

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาแป้งแพนเค้กสำเร็จรูปเส้นใยสูงโดยใช้รำข้าวสาลี

Development of High fiber Pancake Flour Using Wheat bran



T096911

น.ส. นวรัตน์	เดชาธารากินย์	รหัส	33417010
น.ส. ศรีนยา	หิษะวณิช	รหัส	33417031

พ.

๑๗๙ก

๒๕๖๗

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 96911

วัน,เดือน,ปี..... 5 JUN 2008

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

พ.ศ. 2537



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแป้งขนมเค้กสำเร็จรูปเนื้อใยสูง

โดยใช้รำข้าวสาลี

(Development of High Fibre Pancake Flour

Using Wheat Bran)

โดย

นางสาวฉวีวรรณ เตชะอาราภินัย

นางสาวศรินทร์ยา หัตถวิช

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 28, 3, 37
(ธีรภัทร์ ศักดิ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(นงนุช อรุณ)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ เดือน พ.ศ. 37

7 ส.ค. 2541

ส.พ.
ค 179 ท.พ.
2536

ฉวีวรรณ เศษฐาราทิพย์ และ ศรีนงษา หิษชะวณิช : การพัฒนาแป้งแพนเค้กเชื้อใยสูงด้วย
รำข้าวสาลี (Development of High fiber Pancake Flour Using Wheat bran)
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ รวิพิมพ์ ฉวีสุข , 115 หน้า

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการผลิตผลิตภัณฑ์แป้งแพนเค้กสำเร็จรูปเชื้อใยสูง โดยแทนที่แป้งด้วยรำ
ข้าวสาลีชนิดรำหยาบ และรำข้าวสาลีชนิดรำละเอียด ในปริมาณ 20 % โดยไม่มีผลต่อคุณภาพ
โดยรวมของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์แป้งเค้กที่ได้จะมีปริมาณเชื้อใยอาหารเพิ่มขึ้นจาก 1.47 % ใน
แป้งเค้กธรรมดาเป็น 16.42 % ในผลิตภัณฑ์แป้งเค้กเสริมรำหยาบและ 14.26 % ในผลิตภัณฑ์
แป้งเค้กเสริมรำละเอียด มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นจาก 3.9 % ในแป้งเค้กธรรมดาเป็น 9.4 %
ในผลิตภัณฑ์แป้งเค้กเสริมรำหยาบและ 9.2 % ในผลิตภัณฑ์แป้งเค้กเสริมรำละเอียด มีปริมาณ
ไขมันเพิ่มขึ้นจาก 2.46 % ในแป้งเค้กธรรมดาเป็น 6.37 % ในแป้งเค้กเสริมรำหยาบและ
6.44 % แป้งเค้กเสริมรำละเอียด

จากการศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์แป้งแพนเค้กสำเร็จรูปบรรจุในถุงออลูมิเนียมฟอยล์
ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 45 °C เป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสใน
ด้าน กลิ่น หิน กลิ่นอับ ความแน่นเนื้อ และความชอบรวมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ ไม่แตกต่างจาก
ผลิตภัณฑ์ที่เตรียมขึ้นใหม่และยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ถึงแม้ว่าปริมาณความชื้น ค่า Peroxide
และปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) จะเพิ่มขึ้นในทุกระยะเวลาการเก็บก็ตาม

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร

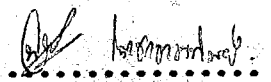
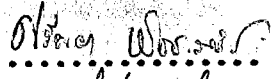
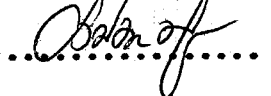
ภาควิชา อุตสาหกรรมเกษตร

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

ปีการศึกษา 2536

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์วิวัฒน์ ฉวีสุข ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ และ ผศ. วรธนา ตั้งเจริญชัย ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆตลอดการทดลอง บริษัทสตรีอง แพ็ค จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ ฤกษ์อะลูมิเนียม ฟอยล์ สำหรับใช้ในการทดลอง ผู้จัดทำขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ธุรการ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวก ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ คุณสายฝน แห่งกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปการณ์ในการทำปัญหาพิเศษ ตลอดจนเพื่อนๆและน้องๆทุกคนที่เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือมาตลอด

คณะผู้จัดทำ

27 มีนาคม 2537

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	ค
สารบัญรูป	ง
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทรรศน์	
2.1 ข้าวสาลีและแป้งจากข้าวสาลี	3
2.2 แป้งสาลีขัดขาวและผลิตภัณฑ์จากแป้งสาลีขัดขาว	3
2.3 ปัญหาจากการบริโภคแป้งขัดขาวและผลิตภัณฑ์จากแป้งขัดขาว	12
2.4 แหล่งของเส้นใยอาหาร	15
2.5 การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์แพนเค้ก	18
3. วิธีการทดลอง	20
4. ผลการทดลอง	26
5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	
5.1 สรุปผลการทดลอง	47
5.2 ข้อเสนอแนะและวิจารณ์ผลการทดลอง	48
เอกสารอ้างอิง	49
ภาคผนวก	52
ประวัติผู้เขียน	115

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบของน้ำมัน	9
2.2	องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวสาลี	16
2.3	ปริมาณเส้นใยในอาหาร	17
3.1	การแทนที่แป้งด้วยรำหยาบและรำละเอียด	23
4.1	ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในการแทนที่แป้งด้วยรำหยาบ และรำละเอียดในปริมาณ 30 %	28
4.2	ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในการแทนที่แป้งด้วยรำหยาบ และรำละเอียดในปริมาณต่าง ๆ	29
4.3	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของวัตถุดิบ	31
4.4	ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์แพนเค้ก	31
4.5	ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แพนเค้กที่แทนที่ด้วย รำหยาบในปริมาณ 20 %	32
4.6	ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แพนเค้กที่แทนที่ด้วย รำละเอียดในปริมาณ 20 %	34
4.7	ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แพนเค้กที่แทนที่ด้วย รำหยาบในปริมาณ 20 % ที่เก็บในสภาวะต่าง ๆ เมื่อเวลาเปลี่ยนไป	35
4.8	ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แพนเค้กที่แทนที่ด้วย รำละเอียดในปริมาณ 20 % ที่เก็บในสภาวะต่าง ๆ เมื่อเวลาเปลี่ยนไป	36
4.9	ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์แพนเค้กซึ่งเก็บที่สภาวะต่าง ๆ	38
4.10	ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์แพนเค้กซึ่งเก็บที่เวลาต่าง ๆ	39
4.11	ผลการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์	41
4.12	ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ	43
4.13	ผลการวิเคราะห์ปริมาณฮีสต์และรานในแป้งแพนเค้กสำเร็จรูปเยื่อใยสูง	45
4.14	ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในแป้งแพนเค้กสำเร็จรูปเยื่อใยสูง	46

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
4.1	ผลการศึกษาเค้าโครงที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี Ratio Profile Test	26
4.2	แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและ 45 °C	40
4.3	แสดงค่าเปอร์ออกไซด์ของตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและ 45 °C	42
4.4	แสดงปริมาณกรดไขมันอิสระของตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและ 45 °C	44

บทที่ 1

บทนำ

อาหารเป็นหนึ่งในปัจจัย 4 ที่มีบทบาทสำคัญมากต่อชีวิตมนุษย์ จากความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีและการเปลี่ยนแปลงของสังคมในหลายๆด้านในปัจจุบัน ทำให้ค่านิยมในการบริโภคของคนในสังคมเปลี่ยนแปลงไป ดังจะเห็นได้ชัดเจนในสังคมเมือง พบว่ามีอาหารหลากหลายประเภทให้เลือกบริโภค ทั้งที่ผ่านแปรรูปด้วยกระบวนการง่าย ๆ ไปจนถึงผ่านการแปรรูปด้วยกระบวนการซับซ้อน อาหารซึ่งผ่านกระบวนการแปรรูปดังกล่าวบางชนิดมีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น ในขณะที่หลายชนิดสารอาหารตลอดจนกากใยอาหารเหลืออยู่ในปริมาณต่ำมาก นับเป็นปัญหาทางโภชนาการที่สำคัญ ก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพโดยเฉพาะอาหารที่มีกากใยอาหารต่ำจะก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารและระบบลำไส้ เช่น ท้องผูก ระดับโคเลสเตอรอลในเลือดสูง ตลอดจนโรคร้ายแรง เช่น มะเร็งในลำไส้ได้

