามคะแนนความชอบของชุดที่ทดแทนแป้งด้วยใยอาหารร้อยละ 5 เท่านั้นที่ผู้บริโภคไม่สามารถชี้ความแตกต่างจากคุกกี้ชุดควบคุม ($p < 0.05$)

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

1. วัสดุดิบ

1. แป้งสาลีตราหงส์ขาว บริษัท ยูโนเด็คฟลาวมิลล์ จำกัด
2. แป้งสาลีตราพัดโบก บริษัท ยูโนเด็คฟลาวมิลล์ จำกัด
3. แป้งสาลีตราว่าว บริษัท ยูโนเด็คฟลาวมิลล์ จำกัด
4. ชั่งขนุนผง
5. น้ำตาลทรายขาว บริษัทมิตรผล จำกัด
6. เกลือปรุงรูกีฬ
7. ยีสต์
8. นมผงขาลมันเนย
9. เนยขาว
10. เนยสคออร์ลิด
11. ไข่ไก่
12. น้ำ
13. ผงฟูรอซัล
14. วานิลาวินเนอร์

2. อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อน หก.บี.ดับบลิว เอส.เทรคคิง รุ่น BWS3
2. เตาอบ บริษัทกล้วยน้ำไทยเตาอบ
3. เครื่องปั่น (blender) National Model MX - T110PN
4. เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser, TA – XT2I)
5. เครื่องผสมแป้ง KitchenAid DIV. HOBART
6. เครื่องชั่งน้ำหนัก
7. ตู้บ่มขนมปัง
8. ตะแกรงร่อนแป้งชนิดละเอียด
9. ตะแกรงวางขนม
10. ถาดวางพิมพ์
11. พิมพ์ใส่ขนม

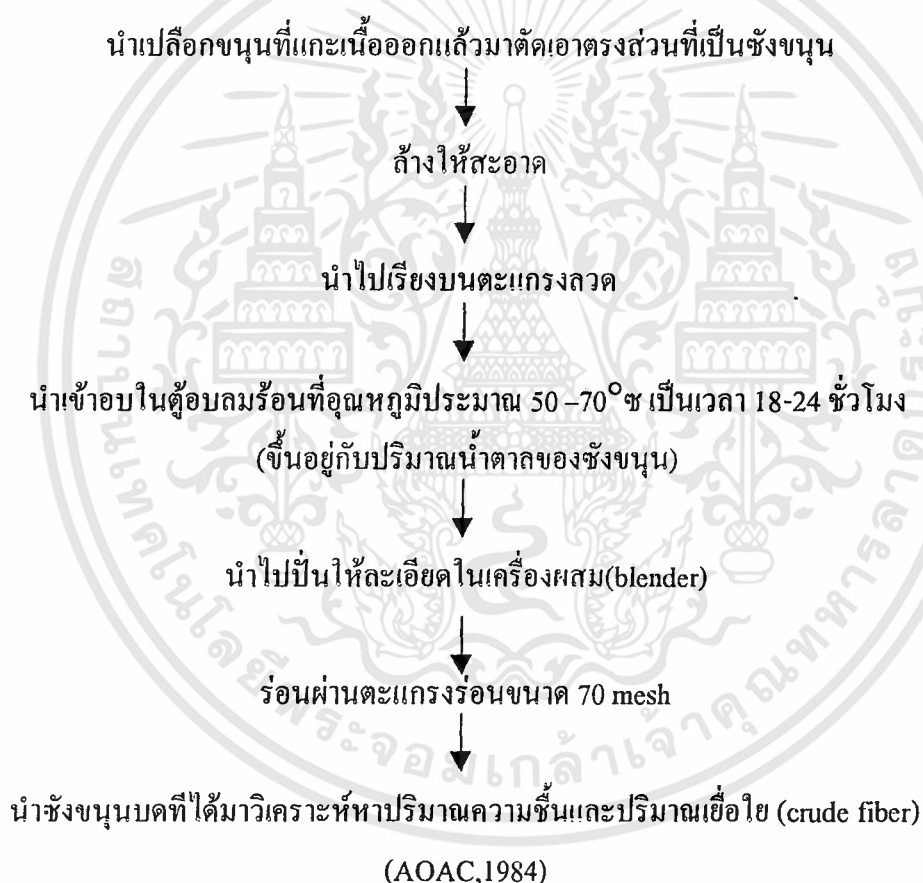
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ซ้อนดวง
13. ถ้วยดวง
14. พายพลาสติก
15. กะละมัง

3. วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมซังขนุนผง

การเตรียมซังขนุนผงที่ใช้ในการทดลอง มีขั้นตอนการผลิตดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ขั้นตอนการเตรียมซังขนุน

3.2 การทดลองทดแทนแป้งสาลีด้วยชงขนุนผง

3.2.1 การทดแทนแป้งสาลีด้วยชงขนุนผงในขนมปัง

เตรียมขนมปังโยอาหารสูงจากขนมปังสูตรปกติ โดยการเติมชงขนุนผงลงไปทดแทนใน ส่วนของแป้งสาลี ในปริมาณร้อยละ 0 5 10 และ 15 โดยน้ำหนัก นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี scoring test และ hedonic scale ใช้ระดับคะแนนการยอมรับ 5 ระดับคือ 1-5 ซึ่งมีปัจจัยในการตัดสินใจคือ ความชอบสี ความชอบกลิ่น รสชาติ ขนาดของโพรงอากาศ ความนุ่ม และการยอมรับรวมถึงแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ค ใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส คือนักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 25 คน โดยใช้แผนการทดลองแบบ RCBD และวิเคราะห์ความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New multi-Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

จากนั้นวัดเนื้อสัมผัสของขนมปังด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) โดยใช้หัววัดขนาด (P/75) ทำการเตรียมตัวอย่างขนมปังให้มีขนาด 3.5 x 4 x 2.5 ซม. แล้วนำไปวัดที่เครื่องวัดเนื้อสัมผัส โดยวางให้ตรงกับหัววัดที่ตกลงตรงกลางชั้นขนมปังพอดี ทำการทดลองวัด 4 ซ้ำ วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของขนมปังจากแต่ละการทดลองด้วยแผนการทดลองแบบ CRD 4 ระดับ

3.2.2 การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งชงขนุนในเค้ก

เตรียมเค้กโยอาหารสูงกว่าเค้กสูตรปกติ โดยการเติมชงขนุนผงลงไปทดแทนส่วนของแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 0 15 20 และ 25 โดยน้ำหนัก นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส และวัดเนื้อสัมผัสเช่นเดียวกับข้อ 3.2.1 และเตรียมตัวอย่างเค้กให้มีขนาด 4 x 5 x 2.5 ซม.

3.2.3 การทดแทนแป้งสาลีด้วยผงชงขนุนในคุกกี้

เตรียมคุกกี้โยอาหารสูงกว่าคุกกี้สูตรปกติ โดยการเติมชงขนุนผงลงไปทดแทนส่วนของแป้งสาลี ในปริมาณร้อยละ 0 20 30 และ 40 โดยน้ำหนัก นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส และวัดเนื้อสัมผัสเช่นเดียวกับข้อ 3.2.1 แต่เปลี่ยนหัววัดเป็นขนาด P/0.25S และทำการทดลองตัวอย่างละ 8 ซ้ำ

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นและปริมาณเยื่อใย (crude fiber) ของชังขนุนผง

การนำชังขนุนมาอบแล้วบดละเอียด และร่อนผ่านตะแกรงร่อนแป้งขนาด 70 mesh ทำให้มีขนาดอนุภาคใกล้เคียงกับแป้งสาลี เมื่อทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของชังขนุนให้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณใยอาหารและความชื้นของชังขนุนอบบดแห้ง

องค์ประกอบทางเคมี	กรัม/100กรัม
ใยอาหาร	4.749 – 7.443
ความชื้น	1.446



รูปที่ 4 ชังขนุนผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทดลองทดแทนแป้งสาลีด้วยซังขนุนผง

2.2.1 ผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยซังขนุนผงในขนมปัง

เมื่อเติมซังขนุนผงในปริมาณร้อยละ 5 10 และ 15 ทดแทนปริมาณแป้งสาลีในขนมปังตัวอย่างปกติให้ผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัสเปรียบเทียบกับขนมปังที่ไม่ได้เติมซังขนุน ดังตารางที่ 3 พบว่า สีของขนมปังจะเข้มขึ้นอย่างเป็นลำดับตามปริมาณซังขนุน ระดับคะแนนความชอบของสีและรสชาติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขนาดโพรงอากาศมีคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญเนื่องจากเมื่อใช้ซังขนุนทดแทนแป้งสาลีจะทำให้โปรตีนในแป้งสาลีลดลง ขนมปังจึงมีเนื้อสัมผัสที่มีความแข็งกระด้างมากเนื่องจากมีใยอาหารเพิ่มมากขึ้นซึ่งจะสังเกตได้จากผลการวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสในตารางที่ 4 ที่ต้องใช้แรงกดมากขึ้นเมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยซังขนุนผงเพิ่มขึ้น และขนมปังที่มีปริมาณซังขนุนเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ขนมปังมีปริมาตรลดลงดังแสดงในรูปที่ 6 ความชอบกลิ่น ทุกตัวอย่างที่มีการเติมซังขนุนผงมีความแตกต่างจากตัวอย่างปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเฉพาะตัวอย่างที่เติมซังขนุนผงในปริมาณสูงถึงร้อยละ 15 ระดับคะแนนจะลดลงอย่างมาก เนื่องจากเมื่อใช้ปริมาณ ซังขนุนมากขึ้นกลิ่นขนุนจะแรงเกินไปจึงทำให้คะแนนความชอบลดลง ด้านความนุ่มและการยอมรับรวมนั้นผู้ชิมให้คะแนนลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณซังขนุนมากขึ้น โดย ระดับคะแนนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตรปกติ โดยตัวอย่างที่มีซังขนุนผงร้อยละ 10 และ 15 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ต่างจากตัวอย่างที่เติมซังขนุนผงร้อยละ 5 และตัวอย่างปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการทดแทนแป้งสาลีด้วยซังขนุนในขนมปังจะทำให้ได้ถึงร้อยละ 5 เพราะจะทำให้เนื้อสัมผัสมีความแข็งกระด้างจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปัง

ร้อยละของ ซังขนุน	X ± SD					
	สี ^{ns}	โพรงอากาศ	กลิ่น	รสชาติ ^{ns}	ความนุ่ม	การยอมรับ
0	3.52±1.18	3.79±0.70 ^a	3.72±1.11 ^a	2.91±0.69	4.00±0.43 ^a	3.96±0.51 ^a
5	3.80±0.81	2.91±0.56 ^b	3.24±1.13 ^b	2.84±0.61	2.93±0.54 ^b	3.38±0.55 ^b
10	3.44±0.88	2.82±0.58 ^b	3.02±1.02 ^b	2.68±0.71	2.41±0.59 ^c	2.72±0.76 ^c
15	2.62±0.83	2.55±0.70 ^c	2.42±0.97 ^c	2.74±0.85	2.38±0.71 ^c	2.46±0.81 ^c

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวดิ่งที่ต่างกันแสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

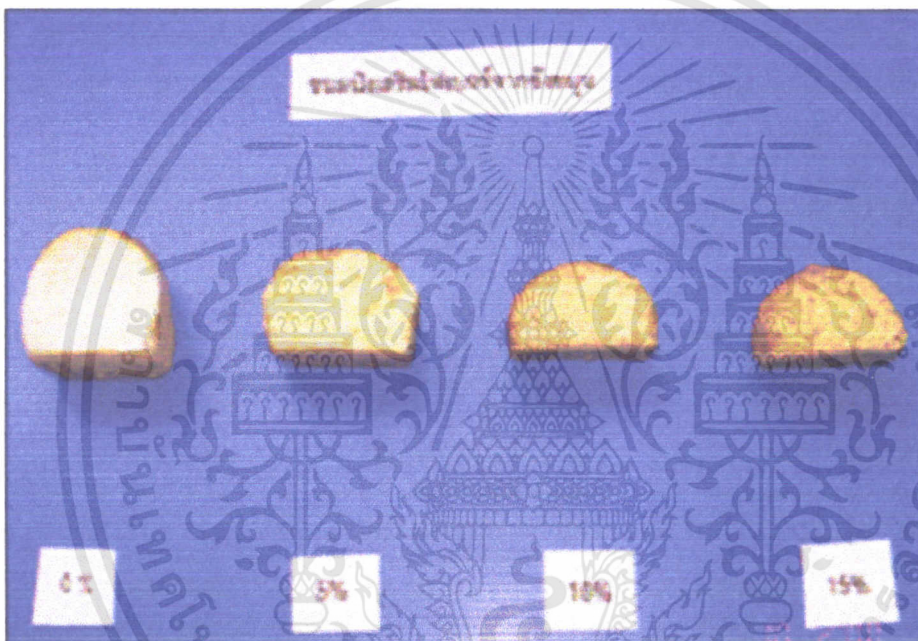
ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ผลการวัดเนื้อสัมผัสของขนมปังด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