ในปัจจุบันบทบาทของเส้นใยอาหาร (Dietary Fiber) ที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์กำลังเป็นที่สนใจและได้รับการศึกษาอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เนื่องจากพบว่าเส้นใยอาหารมีประโยชน์ต่อร่างกายมากมาย เช่น เพิ่มปริมาณกากอาหารทำให้เพิ่มประสิทธิภาพของระบบขับถ่าย ช่วยยืดระยะเวลาในการย่อยและการดูดซึมอาหาร ทำให้ระยะห่างระหว่างมื้ออาหารมากขึ้น เป็นประโยชน์กับผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก ช่วยลดปริมาณน้ำตาลในเลือด ดยทำให้อัตราการดูดซึมกลูโคสในลำไส้ช้าลงซึ่งเป็นผลดีกับผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน และช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือดโดยการดูดซับของเส้นใย เป็นต้น โดยคุณสมบัติดังกล่าวเกิดจากคุณสมบัติทาง เคมีและกายภาพที่สำคัญของเส้นใยอาหาร นั่นเอง แหล่งของเส้นใยอาหารพบใน พืชทุกชนิด เช่น ผัก ผลไม้ ธัญพืช และพืชตระกูลถั่ว เป็นต้น ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีราคาถูกและหาได้ง่ายในประเทศ จึงน่าจะมีแนวทางที่จะนำเอาแหล่งเส้นใยอาหารเหล่านี้มาเสริมในผลิตภัณฑ์อาหารในสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ที่มีผลดีต่อสุขภาพมากขึ้น

รำข้าวสาลีจัดเป็นแหล่งของกากใยอาหารหาง่ายและราคาถูก และมีปริมาณของเส้นใยที่ละลายน้ำได้และละลายน้ำไม่ได้อยู่ในปริมาณที่สมดุลย์ หากสามารถนำมาเติมในสัดส่วนที่เหมาะสมในอาหารที่มีกากใยอาหารต่ำ เช่น แพนเค้ก โดยทำในรูปแป้งแพนเค้กสำเร็จรูปจะ

ช่วยในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีประโยชน์ต่อร่างกายมากขึ้น และนับเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพชนิดใหม่เพิ่มขึ้นอีกด้วย

นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ควบคู่ไปด้วย โดยบรรจุในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ ทำการทดสอบอายุการเก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 45 °C แล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส ทำการวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์และใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

วารสารปริทรรศน์

2.1 ข้าวสาลีและแป้งจากข้าวสาลี

ข้าวสาลีเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญต่อมนุษย์มากสามารถนำมาบริโภคเป็นอาหารหลักโดยตรงในรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากข้าวสาลีและแป้งสาลีซึ่งสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิดเป็นที่นิยมนำมาบริโภคทั้งในเอเชียและยุโรป ผลพลอยได้จากการโม่แป้งสาลีคือรำและคัพภะซึ่งสามารถนำมาใช้เสริมเป็นอาหารเพื่อสุขภาพและใช้เป็นอาหารสัตว์ได้

ข้าวสาลีที่นำมาโม่เป็นแป้งสาลีแบ่งเป็น 2 ประเภท ตามความแข็งและสีของเมล็ด คือ ข้าวสาลีชนิดแข็ง (Hard wheat) และ ข้าวสาลีชนิดอ่อน (Soft wheat)

ข้าวสาลีชนิดแข็ง เมื่อนำมาโม่จะได้แป้งสาลีชนิดแข็งซึ่งมีโปรตีนสูงเหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปัง โปรตีนชนิดนี้มีคุณภาพดี สามารถนวดผสมให้ได้ก้อนแป้งที่มีความยืดหยุ่นดี ทนต่อสภาพการผสมการหมัก อุณหภูมิห้องและของเครื่องผสม มีคุณสมบัติการอุ้มน้ำที่ดี ซึ่งจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาตร รุ่มและเนื้อสัมผัสที่ดี ก้อน dough ที่ทำจากส่วนผสมของแป้งสาลีชนิดแข็งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้สูงอีกด้วย

ข้าวสาลีชนิดอ่อน เมื่อนำมาโม่จะได้แป้งสาลีชนิดอ่อนซึ่งมีโปรตีนต่ำ ความสามารถในการดูดน้ำจะต่ำกว่าแป้งสาลีชนิดแข็ง มีความทนทานต่อการผสมและการหมักต่ำ ไม่เหมาะสมที่จะใช้ทำขนมปังเนื่องจากไม่สามารถนวดผสมให้เป็นก้อนแป้งได้ แต่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์พวกเค้ก คุกกี้

2.2 แป้งสาลีขัดขาวและผลิตภัณฑ์จากแป้งสาลีขัดขาว

ข้าวสาลีเมื่อนำมาโม่บดให้เป็นแป้งละเอียดจะได้แป้งสาลี ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญคือ คาร์โบไฮเดรต (สตาร์ชเป็นส่วนมาก) ไขมัน เอนไซม์ แร่ธาตุ วิตามิน และสี โดยสัดส่วนขององค์ประกอบจะขึ้นกับปริมาณการสกัดแป้งจากเมล็ดข้าวสาลี

โปรตีนในแป้งสาลีมี 2 ชนิด คือ Glutenin และ Gliadin รวมกันในสัดส่วน

ที่เหมาะสม เมื่อนำแป้งสาลีมาผสมกับน้ำในสัดส่วนที่ถูกต้อง จะเกิดสาร Gluten ซึ่งเป็นยางเหนียว ยืดหยุ่นได้ Gluten จะเป็นตัวเก็บก๊าซเอาไว้ ทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็นโครงสร้างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ

แป้งสาลีที่ผลิตออกมาขายเพื่อการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้น มี 3 ชนิดที่สำคัญ ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติและคุณลักษณะรวมถึงการใช้ประโยชน์ต่างกันคือ

1. แป้งขนมปัง
2. แป้งขนมเค้ก
3. แป้งอเนกประสงค์

แป้งขนมปัง

มีโปรตีนสูง 12-14 % ใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปัง และผลิตภัณฑ์ที่หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้คือ เมื่อกู้ด้วยนิ้วมือจะรู้สึกคายมือคล้ายมีกรวดหรือหยาบเหมือนทราย มีสีครีมไม่ขาว เมื่อกดนิ้วลงบนแป้ง แป้งจะไม่เกาะตัวกัน ใช้ยีสต์เป็นตัวทำให้ขึ้นฟูเพราะยีสต์เท่านั้นที่จะทำให้อ่อน dough พองตัวได้

แป้งเค้ก

มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนต่ำประมาณ 7-9 % ใช้ทำเค้ก คูกัก ลักษณะของแป้งเมื่อกู้ด้วยนิ้วจะรู้สึกนุ่ม เนียนละเอียด เมื่อกดนิ้วลงบนแป้ง แป้งจะเกาะรวมกันเป็นก้อนและคงรอยนิ้วมือไว้ แป้งสาลีชนิดนี้จะใช้ผงฟูเป็นตัวทำให้ขึ้นฟู

แป้งอเนกประสงค์

มีโปรตีนสูงปานกลางประมาณ 10-11 % เป็นแป้งที่จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสม ลักษณะของแป้งชนิดนี้คล้ายแป้งเค้กและแป้งขนมปังรวมกัน สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์และผงฟูเป็นตัวทำให้ขึ้นฟู

นอกจากโปรตีนและกลูเต็นซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของแป้งสาลีแล้ว ในแป้งสาลียังมีเอนไซม์ β -amylase และ α -amylase เอนไซม์เหล่านี้จำเป็นสำหรับการทำขนมปัง โดย

β -amylase จะย่อย dextrin และสารละลายแป้งส่วนหนึ่งให้เป็นน้ำตาล amylose ซึ่งเป็นน้ำตาลที่จำเป็นสำหรับยีสต์เพื่อใช้เป็นอาหารระหว่างการหมัก เอนไซม์ชนิดนี้ไม่ทนความร้อน การทำงานจะเกิดขึ้นในระหว่างขั้นตอนการหมัก ส่วน α -amylase จะทำการย่อยสารละลายแป้งให้เป็น dextrin ในระหว่างขั้นตอนการหมักการทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้มีไม่มากนัก แต่จะทนความร้อนได้สูงถึง 70-75 °C ซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิที่ starch ของข้าวสาลีจะกลายเป็นเจล (56-60 °C) ที่จุดนี้เอนไซม์ α -amylase จะเริ่มทำงานหรืออาจกล่าวได้ว่า α -amylase จะเริ่มทำงานในช่วงแรกของการอบ ผลลัพธ์ที่ดีหรือไม่ขึ้นกับการทำงานและปริมาณของเอนไซม์ชนิดนี้

ผลิตภัณฑ์จากแป้งสาลี

ข้าวสาลีที่คั่วสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิด อาจแบ่งได้เป็นประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์อาหารเส้น

ก. ผลิตตามแบบชาวเอเชีย เช่น บะหมี่ (noodles)

ข. ผลิตตามแบบชาวยุโรป เรียกว่า pasta เช่น มะกะโรนี สปาเกตตี ราวิโอล เป็นต้น

2. ผลิตภัณฑ์ขนมอบและอื่น ๆ

ผลิตภัณฑ์ขนมอบมีหลายประเภทเช่น ขนมปังต่าง ๆ บิสกิต แครกเกอร์ คูกี้ และเค้ก นิยมบริโภคเป็นอาหารว่างและอาหารหวาน นอกจากนี้ยังมีเพสตรีชนิดต่าง ๆ เช่น นัฟเพสตรี เคนิชเพสตรี พาย และอื่น ๆ เช่น แพนเค้ก เป็นต้น ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ขนมอบเป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคกันมากขึ้นเนื่องจากบริโภคง่าย อร่อย และให้คุณค่าทางอาหาร

แพนเค้ก (Pancake)

แพนเค้กเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ทำจากแป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู นม เนย และไข่ ลักษณะเนื้อนุ่ม พuffy โดยส่วนผสมของแพนเค้กแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ ส่วนผสมที่ใช้โครงสร้างแก่แพนเค้ก ได้แก่ แป้งสาลี ไข่ และ นม ส่วนผสมที่ให้ความนุ่มและพuffy ได้แก่ เนย ผงฟู น้ำตาล นอกจากนี้ยังมีส่วนผสมอื่นที่ช่วยปรุงแต่งรสชาติและให้สีกับเค้ก เช่น เกลือ เป็นต้น

ก. แป้งสาลี

แป้งสาลีที่นิยมใช้เป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการทำแพนเค้ก คือ แป้งสาลีอเนกประสงค์ แป้งสาลีเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการช่วยให้เกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ และทำให้ผลิตภัณฑ์คงรูปอยู่ได้เมื่ออบเสร็จ และเนื่องจากแป้งมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะกับการทำผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่าง ดังนั้นจึงควรเลือกใช้แป้งสาลีที่มีคุณลักษณะที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

ข. น้ำตาลทรายขาว (Granulated sugar)

ใช้มากในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ผลึกน้ำตาลจะมีความละเอียดแตกต่างกัน มีตั้งแต่เป็นผงละเอียดมาก ธรรมดา และหยาบ ในต่างประเทศจะบอกขนาดความละเอียดไว้ที่กล่องบรรจุ ในการเลือกชนิดของน้ำตาลทรายควรเลือกให้เหมาะสมเพราะหากน้ำตาลที่ใช้มีขนาดใหญ่และหยาบเกินไปจะผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ ไม่ได้ เพราะผลึกที่ใหญ่จะละลายไม่หมด ผลึกน้ำตาลจะไม่ละลายโดยความร้อนจากเตาอบและน้ำตาลที่อยู่ใกล้ ๆ ผิวขนมจะเกิดเป็นจุดขึ้น นอกจากนี้ผลึกน้ำตาลที่หยาบจะไปซูดเอาตีบุงที่เคลือบเครื่องผสมหรือชามผสม ทำให้เกิดสีเทาขึ้นในผลิตภัณฑ์ และจะยิ่งเป็นมากขึ้นเมื่อเนยหรือน้ำตาลเมล็ดหยาบมีความชื้นมาก อย่างไรก็ตามโอกาสในการใช้น้ำตาลทรายหยาบก็มีมาก เช่น ใช้โรยบนคุกกี้ ฮ่อมส์ต่าง ๆ ทำไส้ขนม และใช้สำหรับทำไอซิ่ง เป็นต้น

หน้าที่ของน้ำตาลที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1. ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะขนมเค้ก
2. เป็นอาหารของยีสต์ระหว่างการหมัก
3. ใช้เตรียมเป็นไอซิ่งชนิดต่างๆ
4. ช่วยให้การตีครีมและตีไข่มีความคงตัวและขึ้นฟู
5. ช่วยให้นุ่มฟู
6. ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีดีขึ้น
7. เพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์

ค. เกลือ

เกลือที่ใช้ทำเบเกอรี่เป็นเกลือป่นละเอียดที่ใช้ประกอบอาหารทั่ว ๆ ไป ประกอบด้วย

โซเดียมคลอไรด์ 99 % ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์และซัลเฟตอื่น ๆ

หน้าที่ของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1. ทำให้อาหารมีรสดีขึ้น
2. เน้นรสกลิ่นของส่วนผสมอื่น ๆ เช่น ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดขึ้นด้วยความเค็มของเกลือ
3. ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหารให้หมดไป
4. ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ในโดที่หมักให้ขึ้นฟูด้วยยีสต์ และควบคุมอัตราการหมัก
5. ช่วยให้กลิ่นเต็นของโดมีกำลังในการยึดตัว
6. ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของผลิตภัณฑ์
7. ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของบักเตรีที่ไม่ต้องการในโดที่หมักด้วยยีสต์

ง. ผงฟู

เป็นสารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู ผลิตจากการผสมเบกกิ้งโซดากับสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด เช่น กรดทาร์ตริก แคลเซียมแอสซิเฟออสเฟต เป็นต้น โดจะมีแป้งข้าวโพดเป็นตัวดูดความชื้นเพื่อกันไม่ให้สารทั้งสองสัมผัสกันโดยตรง ซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นได้

ตามกฎข้อบังคับของ FDA ระบุว่า ผงฟูที่ผลิตออกมาต้องประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่น้อยกว่า 12 %

ผงฟูที่ทำปฏิกิริยาได้รวดเร็ว หรือผงฟูกำลัง 1 (Single Acting หรือ Fast Acting) นิยมใช้ในการทำขนมเค้ก ผงฟูชนิดนี้ประกอบด้วยเบกกิ้งโซดากับกรดทาร์ตริก หรือ cream of tartar ผงฟูชนิดนี้ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทันทีที่ส่วนผสมถูกผสม และจะผลิตก๊าซอย่างรวดเร็วในขณะที่ผลิตภัณฑ์รอการอบ ดังนั้นการใช้ผงฟูชนิดนี้ต้องผสมส่วนผสมอย่างรวดเร็วและนำเข้าเตาทันทีหลังจากผสมเสร็จ มิฉะนั้นผลิตภัณฑ์จะขึ้นฟูไม่ดี

หน้าที่ของผงฟูที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1. ช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเบา ฟูขึ้น
2. ทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โปร่ง นุ่มรับประทาน

จ. เนยสด (Butter)

ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำแพนเค้ก ประกอบด้วยไขมัน 80 % มีสีเหลือง มีกลิ่นรสหอมหวาน และมีคุณสมบัติในการให้กลิ่นรส