ร้อยละของซังขนุน	แรงกดสูงสุด (g/f)
0	943.51 ^a
5	1479.02 ^b
10	1974.60 ^c
15	2477.96 ^d

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



รูปที่ 5 ขนมปังเสริมไฟเบอร์จากซังขนุนในปริมาณต่างๆ

422.2 ผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยซังขนุนผงในเค้ก

การเติมซังขนุนผงปริมาณร้อยละ 15 20 และ 25 โดยทดแทนแป้งสาลีในเค้กปกติให้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสดังตารางที่ 5 พบว่า สีของเค้กมีความเข้มมากขึ้นตามปริมาณซังขนุนผงที่มากขึ้น ระดับคะแนนความชอบของสีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากสูตรปกติ ($p < 0.05$) โดยเค้กที่เติมซังขนุนร้อยละ 20 และ 25 คะแนนความชอบของสีจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากซังขนุนผงทำให้เค้กมีสีเหลืองเข้มมาก ผู้บริโภคมีความชอบลดลง ส่วนในด้านขนาด โปร่งอากาศ รสชาติ และความนุ่ม การเติมซังขนุนผงในทั้ง 3 ระดับ ให้ผลการทดสอบไม่แตกต่างกัน แต่ทั้ง 3 ตัวอย่างจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับขนมเค้กที่ไม่มีการเติมซังขนุน เนื่องจากปริมาณซังขนุนที่เพิ่มขึ้นทำให้มีปริมาณไฟเบอร์มากขึ้น ความละเอียดของเนื้อเค้กลดลง เนื้อเอกसरนี้ เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากปริมาณซังขนุนที่เพิ่มขึ้นทำให้มีปริมาณไฟเบอร์มากขึ้น ความละเอียดของเนื้อเค้กลดลง เนื้อเค้กมีความร่วนมากขึ้น มีรสชาติของซังขนุนที่แรง โพรงอากาศมีขนาดใหญ่ และมีความนุ่มลดลง ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับผลการวัดเนื้อสัมผัสโดยดูจากค่าแรงกดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสในตารางที่ 7 ความแตกต่างของเค้กทั้ง 4 ตัวอย่างแสดงในรูปที่ 7 (ภาคผนวก) ในด้านความชอบของกลิ่นพบว่าเค้กที่มีปริมาณซังขนุนร้อยละ 15 และตัวอย่างปกติ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนขนมเค้กที่มีปริมาณซังขนุนร้อยละ 20 และ 25 ก็ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ต่างจากเค้กที่มีปริมาณซังขนุนร้อยละ 15 และสูตรปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จะเห็นได้ว่าเมื่อเติมซังขนุนถึงร้อยละ 20 ทำให้เค้กมีกลิ่นขนุนแรงมากจนไม่เป็นที่ยอมรับ การยอมรับรวมพบว่าผู้ทดสอบมีการยอมรับในสูตรที่มีปริมาณซังขนุนร้อยละ 15 โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับเค้กที่ไม่มีการเติมซังขนุนผง แสดงให้เห็นว่าสามารถทดแทนแป้งสาลีด้วยซังขนุนในการทำเค้กได้ถึงร้อยละ 15

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเค้ก

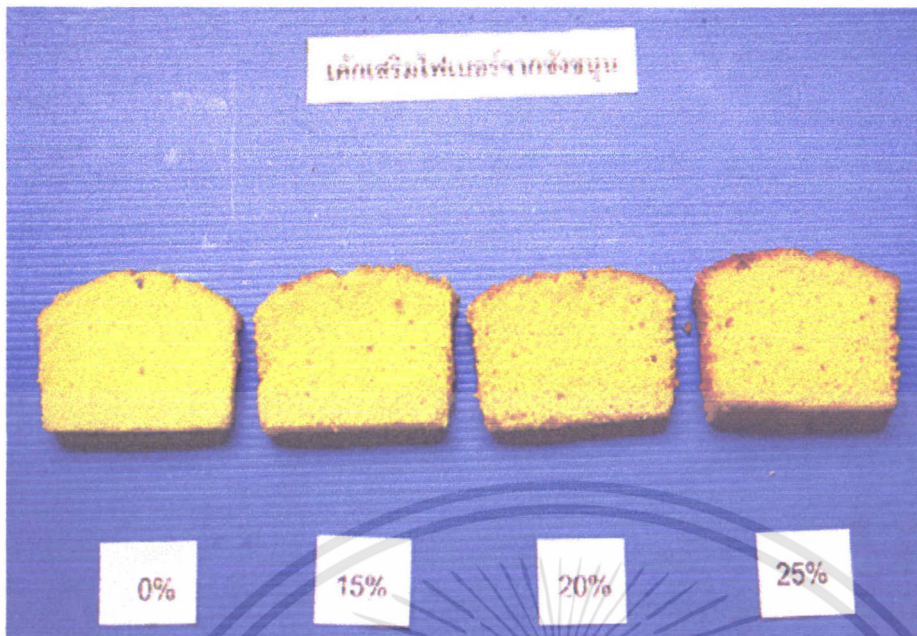
ร้อยละของซังขนุน	X ± SD					
	สี	โพรงอากาศ	กลิ่น	รสชาติ	ความนุ่ม	การยอมรับ
0	4.44±0.70 ^a	2.33±0.68 ^a	4.26±0.88 ^a	2.90±0.61 ^a	2.92±0.68 ^a	3.55±0.54 ^{ab}
15	3.82±0.77 ^b	3.11±0.53 ^b	4.00±0.83 ^a	3.25±0.60 ^b	3.61±0.55 ^b	3.66±0.46 ^a
20	3.38±0.85 ^c	3.21±0.59 ^b	3.56±0.93 ^b	3.30±0.59 ^b	3.63±0.64 ^b	3.33±0.54 ^c
25	3.26±0.85 ^c	3.33±0.52 ^b	3.26±0.99 ^b	3.34±0.66 ^b	3.63±0.63 ^b	3.37±0.48 ^{bc}