หน้าที่ของไขมันในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

1. สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยีสต์ เช่น ขนมปัง โรล ไขมันจะช่วย
 - ก. ให้ความอ่อนนุ่มและกลิ่นรสที่ดี
 - ข. ช่วยในการเก็บกักก๊าซที่เกิดขึ้น โดยทำให้กลูเต็นแน่นจนอากาศเข้าไม่ได้ ทำให้ปริมาตรและเปลือกนอกของขนมปังดีขึ้น
 - ค. ช่วยหล่อลื่นให้กลูเต็นยึดเหนี่ยวได้ดี โดยช่วยให้การขยายตัวของผนังเซลล์และจัดโครงสร้างของกลูเต็นที่มีผลต่อปริมาตรของขนมปัง
 - ง. ช่วยในการเป็นครีม ในผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก ค่าการเป็นครีมของไขมันเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะในการผสมแบบ Sugar-Butter ของการทำบัตเตอร์เค้กหรือเค้กเนย ซึ่งต้องตีเนยกับน้ำตาลให้ขึ้นฟูก่อน การใช้ไขมันจากพืชหรือเนยขาวที่ผ่านการเติมก๊าซไฮโดรเจนเข้าไปนั้น จะตีกับน้ำตาลให้เป็นครีมได้ดี เพราะไขมันแข็งสามารถจับอากาศที่ได้จากการตีครีมได้มากกว่า เนื่องจากเนยขาวมีลักษณะที่แข็งหนืดกว่าคือ ไม้แข็งตัวที่อุณหภูมิต่ำและไม่เหลวที่อุณหภูมิสูง ทำให้เค้กที่ได้มีเนื้อละเอียด
 - จ. ไขมันที่เป็นพวกอิ่มตัวไฮโดรเจนจะทำให้ส่วนผสมของเค้กที่มีสัดส่วนของน้ำและน้ำตาลเข้ากันได้โดย ทำให้สามารถตีครีมได้ดี ึ่งเป็นผลดีต่อคุณภาพของเค้กที่มีสัดส่วนของน้ำและน้ำตาลสูง

ฉ. นม

นมเป็นสารละลายที่มีส่วนเล็กๆของไขมัน โปรตีน น้ำตาล และแร่ธาตุ ปนอยู่โดยไม่แยกออกจากกันเมื่อวางทิ้งไว้ องค์ประกอบของนมอาจแตกต่างกันไปบ้าง แต่ก็มีส่วนประกอบโดยเฉลี่ยดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของน้ำมัน

องค์ประกอบ	ปริมาณ (%)
น้ำ	87.75
ของแข็งในนม	12.25
ไขมัน (butter fat)	3.50
โปรตีน	3.25
แร่ธาตุ (เกลือ)	0.75
แลคโตส	4.75

ที่มา : อรอนงค์ , 2532

หน้าที่ของนมที่มีต่อผลิตภัณฑ์

เมื่อใช้นมในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ควรต้องคำนึงถึงส่วนสำคัญ 2 ส่วนในนม คือ

ก. ส่วนที่เป็นน้ำ

ข. ส่วนที่เป็นของแข็งในนม

น้ำในนมจะมีอยู่ระหว่าง 12.5-90 % ขึ้นกับชนิดของนม นั้น จะทำหน้าที่

หลายอย่างเมื่อมีอยู่ในผลิตภัณฑ์ในปริมาณที่เหมาะสม คือ

1. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทาน
2. ช่วยรวมส่วนผสมอื่นๆ เข้าด้วยกัน
3. ช่วยละลายน้ำตาลซึ่งเป็นตัวที่ทำให้ผลิตภัณฑ์อ่อนนุ่ม
4. ช่วยให้เกิดเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เมื่อรวมกับน้ำ
5. ความชื้นของนมไม่ได้ทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งขึ้นหรือนุ่มลง แต่เมื่อรวมกับส่วนผสมอื่น ๆ แล้ว อาจช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งและความนุ่มทั้ง 2 อย่างได้

ส่วนของแข็งในนมจะมีผลต่อการรวมตัวกันของโปรตีนในแป้ง ทำให้มีความแข็งตัวเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ในนมส่วนที่เป็นของแข็งยังมีน้ำตาลแลคโตส ซึ่งช่วยทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองทอง ช่วยปรับปรุงกลิ่นรสให้ดีขึ้น และเป็นตัวเก็บความชื้นที่สำคัญอีกด้วย

๕. ไขมัน

ส่วนมากใช้ไขมันในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เป็นวัตถุดิบที่มีราคาแพงและมีความสำคัญในการทำผลิตภัณฑ์ การเลือกใช้ไขมันชนิดใด ควรคำนึงถึงองค์ประกอบที่มีในไขมันนั้น ดังแสดงในตารางที่ 2.2 โดยเฉพาะปริมาณน้ำและไขมันซึ่งแตกต่างกันชัดเจน และมีผลต่อสมดุลของสูตร นอกจากนี้คุณสมบัติการขึ้นฟูของเด็กขึ้นกับคุณสมบัติการเก็บฟองอากาศไว้ในโครงสร้างของไขมันแต่ละชนิด และเวลาที่ใช้ในการตีไข่ เช่น ไข่ขาวมีผลต่อการขึ้นฟู ลักษณะของฟองอากาศที่เล็กจะอยู่ตัวดีกว่าฟองอากาศใหญ่ เป็นต้น

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของไข่

องค์ประกอบทางเคมี	ไข่ทั้งฟอง (%)	ไข่แดง (%)	ไข่ขาว (%)
ความชื้น	73.6	50.0	86.0
โปรตีน	14.0	17.0	10.0
ไขมัน	12.0	31.0	0.2
น้ำตาล	0.0	0.2	0.4
เถ้า	1.0	1.5	1.0

ที่มา : อรอนงค์ , 2532

หน้าที่ของไข่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์

- เป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู เมื่อตีไข่ขาวจะเกิดฟองซึ่งประกอบด้วย ฟองอากาศเล็ก ๆ ซึ่งแต่ละฟองอากาศถูกล้อมรอบด้วยแผ่นโปรตีนจากไข่ การตีไข่ด้วยเครื่องและการสัมผัสของแผ่นโปรตีนบาง ๆ กับอากาศ จะทำให้โปรตีนบางส่วนแข็งตัวและทำให้ฟองอากาศนั้นคงตัว ฟองอากาศจะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน และแผ่นโปรตีนจะยึดหยุ่นพอที่จะยึดได้ เมื่อส่วนผสมของไข่ขาวได้รับอุณหภูมิถึงจุดที่ทำให้เปลี่ยนแปลง โปรตีนจะแข็งตัวอย่างทั่วถึงและสูญเสียความยืดหยุ่นและจับเป็นโครงร่างแข็งของผลิตภัณฑ์
- สี ไข่แดงช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสีเหลือง
- กลิ่นรส เป็นกลิ่นเฉพาะซึ่งบางคนชอบให้มีในผลิตภัณฑ์
- ความสดและคุณค่าทางอาหาร เนื่องจากไข่มีความชื้น (75 %สำหรับไข่ทั้งฟอง) และมีความสามารถตามธรรมชาติที่จะรวมตัวและเก็บความชื้นเอาไว้ได้ จึงทำให้การแห้งของผลิตภัณฑ์ช้าลง นอกจากนี้ไข่ยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางอาหารสูงตามไปด้วย

สูตรทั่วไปในการทำแพนเค้ก (Tressler, 1975)

แป้งสาลีอเนกประสงค์	1.5	ถ้วย
น้ำตาลทราย	1	ช้อนโต๊ะ
เกลือ	0.5	ช้อนโต๊ะ
ไข่	1	ฟอง
เนย	2	ช้อนโต๊ะ
นมสด	1.5	ช้อนโต๊ะ
ผงฟูกำลัง 1	1	ช้อนโต๊ะ

วิธีทำ

- 1) ผสมไข่ไก่ นมสด และแป้ง ตีส่วนผสมให้เข้ากัน
- 2) หยอดแป้งลงบนกระทะที่ทาน้ำมันและร้อนดีแล้ว
- 3) ทอดจนมีฟองอากาศกระจายทั่วทั้งแผ่น
- 4) พลิกอีกด้านทอดจนสุก

2.3 ปัญหาจากการบริโภคแป้งขัดขาวและผลิตภัณฑ์จากแป้งขัดขาว

จากความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีและการเปลี่ยนแปลงของสังคมในปัจจุบัน ทำให้ดำเนินในการบริโภคของคนในสังคมเปลี่ยนแปลงไป อาหารธรรมชาติได้รับการบริโภคน้อยลง เส้นใยอาหาร (Dietary Fiber) เป็นอาหารที่ถูกกลืน ทั้ง ๆ ที่พบว่ามีผลต่อสุขภาพของมนุษย์อย่างมาก ในขณะที่อาหารที่ผ่านการขัดสีมากและแปรรูปด้วยกระบวนการซับซ้อน เช่น แป้งขัดขาวและผลิตภัณฑ์จากแป้งขัดขาวได้รับความนิยมในการบริโภค ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่ (Peter และ Elaine, 1992) นอกจากนี้การบริโภคอาหารที่มีเส้นใยอยู่น้อย ยังเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากการท้องผูก เช่น โรคริดสีดวงทวาร โรคผนังลำไส้ใหญ่อักเสบ เป็นต้น โรคอ้วน และโรคที่เกี่ยวข้องกับโรคอ้วน เช่น โรคเบาหวาน โรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด เป็นต้น (วีรดา, 2519)

2.3.1 แนวทางในการแก้ปัญหาโดยการใช้สารเพิ่มปริมาณเส้นใยอาหาร

Trowell et al. (1976) ได้ให้คำนิยามเกี่ยวกับเส้นใยอาหาร (Dietary Fiber) คือ กลุ่มของเส้นใยในพืชที่ต้านทานการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส เพคติน และกลุ่มที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต ได้แก่ ลิกนิน

เส้นใยอาหารมีมากในอาหารประเภทผัก ผลไม้ และเมล็ดธัญพืช ส่วนอาหารประเภทเนื้อสัตว์ อาหารที่ผ่านกรรมวิธีหรือทำให้บริสุทธิ์ เช่น น้ำตาล ไขมัน และอาหารประเภทนมนั้นไม่มีเส้นใยอาหารเลย

เส้นใยอาหาร สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะตามลักษณะโครงสร้างและคุณสมบัติการละลาย (Barbara, 1986) ได้ดังนี้

2.3.1.1. แบ่งตามลักษณะโครงสร้าง แบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ

- ก. Structural Polysaccharide จัดเป็นสารประกอบที่เป็นพื้นฐานเซลล์เป็นส่วนประกอบที่ให้ความแข็งแรง ประกอบด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพคตินบางชนิด
- ข. Structural Polysaccharides เป็นส่วนโครงสร้าง ที่ประกอบด้วยลิกนินเป็นส่วนใหญ่
- ค. Nonstructural Polysaccharide เป็นสารประกอบที่ละลายได้ในน้ำ มีลักษณะเหนียว เรียกสารเหล่านี้ว่ากัม (Gum) และมิวซิเลจ (Mucilages)

2.3.1.2. แบ่งตามคุณสมบัติการละลาย แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

- ก. เส้นใยที่ละลายน้ำได้ (soluble fiber) ได้แก่ pectin และ hemicellulose บางชนิด
- ข. เส้นใยที่ละลายน้ำไม่ได้ (insoluble fiber) ได้แก่ เซลลูโลส ลิกนิน และเฮมิเซลลูโลสบางชนิด

ในผัก ผลไม้ และธัญพืชต่าง ๆ จะพบทั้งเส้นใยที่ละลายน้ำได้และละลายน้ำไม่ได้ในปริมาณที่ต่างกันไป ในธัญพืชจะพบเส้นใยที่ละลายน้ำได้น้อย แต่พบเส้นใยที่ไม่ละลายน้ำอยู่มาก ในผักและผลไม้พบเส้นใยที่ละลายน้ำได้อีกมาก ซึ่งบทบาทของเส้นใยอาหารเหล่านี้ในปัจจุบันกำลังได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางเนื่องจากการพิสูจน์แล้วว่า มีส่วนช่วยในการป้องกันและบรรเทาอาการของโรคต่าง ๆ ดังนี้

โรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่ โรคนี้อาจเกิดจากการสัมผัสกับสารเคมีที่อาจก่อให้เกิด มะเร็งได้อยู่บ่อย ๆ สารเคมีเหล่านี้ได้แก่ แอมโมเนีย และ ไนโตรซามีน มีการวิจัยพบว่า (Peter และ Elaine, 1992) เส้นใยอาหารสามารถป้องกันการเกิดมะเร็งในลำไส้ใหญ่ กลไก การป้องกันจริง ๆ ยังไม่ทราบแน่ชัดทราบเพียงว่า เส้นใยอาหารอาจถูกแบคทีเรียย่อยสลายเกิด กรดไขมัน เช่น บิวทีเรต ซึ่งสามารถป้องกันการเกิดเนื้องอกได้ เส้นใยอาหารอาจทำให้ ความเข้มข้นของแอมโมเนียในลำไส้ใหญ่ลดลง และลดการสร้างไนโตรซามีนในลำไส้ใหญ่ เส้น ใยอาหารอาจรวมตัวกับสารเคมีที่เป็นพิษ ทำให้สารเคมีที่เป็นพิษไม่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย

โรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด ได้มีผู้ทำการทดลองหลายท่านได้ทดลองใช้อาหารที่มี เส้นใยสูงให้ผู้มีโคเลสเตอรอลสูงในเลือดบริโภคชั่วระยะเวลาหนึ่ง พบว่าระดับคอเลสเตอรอล ในเลือดลดลงอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้เนื่องจากเส้นใยเป็นตัวแยกกรดน้ำดี สารสเตอรอล และ ไขมัน โดยป้องกันการดูดซึมกลับเข้าไปในทางเดินโลหิตของสารเหล่านี้ โคเลสเตอรอลที่ถูก สร้างขึ้นมาจะถูกขับออกมาจากเลือดเป็นส่วนใหญ่ และอัตราการเกิดโรคหัวใจจะพบน้อยมาก ในผู้ที่บริโภคเฉพาะผักผลไม้หรือผู้ที่ไม่ทานเนื้อสัตว์ เนื่องจากในพืชมีเส้นใยอยู่ในปริมาณที่เพียงพอ

โรคผนังลำไส้อักเสบ มักพบในผู้ที่เป็นไส้ติ่งอักเสบและริดสีดวงทวารด้วย เนื่อง จากลำไส้ปกติจะมีการบีบรัดตัวอยู่ตลอดเวลา แต่ในกรณีที่อุจจาระมีลักษณะแข็งจะทำให้ผนัง ลำไส้โดยเฉพาะเส้นโลหิตดำเกิดอาการบวมโป่งอั้นเป็นสาเหตุของการเกิดโรคได้ ถ้ารับประทาน อาหารที่มีเส้นใยมาก เส้นใยจะอุ้มน้ำทำให้อุจจาระมีลักษณะนุ่มอยู่ตลอดเวลา เมื่อลำไส้ใหญ่ บีบตัวก็จะไม่เกิดแรงดันทำให้เส้นโลหิตดำโป่งพองได้ นอกจากนี้ยังป้องกันการดูดกลับของสาร พวกโคเลสเตอรอลอันเป็นสาเหตุของเส้นเลือดอุดตันแล้ว เส้นใยยังทำหน้าที่ทางกายภาพในทาง เติ่นอาหาร คือทำให้อุจจาระนุ่มและลดความดันจากการบีบตัวของลำไส้ใหญ่อีกด้วย

2.4 แหล่งของเส้นใยอาหาร (Source of Dietary Fiber)

รำข้าวสาลี (Wheat Bran) เป็นส่วนนอกของเมล็ดข้าวสาลีหรือส่วนของเปลือกที่ได้จากระบวนการบดข้าวสาลีให้เป็นแป้ง แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- ก. รำหยาบ คือ ส่วนเปลือกชั้นนอกที่ได้จากการขัดสีเมล็ดข้าวสาลีในขั้นแรก มีลักษณะเป็นแผ่น เนื้อหยาบ
- ข. รำละเอียด คือ ส่วนที่อยู่ติดกับเมล็ดข้าวสาลี ซึ่งได้จากการขัดสีเมล็ดข้าวสาลีเพื่อให้ข้าวสาลีที่จะนำไปทำเป็นแป้งมีความบริสุทธิ์สูงขึ้น มีลักษณะเนื้อละเอียด เป็นผง

2.4.1 องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวสาลี

รำข้าวสาลี ประกอบด้วย ส่วนที่เป็น pericarp , spermoderm germ(embryo) , alurone layer และ starchy endosperm (กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ , 2537) ในรำข้าวสาลีประกอบด้วยโปรตีน แร่ธาตุ ไขมัน และวิตามิน ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีของรำข้าวสาลี