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 7 ผลการวัดเนื้อสัมผัสของเค้กด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

ร้อยละของซังขนุน	แรงกดสูงสุด(g/f)
0	3450.70 ^a
15	4105.52 ^b
20	3929.90 ^b
25	8593.98 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



รูปที่ 6 เค้กเสริมไข่เบอร์จากขังขุ่นในปริมาณต่างๆ

2.2.3 ผลการทดแทนแป้งสาลีด้วยขังขุ่นผงในคุกกี้

เมื่อเติมขังขุ่นผงในปริมาณร้อยละ 20 30 และ 40 โดยทดแทนแป้งสาลีในคุกกี้ ให้ผลการทดสอบการยอมรับด้านประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 7 พบว่า สีของคุกกี้ที่เติมขังขุ่นผงในปริมาณร้อยละ 20 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับตัวอย่างปกติแต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากตัวอย่างที่เติมขังขุ่นผงในปริมาณร้อยละ 30 และ 40 เนื่องจากเมื่อเติมขังขุ่นเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 30 จะทำให้มีเข้มน้ำอย่างเห็นได้ชัดดังแสดงในรูปที่ 8 ในด้านของกลิ่นทุกสูตรที่มีการเติมขังขุ่นผงมีความแตกต่างจากสูตรปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเฉพาะสูตรที่เติมขังขุ่นผงในปริมาณสูงถึงร้อยละ 40 ระดับคะแนนจะลดลงอย่างมากเนื่องจากปริมาณขังขุ่นที่เพิ่มขึ้นจะทำให้กลิ่นขุ่นแรงเกินไป ความชอบจึงลดลง รสชาติและเนื้อสัมผัสของคุกกี้ที่มีการเติมปริมาณขังขุ่นทั้ง 4 ระดับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการยอมรับรวมของคุกกี้ทุกสูตรที่มีการเติมขังขุ่นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทางสถิติกับคุกกี้ที่ไม่มีการเติมขังขุ่น ($p < 0.05$) โดยสูตรที่มีปริมาณขังขุ่นร้อยละ 20 มีระดับคะแนนการยอมรับใกล้เคียงสูตรปกติมากที่สุดแม้ว่าจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งแสดงให้เห็นว่าในคุกกี้อาจจะเติมขังขุ่นได้ร้อยละ 20

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของลูกกี้

ร้อยละของ ซังขนุน	X ± SD				
	สี	กลิ่น	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส ^{ns}	การยอมรับ
0	3.94±1.06 ^a	4.36±0.78 ^a	2.86±0.68	3.53±0.62	3.85±0.60 ^a
20	3.96±0.65 ^a	3.44±0.84 ^b	2.97±0.62	3.62±0.70	3.47±0.57 ^b
30	3.42±0.78 ^b	3.24±1.00 ^b	2.95±0.71	3.62±0.67	3.09±0.79 ^c
40	2.48±0.86 ^c	2.60±1.09 ^c	2.78±0.83	3.70±0.81	2.60±0.81 ^d

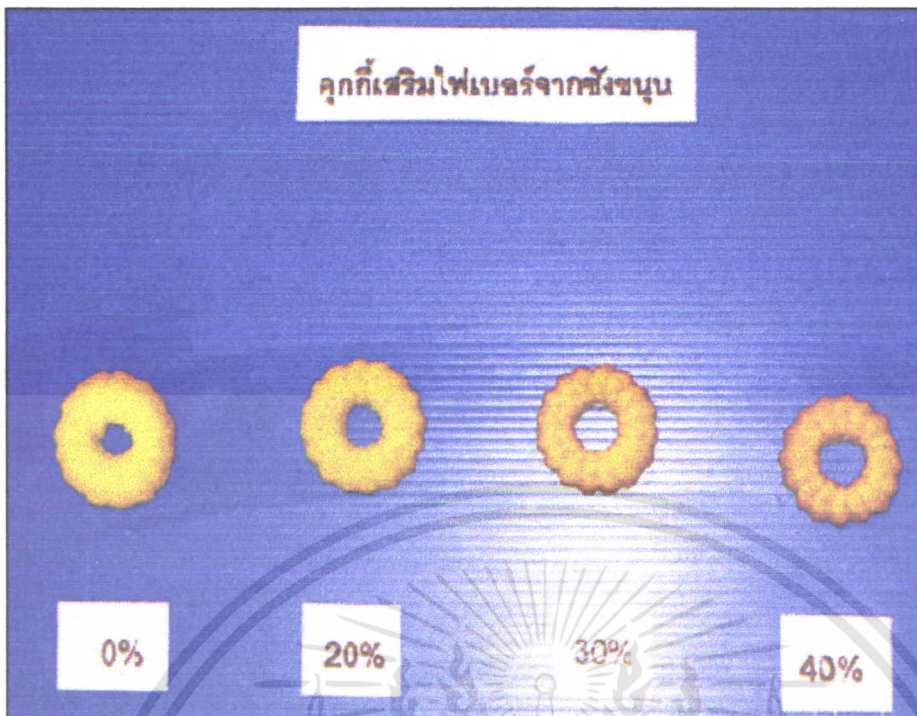
หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการวัดเนื้อสัมผัสของลูกกี้ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส ดังแสดงในตารางที่ 8 พบว่า ทุกสูตรที่มีการเติมซังขนุนลงไปไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากตัวอย่างปกติซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 9 ผลการวัดเนื้อสัมผัสของลูกกี้ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

ร้อยละของซังขนุน	แรงกดสูงสุด(g/f) ^{ns}
0	1150.63
20	862.25
30	671.44
40	586.39

หมายเหตุ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ต่างกันแสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %



รูปที่ 7 คุกกี้เสริมไฟเบอร์จากชงนูนในปริมาณต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์หาปริมาณใยอาหารในซังขนุนผงน้ำหนัก 100 กรัม พบว่ามีใยอาหารอยู่ในช่วง 4.779 – 7.4426 กรัม และมีความชื้น 1.446 กรัม และเมื่อนำซังขนุนนี้มาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง เค้ก คุกกี้และนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสและวิเคราะห์เนื้อสัมผัส โดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส พบว่า การเติมซังขนุนผงมีผลทำให้การยอมรับทางประสาทสัมผัสเปลี่ยนแปลงไป การเติมซังขนุนผงในขนมปังสามารถเติมได้ร้อยละ 5 เนื่องจากปริมาณซังขนุนผงที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณของขนมปังลดลง ความหนาแน่นและความแข็งกระด้างเพิ่มขึ้น ขนมเค้กเมื่อมีการเติมซังขนุนมากขึ้นจะทำให้มีความนุ่มลดลง เนื้อเค้กมีลักษณะแฉะและมีความร่วนมากขึ้น ปริมาณซังขนุนผงที่อาจเติมในขนมเค้กคือร้อยละ 15 ส่วนคุกกี้เมื่อมีการเพิ่มซังขนุนผงในอัตราส่วน 3 ระดับคือ ร้อยละ 20 30 และ 40 ไม่มีผลทำให้รสชาติและเนื้อสัมผัสแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากตัวอย่างที่ไม่มีการเติมซังขนุน การเพิ่มปริมาณซังขนุนผงในคุกกี้ไม่ควรเกินร้อยละ 20 ผลิตภัณฑ์จึงจะอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้บริโภคยอมรับได้เนื่องจากให้สีที่ไม่เข้มเกินไปและมีกลิ่นซังขนุนที่พอเหมาะ

ข้อเสนอแนะ

ในผลิตภัณฑ์คุกกี้เมื่อเติมซังขนุนในปริมาณมากทำให้มีความขมเกิดขึ้น การศึกษาครั้งต่อไปควรมีการหาสาเหตุและแก้ไขความขมของซังขนุนที่เกิดขึ้นนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร.2532. สถิติการเพาะปลูกไม้ผลยืนต้น ปีการเพาะปลูก2530/31. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร. 136น.
- ภรณา ชัยเสถียร.2535.การใช้รำข้าวเป็นแหล่งใยอาหารในคุกกี้เคลือบน้ำตาล.ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 104
- กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ. 2528. ผลิตภัณฑ์ขนุน. กรมวิทยาศาสตร์บริการ, กรุงเทพมหานคร 10น.
- คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, 2540 “วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหาร” พิมพ์ครั้งที่ 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 504 น.
- จันทร์สุดา รังควิสิษฐ์ . 2522 . การใช้ Dietary fiber ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ. สัมมนาปริญญาโท ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร เล่มที่ 7 ตอนที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 33น.
- ดวงกมล กลิ่นสุภา.2532. นโยบายและการหามาตรการในการหาดลาดต่างประเทศ,น.143-146. ใน ตลาดผลไม้กระป๋องในแคนาดา. กรมพาณิชย์สัมพันธ์, กรุงเทพมหานคร.
- ดิพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ .2535. “ขนุน ” ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ หน้า 1-6
- นฤชิต แวศรีผ่อง . 2529. การปลูกขนุน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์พิมพ์สวย
- ปฐพีชล วายุอัคคี .2531. “ขนุน” พิมพ์ครั้งที่ 2 กลุ่มรักเกษตร
- ประภาศรี ภูวะเสถียร อุรวรรณ วลัยพัชรา และรัชณี คงกาญจฉาย. 2533. ใยอาหารในอาหารไทย. โภชนาการสาร 24(3) : 1 – 15.
- เพลินใจ ตั้งคณะกุล.2536.คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของขนมปังและคุกกี้ที่มีใยอาหารสูง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร
- ภัทรินทร์ สงวนศิลป์พงศ์ . 2535. น้ำพริกจากขนมปังที่มีใยอาหารสูง โปรตีนสูงและมีพลังงานต่ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
- รุ่งนภา ประกอบกิจ. 2538. การสกัดใยอาหารจากเปลือกโกโก้และการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ คุกกี้.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา
- วิภา สุโรจนเมธากุล ดวิษา โลหะนะ พะยอม อัครวิบูลย์กุล และ บุญมา นิยมวิทย์.2542. การใช้เซลลูโลสผงเป็นแหล่งของใยอาหารในผลิตภัณฑ์ชีฟ่อนเค้กและคุกกี้. อาหาร. 29(1) :16-27
- ศิริพร ศักดิ์ศิริ.2535.การยอมรับเด็กที่มีเส้นใยแกนสับประรดสูงพลังงานต่ำ. วิทยานิพนธ์ มหามัณฑิต.(อาหารและโภชนาการเพื่อการพัฒนา) มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร.
- ศรีสมร คงพันธุ์ . 2533. เค้กอย่างง่าย. กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์แสงแดด,19น.

- สมพงษ์ พานิช. บทปฏิบัติการวิชาเบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร:ภาควิชา
 อุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
 ลาดกระบัง
- สุภิญญา ชินชัย. 2535. ชั่งชูนแห้ง. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์,
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 66
- สุภิญญา ชินชัย . 2536: การใช้ชั่งชูนแห้งเพื่อเพิ่มใยอาหารในขนมทองม้วน ปริญญาโทคหกรรม
 ศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาคหกรรมศาสตร์ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
 หน่วยงานนิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู. 2525. เทคโนโลยีเบเกอรี่เบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร
 อรอนงค์ นัยวิกุล. 2532. ข้าวสาลี. กรุงเทพมหานคร:ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการ
 อาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- A.O.A.C. 1984 .Official Methods of Analysis of the A.O.A.C. 13th ed., Association of Analysis of
 Official Analytical Chemists, Washington, D.C. 1141 p.
- Schneeman, B.O. 1986. Dietary fiber : physical and clinical properties, method of analysis, and
 physiological effects. *Fd. Technol.* 40 : 104 -110



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
วิธีทำขนมปัง เค้ก และคุกกี้

การทำขนมปัง

ส่วนผสม	ร้อยละ
แป้งสาลี	100.0
นมผงขาดมันเนย	0.5
เนยขาว	8.0
น้ำ	54.0
น้ำตาลทราย	20.0
เกลือ	10.0
ยีสต์	1.5
ไข่	19.2