องค์ประกอบ	รำข้าวสาลี (%)
โปรตีน	12-14
เถ้า	5-9
ไขมัน	5
วิตามิน	วิตามิน B เป็นส่วนใหญ่

ที่มา : Pomeranz , 1971

นอกจากนี้ รำข้าวสาลียังจัดเป็นแหล่งของเส้นใยที่ดี ซึ่งประกอบด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพคติน โดยมีปริมาณของเส้นใยที่ละลายน้ำได้ในปริมาณ 5.0 % และละลายน้ำไม่ได้ในปริมาณ 37.3 % ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ปริมาณเส้นใยในอาหาร

ชนิดอาหาร	ปริมาณเส้นใยอาหาร (%)	
	ละลายน้ำได้	ละลายน้ำไม่ได้
รำข้าวสาลี	5	37.3
ขนมปังขาว	29	2.8
มักกะโรนีสุก	24	3.2
ข้าวสุก	22	1.5
กั้วดินเตากระป๋อง	4	22.3
แครอทดิบ	5	28.3
แอปเปิ้ล	27	9.2
ส้ม	28	7.1

ที่มา : Judith A. Marlett , 1992

2.5.2 การใช้ประโยชน์จากรำข้าวสาลีเพื่อเป็นแหล่งใยอาหาร

รำข้าวสาลีสามารถเสริมลงในผลิตภัณฑ์อาหารใยต่ำหลายประเภท เช่น cereal granola bars ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ขนมขบเคี้ยว แครกเกอร์ เนื้อสัตว์ และเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ เพื่อเพิ่มปริมาณใยอาหาร นับเป็นแหล่งของกากใยอาหารหาง่ายและราคาถูกลง และมีปริมาณของเส้นใยที่ละลายน้ำได้และละลายน้ำไม่ได้อยู่ในปริมาณที่สมดุลย์ หากสามารถนำมาเติมในสัดส่วนที่เหมาะสมในอาหารที่มีกากใยอาหารต่ำ เช่น แพนเค้ก โดยทำในรูปแป้งแพนเค้กสำเร็จรูป จะช่วยในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีประโยชน์ต่อร่างกายมากขึ้น และนับเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพชนิดใหม่เพิ่มขึ้นอีกด้วย

2.5 การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์แพนเค้ก

ผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละชนิดจะมีอายุการเก็บที่แตกต่างกัน ซึ่งอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารแต่ละประเภทจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. แสง

- ก. เกิดออกซิเดชันของไขมันและน้ำมัน รวมทั้งคอเลสเทอรอล
- ข. เกิดการทำลายวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน คือ วิตามินเอ และวิตามินอี
- ค. เกิดการทำลายไรโบฟลาวิน และวิตามินอื่น ๆ ที่ละลายได้ในน้ำ
- ง. เกิดการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนและกรดอะมิโน
- จ. เกิดการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสีในอาหาร

2. อุณหภูมิ

- ก. เร่งการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ
- ข. ส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

3. ออกซิเจน

- ก. เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันขององค์ประกอบที่เป็นไขมัน
- ข. เกิดการสูญเสียคุณสมบัติของโปรตีน
- ค. เกิดการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสีในอาหาร
- ง. ทำลายวิตามินบางชนิด

4. ความชื้น

- ก. เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและน้ำมัน
- ข. เกิดปฏิกิริยา Non-enzymatic browning
- ค. ทำให้คุณค่าทางอาหารลดลง

อายุการเก็บ คือ ระยะเวลาที่ภาชนะบรรจุหรืออาหารในภาชนะบรรจุยังคงอยู่ในสภาพที่บริโภคยอมรับและจำหน่ายได้ ภายใต้สภาวะการเก็บที่กำหนด (Harte and Gray, 1986) โดยปรกติอายุการเก็บผลิตภัณฑ์อาหารจะขึ้นอยู่กับปัจจัย 3 ประการ คือ คุณสมบัติของตัวผลิตภัณฑ์ สภาวะแวดล้อมในขณะที่เก็บรักษาหรือวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ และภาชนะบรรจุของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์แพนเค้กมีลักษณะเด่นในเรื่องของความแน่นเนื้อ รสชาติและกลิ่นรสต่าง ๆ ที่ทำให้ผู้บริโภคพึงใจ อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์แพนเค้กจึงต้องคำนึงถึงปัจจัยดังกล่าวเป็นปัจจัย

สำคัญ ผลลัพธ์ที่มีอายุการเก็บที่ยาวนานจะมีระยะเวลาในการจัดจำหน่ายและเก็บรักษาเพื่อ
รอกการบริโภคสูง นอกจากนี้อายุการเก็บผลลัพธ์ก็ยังเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกภาชนะบรรจุ
ที่เหมาะสมอีกด้วย

ปัจจัยที่มีความสำคัญต่ออายุการเก็บของแป้งแพนเค้กสำเร็จรูปเสริมไฟเบอร์

การเสื่อมเสียของผลลัพธ์แป้งสำเร็จรูปนั้น มีปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผลลัพธ์ที่ไม่
สามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลาอันยาวนานได้แก่ แสง ออกซิเจน อุณหภูมิ และ
ความชื้น ซึ่งก่อให้เกิดการเสื่อมเสียในด้านต่าง ๆ ของผลลัพธ์ อาทิ เช่น การเกิดปฏิกิริยา
ออกซิเดชันของไขมัน ทำให้ผลลัพธ์เกิดความเสื่อมเสียในด้านกลิ่นรส เป็นต้น ปัญหา
สำคัญที่มีต่ออายุการเก็บของผลลัพธ์แป้งสำเร็จรูป ได้แก่

ก. การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยมีเอนไซม์เกี่ยวข้อง (Enzymatic Oxidations) เอนไซม์ที่สำคัญที่ทำให้เกิดปฏิกิริยานี้ คือ ไลโปออกซิเดส (lipoxidase) ซึ่งทำ
ให้การครไขมันไม่อิ่มตัวแตกตัวออกเป็นสารที่ให้กลิ่นหืนขึ้น ส่วนไลเปส (lipase) จะทำให้ไขมัน
ไม่อิ่มตัวแตกตัวออกเป็นกรดไขมันอิสระ และกลีเซอรอล (Glycerol) เกิดกลิ่นที่ผิดปกติ

ข. การเกิดกลิ่นหืนเนื่องจากการเกิดออกซิไดส์ (Oxidative Rancidity) ปฏิกิริยานี้เกิดจากการที่กรดไขมันไม่อิ่มตัวรับออกซิเจนเข้าไป เกิดเป็นสารเปอร์ออกไซด์
(Peroxide) ซึ่งสลายตัวต่อไปเป็นสารที่ระเหยง่ายมีกลิ่นเหม็นหืน และมักจะทำให้วิตามินที่ละลาย
ได้ในไขมันถูกทำลายด้วย

ค. ปริมาณความชื้นในอาหาร โดยนิยามกล่าวในเทอมของ Water Ability (A_w) การเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียขึ้นในอาหาร โดยปริ
มาณความชื้นที่พอเหมาะจะทำให้เกิดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ รวมทั้งปริมาณความชื้นในผลิ
ภัณฑ์ยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนขึ้นในผลิตภัณฑ์

การศึกษาอายุการเก็บของผลลัพธ์แป้งแพนเค้กสำเร็จรูปเนื้อสูง

การศึกษาอายุการเก็บของอาหารสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน โดยอาจทำการศึกษา
อายุการเก็บจริง ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับอาหารที่มีอายุการเก็บไม่มากนัก หรือการศึกษาอายุการ
เก็บโดยการเร่งสภาวะ (Accelerated Shelf-life Testing of food , ASLT) ซึ่ง

การศึกษาอายุการเก็บด้วยวิธีดังกล่าวเป็นเพียงแนวทางที่จะบอกอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ในสภาวะปกติเท่านั้น ผลที่ได้ไม่ใช่ผลของอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์จริง

การศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์แป้งแพนเค้กสำเร็จรูปเชื้อไขสูง จะทำการเก็บแป้งและส่วนผสมในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ นำไปเก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 45 °C เพื่อเร่งสภาวะในการเกิดปฏิกิริยาขององค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ การทดสอบการยอมรับจากผู้บริโภคนั้น จะใช้ผู้บริโภคที่เป็น Subjective Evaluation ซึ่งสามารถเป็นตัวแทนของผู้บริโภคที่แท้จริง ในด้านการทดสอบคุณภาพทางเคมีนั้น การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ค่าเปอร์ออกไซด์ ปริมาณกรดไขมันอิสระ และปริมาณจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสื่อมเสีย และเป็นแนวทางในการทำนาอายุการเก็บได้



วิธีการทดลอง

1. การหาเค้าโครงที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แพนเค้กทั่วไป

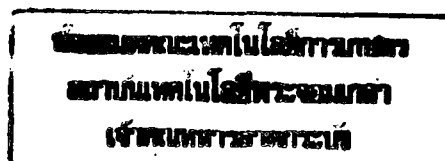
ในการพัฒนาแป้งแพนเค้กสำเร็จรูปเชื้อโฮสต์ด้วยรำข้าวสาลีนั้น ขั้นแรกจะทำการพัฒนาสูตรแพนเค้กธรรมดา ก่อน เพื่อศึกษาเค้าโครงที่เหมาะสมในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรสและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน สี ความแน่น เนื้อความนุ่ม ความหวาน และความเค็ม ด้วยวิธี Ratio Profile Test และใช้ผู้ชิม 10 คน ซึ่งมีสูตรแพนเค้ก 2 สูตร คือ

แพนเค้กสูตร 1

แพนเค้กสูตร 2

แป้งเอนกประสงค์	26.0	%	แป้งเอนกประสงค์	24.7	%
น้ำตาล	5.1	%	น้ำตาล	9.8	%
ผงฟู	1.6	%	ผงฟู	1.5	%
เกลือ	0.5	%	เกลือ	0.46	%
ไข่	10.0	%	ไข่	9.5	%
นมสด	52.1	%	นมสด	49.5	%
เนย	4.7	%	เนย	4.4	%

โดยมีกรรมวิธีในการผลิตดังนี้



ผสมส่วนที่เป็นของเหลว คือ นม เนย และไข่ ให้เข้ากัน

ผสมส่วนที่เป็นของแห้ง คือ แป้ง น้ำตาล เกลือ และผงฟู ให้เข้ากัน

นำส่วนที่เป็นของแห้งมาผสมกับส่วนของเหลว

นำไปทอดในกระทะด้วยอุณหภูมิ 190 °C เป็นเวลา 2-3 นาที

2. การศึกษาผลของการแทนที่แป้งในสูตรแพนเค้กด้วยรำข้าวสาลีชนิดหยาบและละเอียด

ศึกษาผลของการแทนที่แป้งด้วยรำข้าวสาลีชนิดหยาบและละเอียด โดยทำการแทนที่แป้งในปริมาณ 30 % และคัดเลือกชนิดของรำที่เหมาะสมโดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธี 9-Point Scoring Test ใช้ผู้ชิม 15 คน โดยมีสูตรแพนเค้กดังนี้

แป้งสาลีเอนกประสงค์	18.2
น้ำตาล	5.1
ผงฟู	1.6
เกลือ	0.5
รำหยาบ/ละเอียด	7.8
ไข่	10.0
นม	52.1
เนย	4.7

3. การศึกษาปริมาณรำหยาบและรำละเอียดที่เหมาะสมในการแทนที่แป้งในสูตรขนมเค้ก

โดยการแทนที่ด้วยรำทั้ง 2 ประเภท ในระดับ 10 % , 20 % , 30 % , 40 % และ 50 % และเลือกระดับการแทนที่ที่เหมาะสม โดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ โดยใช้วิธี 9-Point Scoring Test ใช้ผู้ชิม 10 คน วางแผนการทดลองแบบสุ่มไม่สมบูรณ์แบบสมดุล (Balance Incomplete Block) โดยผู้ชิมจะได้รับตัวอย่างคนละ 3 ตัวอย่าง และมีปริมาณรำหยาบและรำละเอียดที่แทนที่แป้งดังนี้

ตารางที่ 3.1 การแทนที่แป้งด้วยรำหยาบและรำละเอียดระดับต่าง ๆ

ระดับ (%)	แป้ง (กรัม)	รำหยาบ/ละเอียด (กรัม)
10	145.8	16.2
20	130.0	32.0
30	113.4	48.6
40	97.2	64.8
50	81.0	81.0

4. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ขนมเค้ก

โดยการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมัน ปริมาณเถ้าและปริมาณเส้นใยอาหาร (Dietary fiber) ในวัตถุดิบคือ แป้งสาลี รำหยาบและรำละเอียด ในผลิตภัณฑ์ คือ ขนมเค้กธรรมดา ขนมเค้กเสริมรำหยาบ และขนมเค้กเสริมรำละเอียด

5. การทดสอบอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์แป้งแพนเค้กสำเร็จรูปเชื้อยีสสูง

โดยทำการเก็บผลิตภัณฑ์ซึ่งประกอบด้วย แป้งเอนกประสงค์ น้ำตาล ผงฟู เกลือ และรำหยาบหรือรำละเอียดในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลา 60 วัน โดยทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส เคมี และ จุลินทรีย์ ทุก ๆ 10 วัน

การทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทดสอบในด้าน กลิ่นหืน กลิ่นอับ ความแน่นเนื้อ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ โดยวิธี Scoring Test ใช้ผู้ชิม 10 คน

ในการทดสอบคุณภาพทางเคมี ผลิตภัณฑ์ที่เก็บจะนำมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้นด้วยวิธีการของ AOAC (1984) ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) ด้วยวิธีการของ AOAC (1984) ปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free Fatty Acid) ด้วยวิธีการของ มอก. 1028-2534 และตรวจสอบปริมาณสีและรสชาติด้วยวิธีการของ AOAC (1984) โดยทำการเก็บผลิตภัณฑ์ดังนี้