วิธีทำ
<ol style="list-style-type: none"> 1. ร่อนแป้งและนมผงเข้าด้วยกัน เติมน้ำตาลทราย เกลือลงไปผสมให้เข้ากันด้วยความเร็วต่ำสุดของเครื่อง 2. เติมน้ำและไข่ลงไปผสมจนกระทั่งส่วนผสมเริ่มจับตัวเป็นก้อน แล้วจึงโรยยีสต์ลงไปผสมให้เข้ากัน 3. เติมนเนยขาวลงไป ผสมด้วยความเร็วปานกลางจนกระทั่งเนียนได้ที่ 4. หมักก้อนแป้งที่ได้ให้โดเป็นสองเท่าตัว (ประมาณ 30 นาที) นำมาไล่ลมและนำมาตัดแบ่งเป็นก้อนก้อนละ 300-400 กรัม ปั้นให้กลม 5. พักก้อนโดประมาณ 10-15 นาที จึงนำมาห่อใส่ที่เตรียมไว้ ปิดตะเข็บให้สนิทวางลงบนพิมพ์ที่ทำด้วยเนยขาว 6. ทิ้งไว้ให้โดโดเป็นสองเท่าตัว (ประมาณ 30 นาที) นำออกมาทาดูด้วยไข่ผสมน้ำ แล้วจึงนำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 350°ฟ. ประมาณ 25 นาทีหรือจนกระทั่งสุก 7. เมื่อสุกแล้วทาดูด้วยเนยหรือมาการีนแล้วแกะออกจากพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำเค้กเนย

ส่วนผสม	ร้อยละ
แป้งสาลี	100.0
ผงฟู	4.2
เกลือ	1.6
น้ำตาลป่น	52.6
เนยสด	57.9
นม	57.9
ไข่	57.8
วานิลลา	2.6

วิธีทำ

1. ตีเนยและน้ำตาลป่นใช้ความเร็วปานกลาง ประมาณ 5 นาทีจนขึ้นฟู
2. ใส่ไข่ลงไปทีละฟอง จนส่วนผสมเข้ากันดี
3. ผสมแป้ง ผงฟู และเกลือที่ร่อนแล้วเข้าด้วยกัน เติมนลงในส่วนผสมสลับกับนมโดยแบ่งแป้งเป็น 4 ส่วนนม 3 ส่วน โดยเริ่มผสมด้วยแป้งแล้วจบด้วยแป้งผสมโดยใช้ความเร็วต่ำสุด
4. เทใส่พิมพ์ที่ปูด้วยกระดาษเฉพาะกันพิมพ์ทาไขมันให้ทั่วพิมพ์
5. นำไปอบที่อุณหภูมิ 350°ฟ. ประมาณ 30-40 นาที หรือจนขนมสุกเพื่อความแน่ใจใช้ไม้จิ้มตรงกลาง ถ้าไม่ติดไม้แสดงว่าสุกแล้ว รอให้เย็นแล้วจึงเอาออกจากพิมพ์

การทำตุกกี

ส่วนผสม	ร้อยละ
แป้งสาลี	100.0
ผงฟู	0.8
เกลือ	1.5
น้ำตาลป่น	50.0
เนยสด	55.0
ไข่	48.0
วานิลลา	2.5

วิธีทำ

1. ร่อนแป้ง ผงฟู ให้เข้ากัน
2. ตีเนยกับน้ำตาลให้ขึ้นฟูด้วยความเร็วปานกลาง ใส่ไข่ที่ละลายจนเข้ากัน ใส่วานิลลาตีจนเข้ากัน
3. ใส่แป้ง ผงฟู และเกลือทีละน้อยด้วยความเร็วต่ำสุด ให้ส่วนผสมทั้งหมดเข้ากัน
4. ทาไขมันที่ถาด
5. ตักใส่กระบอกกดหรือถุงบีบ เข้าอบที่อุณหภูมิ 300°ฟ. เป็นเวลา 15-20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AOAC,1990)

อุปกรณ์

1. ตู้อบ (Hot Air Oven)
2. Desiccator
3. Aluminium can
4. Tong
5. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

วิธีการ

1. อบ Aluminium can พร้อมฝาที่อุณหภูมิ 105 °ซ. 1 ชั่วโมง
2. นำใส่ Desiccator ทิ้งให้เย็น 30 นาที
3. ชั่งน้ำหนัก Aluminium can พร้อมฝา โดยทราบน้ำหนักที่แน่นอน
4. ชั่งตัวอย่างใส่ใน Aluminium can 2-3 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
5. เนื่องจากตัวอย่างมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบค่อนข้างมาก มักมีน้ำหนักไม่คงที่ อุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบจึงอยู่ที่ 50-70 °ซ. เวลา 18-24 ชั่วโมง
6. ทิ้งให้เย็นใน Desiccator ชั่งน้ำหนักจนกระทั่งน้ำหนักคงที่

การคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{[(A+B)-C] \times 100}{B}$$

A = น้ำหนัก Aluminium can

B = น้ำหนักตัวอย่าง

C = น้ำหนัก Aluminium can และตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว

การวิเคราะห์หาปริมาณใยอาหาร

การเตรียมสารละลาย

1. การเตรียม 0.255 กรดซัลฟูริก
เตรียมจากการเจือจางกรดกำมะถันเข้มข้น 98.1 % (ถ.พ. 1.84) จำนวน 6.93 มล. ด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร ถ้าใช้กรดซัลฟูริก 96 % ใช้กรด 7.09 มล. เจือจางจนได้ปริมาตร 1 ลิตร
2. การเตรียม 0.313 N โซเดียมไฮดรอกไซด์
เตรียมจากโซเดียมไฮดรอกไซด์เกล็ด 1.25 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 มล.
3. Sintered glass crucible ที่ผ่านการล้างด้วยด่าง โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 % ตามด้วยการล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริก(1: 3) ล้างด้วยน้ำร้อนอีกครั้งก่อนทำให้แห้ง และเผาที่อุณหภูมิ 600-700 °ซ นาน 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักเมื่อเย็นแล้ว และเก็บใน desiccator
4. การเตรียมสารละลายโปตัสเซียมซัลเฟต 10%
เตรียมจากสารละลาย K_2SO_4 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้สารละลาย 100 มล.

วิธีการทดลองหาปริมาณใยอาหาร

1. ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม ใน digestion flask (500-700 มล.) เติมกรด H_2SO_4 ที่ผ่านการต้มเดือด 200 มล. และ boiling chip 2-3 ชิ้น ก่อนนำ condenser มาประกอบบนขวด
2. นำไปต้มบนเตาของชุดย่อย crude fiber โดยให้สารละลายเดือดนาน 3 นาทีต่อเนื่องกัน เขย่าเพื่อไม่ให้สารตัวอย่างเกาะขวด
3. กรองกากด้วยผ้ากรองบน bucher funnel และใช้ปัมป์ช่วยในการกรอง
4. ล้างกากด้วยน้ำเดือดจนหมดฤทธิ์กรด ทดสอบด้วยกระดาษลิตมัส
5. เทกากกลับไปใน digestion flask เติมสารละลาย NaOH ที่ผ่านการต้มเดือดจำนวน 200 มล. ต้มส่วนผสมนาน 30 นาที กรองทันทีและล้างกากด้วยน้ำเดือดจนหมดฤทธิ์ด่าง
6. ล้างกากด้วยสารละลายโปตัสเซียมซัลเฟตร้อน
7. เทกากกลับไปใน digestion flask อีกครั้ง ล้างตะกอนที่ติดผ้ากรองด้วยน้ำเดือดหลายๆครั้ง
8. เทกากใน digestion flask ผ่าน ไปใน Sintered glass crucible ล้างกากด้วยน้ำเดือดหลายๆครั้ง
9. ล้างกากด้วย alcohol 30 มล.
10. อบ crucible พร้อมกากที่อุณหภูมิ 105 °c นาน 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักเมื่อเย็นลง
11. นำไปเผาใน muffle furnace ที่อุณหภูมิ 600 °c นาน 30 นาที เพื่อขจัดสาร volatile organic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. นำ crusible มาทำให้เย็นใน desiccator ก่อนชั่งน้ำหนัก น้ำหนักที่หายไปเป็นน้ำหนักของ crude fiber

13.. คำนวณ

$$\% \text{ crude fiber} = \frac{\text{น้ำหนัก crude fiber} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ตาราง ANOVA

ตาราง ANOVA แสดงปัจจัยต่างๆ ขนบปิ้ง

ความชอบสี

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	38.6150	12.8717	14.6185	0.000*
ภายในกลุ่ม	96	172.5800	0.8805		
รวม	99	211.1950			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ขนาดโพรงอากาศ

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	43.1108	14.3703	35.2303	0.0000*
ภายในกลุ่ม	96	79.9475	0.4079		
รวม	99	123.0583			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ความชอบกลิ่น

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	43.6400	14.5467	12.9386	0.0000*
ภายในกลุ่ม	96	220.3600	1.1243		
รวม	99	264.0000			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

รสชาติ

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	1.5923	0.5308	1.0322	0.3794*
ภายในกลุ่ม	96	100.7853	0.5142		
รวม	99	102.3776			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความนุ่ม

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	86.1338	28.7113	85.6483	0.0000*
ภายในกลุ่ม	96	65.7036	0.3352		
รวม	99	151.8374			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับรวม

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	68.6735	22.8912	50.7009	0.0000*
ภายในกลุ่ม	96	88.4928	0.4515		
รวม	99	157.1663			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางANOVAแสดงปัจจัยต่างๆของเด็ก

ความชอบสี

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	42.7750	14.2583	22.3329	0.0000*
ภายในกลุ่ม	96	125.1000	0.6383		
รวม	99	167.8750			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ขนาดโพรงอากาศ

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	30.9642	10.3214	25.6273	0.0000*
ภายในกลุ่ม	96	78.9390	0.4027		
รวม	99	109.9032			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชอบกลิ่น

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	29.8600	9.9533	12.0751	0.0000*
ภายในกลุ่ม	96	161.5600	0.8234		
รวม	99	191.4200			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

รสชาติ

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	6.0972	10.3214	25.6273	0.0000*
ภายในกลุ่ม	96	78.9390	0.4027		
รวม	99	109.9032			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ความนุ่ม

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	18.5186	2.0324	5.3781	0.0014*
ภายในกลุ่ม	96	76.4846	0.3779		
รวม	99	95.0032			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับรวม

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	3.5380	1.1793	4.5833	0.0040*
ภายในกลุ่ม	96	50.4338	0.2573		
รวม	99	53.9718			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางANOVAแสดงปัจจัยต่างๆของลูกกี้

ความชอบสี

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	72.1000	24.0333	33.3135	0.0000*
ภายในกลุ่ม	96	141.4000	0.7214		
รวม	99	213.5000			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ความชอบกลิ่น

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	79.4200	26.4733	30.3508	0.0000*
ภายในกลุ่ม	96	170.9600	0.8722		
รวม	99	250.3800			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

รสชาติ

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	1.1453	0.3818	0.7529	0.5219*
ภายในกลุ่ม	96	99.3902	0.5071		
รวม	99	100.5355			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เนื้อสัมผัส

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	0.7079	0.2360	0.4748	0.7002*
ภายในกลุ่ม	96	97.4036	0.4970		
รวม	99	98.1115			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับรวม

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	42.5606	14.4869	28.9806	0.0000*
ภายในกลุ่ม	96	95.9476	0.4895		
รวม	99	138.5082			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางANOVAแสดงผลการวัดเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส

ขนมปัง

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	2599389.470	866463.1567	34.1871	0.0026*
ภายในกลุ่ม	15	101378.830	25344.7075		
รวม	18	2700768.300			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เค้ก

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	34525594.70	11508531.57	36.1934	0.0023*
ภายในกลุ่ม	15	1271892.165	317973.0412		
รวม	18	35797486.87			

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

คุกกี้

Source	D.F.	SS	MS	F ratio	F prob
ระหว่างกลุ่ม	3	375000.800	125002.6670	2.8292	0.1704*
ภายในกลุ่ม	31	176734.700	44183.6750		
รวม	34	551741.500	44183.6750		

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมไฟเบอร์จากชงขนุน

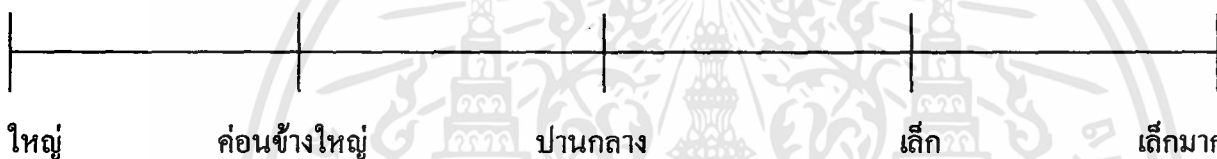
ชื่อ.....วันที่.....

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณลักษณะต่างของขนมปังเสริมไฟเบอร์จากชงขนุน โดยให้ผู้ทดสอบขีดเส้นตั้งฉาก
ลงบนเส้นตามความรู้ที่ก้านแท้จริง

1.สี (ข้างใน)



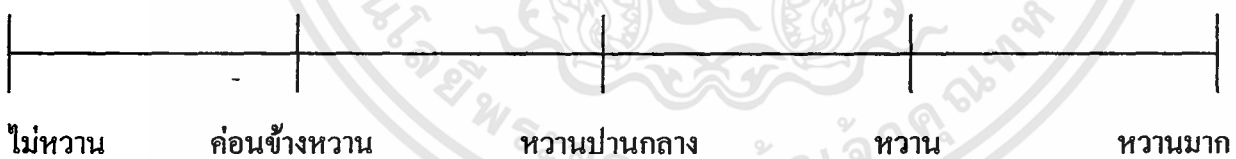
2.ขนาดของโพรงอากาศ



3.กลิ่น



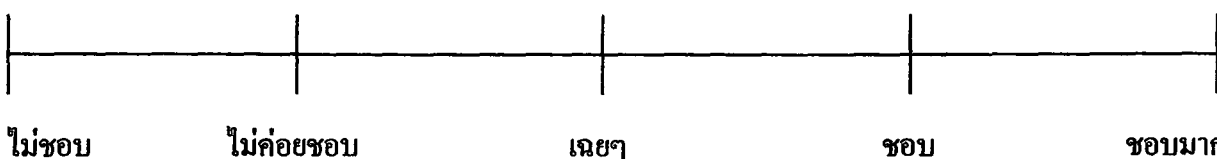
4.รสชาติ



5.ความนุ่ม



6.การยอมรับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

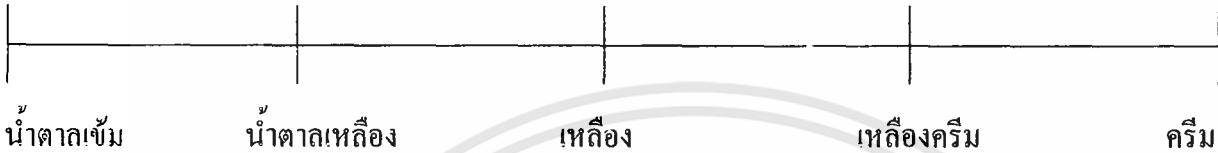
ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์เค้กเสริมไฟเบอร์จากชงขนุน

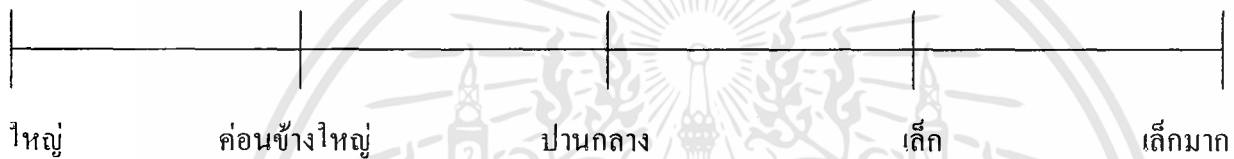
ชื่อ.....วันที่.....

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณลักษณะต่างของขนมเค้กเสริมไฟเบอร์จากชงขนุน โดยให้ผู้ทดสอบขีดเส้นตั้งฉาก
ลงบนเส้นตามความรู้สึกอันแท้จริง

1.สี (ข้างใน)



2.ขนาดของโพรงอากาศ



3.กลิ่น



4.รสชาติ



5.ความนุ่ม



6.การยอมรับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส
ผลิตภัณฑ์คุกกี้เสริมไฟเบอร์จากชงขนุน

ชื่อ.....วันที่.....

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณลักษณะต่างของคุกกี้เสริมไฟเบอร์จากชงขนุน โดยให้ผู้ทดสอบขีดเส้นตั้งฉาก
ลงบนเส้นตามความรู้สึกอันแท้จริง

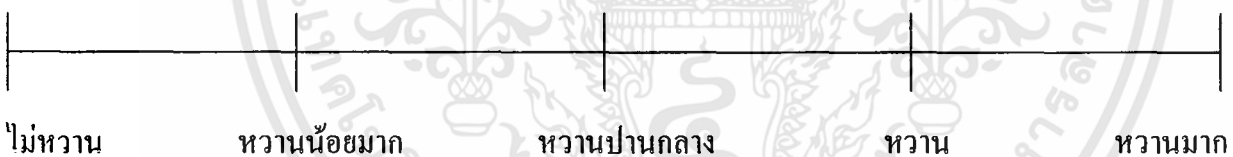
1.สี (ข้างใน)



2.กลิ่น



3.รสชาติ



4.เนื้อสัมผัส



5.การยอมรับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส
ผลิตภัณฑ์คุกกี้ เค้ก ขนมนึ่ง เสริมไฟเบอร์จากชงขนุน

ชื่อ.....วันที่.....

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณลักษณะของคุกกี้เสริมไฟเบอร์จากชงขนุนโดยให้ผู้ทดสอบให้คะแนนตามความรู้สึกที่แท้จริง

- 1 = ไม่ชอบ
2 = ไม่ค่อยชอบ
3 = ค่อนข้างชอบ
4 = ชอบ
5 = ชอบมาก

1. คุกกี้เสริมไฟเบอร์จากชงขนุน

หมายเลข	298	573	624	139
สี				
กลิ่น				

2. เค้กเสริมไฟเบอร์จากชงขนุน

หมายเลข	661	491	873	125
สี				
กลิ่น				

3. ขนมนึ่งเสริมไฟเบอร์จากชงขนุน

หมายเลข	548	729	808	364
สี				
กลิ่น				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้