การเก็บแป้งแพนเค้กสำเร็จรูปเยื่อใยสูง

ซึ่งส่วนต่าง ๆ คือ แป้งสาลี น้ำตาล เกลือ ผงฟู และรำข้าวสาลี

|

นำไปผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมแป้ง

|

บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ นน. 207 กรัม ต่อ ถุง

|

ใส่อากาศในถุงออก

|

ปิดปากถุงด้วยลวดร้อน

|

นำไปเก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 45 °C

|

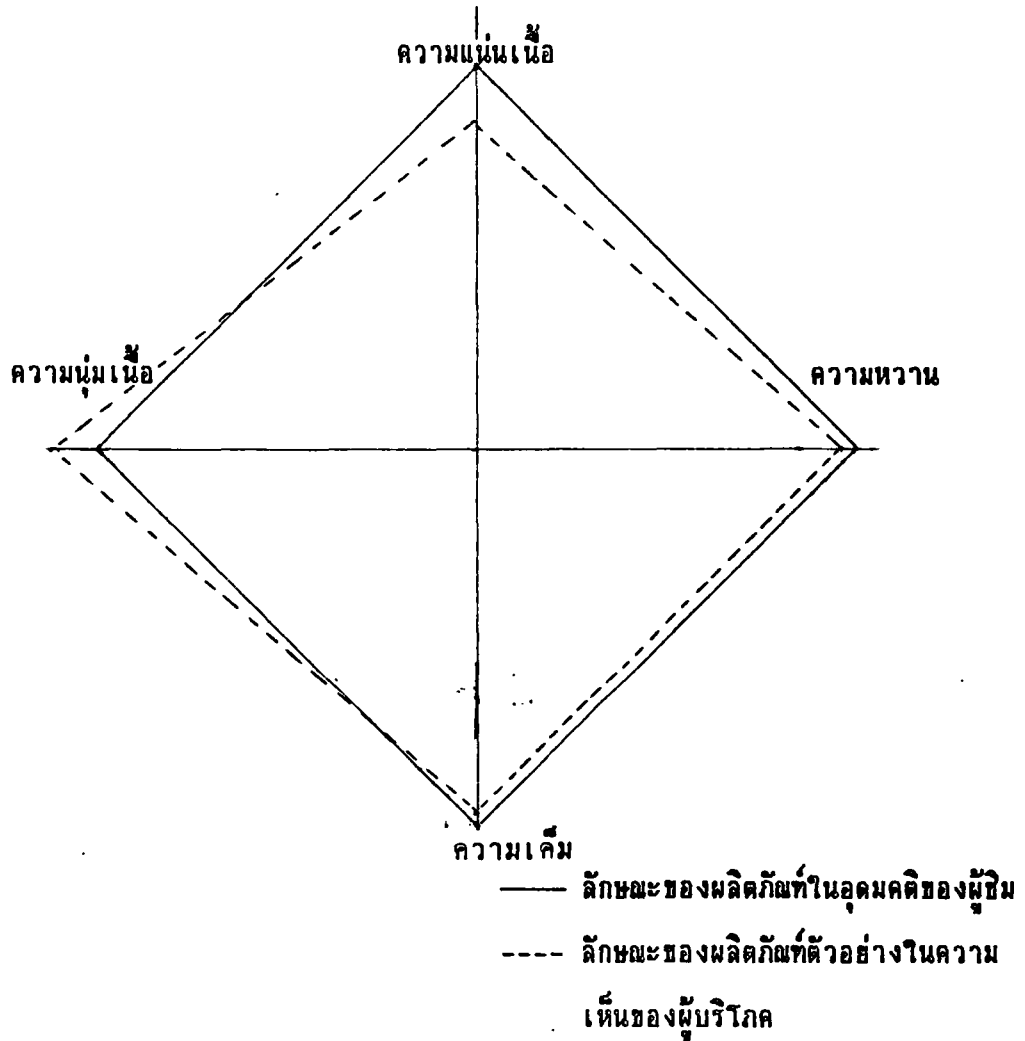
ทดสอบอายุการเก็บทุก 10 วัน

ทดสอบทางประสาทสัมผัส เคมี และจุลินทรีย์

ผลการทดลอง

1. การหาเค้าโครงที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แพนเค้กทั่วไป

ผลการศึกษาเค้าโครงที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แพนเค้ก ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผลการศึกษาเค้าโครงที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี Ratio Profile Test

จากผลการทดสอบทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (ตารางภาคผนวก) พบว่า
 ผลิตภัณท์ที่ได้มีลักษณะใกล้เคียงกับผลิตภัณท์ในอุดมคติของผู้บริโภค เนื่องจากไม่มีความแตกต่าง
 ทางประสาทสัมผัสในทุกลักษณะที่ทำการทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า
 สูตรที่เหมาะสมในการผลิตแพนเค้กโดยทั่วไป คือ

แป้งสาลีเอนกประสงค์	26.0 %
น้ำตาลซูโครส	5.1 %
ผงฟู	1.6 %
เกลือ	0.5 %
ไข่	10.0 %
นมสด	52.1 %
เนยหรือมาการีน	4.7 %

2. การศึกษาผลของการแทนที่แป้งในสูตรแพนเค้กด้วยรำข้าวสาลีชนิดหยาบและละเอียด

ผลการแทนที่แป้งในสูตรแพนเค้กด้วยรำข้าวสาลีชนิดหยาบและละเอียดในปริมาณ

30 % ได้ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แพนเค้กเสริมรำหยาบและรำละเอียด
ในปริมาณ 30 %

คุณลักษณะ	รำหยาบ	รำละเอียด
ลักษณะปรากฏ	5.4a	6.5a
กลิ่นรส	6.5a	6.1a
เนื้อสัมผัส	6.5a	6.5a
ความชอบรวม	6.7a	6.6a

a,b,c ตัวเลขในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัย
สำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P < 0.05$)

จากผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสแสดงให้เห็นว่า การแทนที่แป้งด้วยรำ
หยาบหรือรำละเอียดในปริมาณ 30 % นั้น ไม่มีความแตกต่างกันในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส
เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ จึงทำการพัฒนาสูตรแพนเค้กโดยการแทนที่แป้ง
ด้วยรำข้าวสาลีทั้ง 2 ประเภท

3. การศึกษาปริมาณรำหยาบและรำละเอียดที่เหมาะสมในการแทนที่แป้งในสูตรแพนเค้ก

ผลการแทนที่แป้งในสูตรแพนเค้กด้วยรำหยาบและรำละเอียดในระดับต่าง ๆ กัน ได้
ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในการแทนที่แป้งด้วยรำหยาบและรำละเอียดในปริมาณต่าง ๆ

ชนิด	ระดับรำ (%)	คุณลักษณะ			
		ความชอบรวม	เนื้อสัมผัส	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นรส
รำหยาบ	0	7.75a	7.3a	7.88a	7.24a
	10	6.5ab	6.4ab	5.97ab	7.13a
	20	7.75a	7.4a	7.81a	7.19a
	30	4.87bc	4.8bc	5.03b	4.76b
	40	5.47bc	5.5b	4.26b	5.11b
	50	3.86c	3.4c	4.25b	4.58b
รำละเอียด	0	6.51ab	6.7a	6.97a	6.21a
	10	6.02ab	7.4a	5.46a	6.99a
	20	6.89a	6.7a	6.47a	6.92a
	30	4.70bc	4.7c	6.40a	4.46b
	50	4.89bc	5.08bc	5.21a	4.39b

a, b, c, ... ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P < 0.05$)

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงให้เห็นว่าสามารถแทนที่แป้งด้วยรำ
 หยาบหรือรำละเอียดได้ในปริมาณมากที่สุด 20% โดยเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการแทนที่
 ด้วยรำแล้วไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบ
 รวมของผลิตภัณฑ์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ดังนั้นจึงได้สูตรแป้งแพนเค้กโฮลโฮลสูงดังนี้

สูตรแป้งแพนเค้กโฮลโฮลสูง

แป้งสาลีเอนกประสงค์	62.8	%
น้ำตาล	15.5	%
ผงฟู	4.8	%
เกลือ	1.4	%
รำหยาบหรือรำละเอียด	15.5	%

4. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์แพนเค้ก

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของแป้ง รำข้าวสาลีชนิดหยาบและละเอียด และ
 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแทนที่ด้วยรำข้าวสาลีทั้ง 2 ชนิดในปริมาณ 20 % เป็นดังตารางที่ 4.3
 และ 4.4

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของวัตถุดิบ

องค์ประกอบทางเคมี	แป้ง (%)	รำหยาบ (%)	รำละเอียด (%)
ความชื้น (%)	12.7	9.8	8.4
โปรตีน (%)	9.15	14.84	15.01
ไขมัน (%)	1.18	4.2	4.4
เถ้า (%)	0.6	3.2	3.3
เส้นใยอาหาร (%)	2.8	37.04	32.3

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์แพนเค้ก

องค์ประกอบทางเคมี	แป้ง (%)	รำหยาบ (%)	รำละเอียด (%)
ความชื้น (%)	39.4c	52.7a	46.3b
โปรตีน (%)	3.9b	9.4a	9.2a
ไขมัน (%)	2.5b	6.4a	6.4a
เถ้า (%)	3.02c	3.9b	4.2a
เส้นใยอาหาร (%)	1.47c	16.4a	14.2b

a, b, c, ... ตัวเลขในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P < 0.05$)

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์แพนเค้ก แสดงให้เห็นว่า การบริโภคแพนเค้กเยื่อใยสูงนั้น จะได้รับคุณค่าทางอาหารที่สำคัญคือ โปรตีน และ Dietary fiber เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับแพนเค้กธรรมดา ซึ่งจะเป็นผลดีต่อสุขภาพและระบบขับถ่ายของร่างกาย นอกจากนี้ในการรับประทานแพนเค้กเยื่อใยสูงในปริมาณ 60 กรัมต่อครั้ง จะทำให้ได้รับปริมาณเส้นใยอาหารสูงถึง 9.84 กรัมในแพนเค้กเสริมรำหยาบและ 8.52 กรัมในแพนเค้กเสริมรำละเอียด

5. การทดสอบอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์แป้งแพนเค้กสำเร็จรูปเยื่อใยสูง

5.1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แป้งแพนเค้กซึ่งแทนที่ด้วยรำหยาบและรำละเอียดที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 45 °C เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นใหม่เป็นดังตารางที่ 4.5 , 4.6 , 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แป้งแพนเค้กที่แทนที่ด้วยรำหยาบในปริมาณ 20 % เปรียบเทียบแป้งแพนเค้กที่ผลิตขึ้นใหม่ในแต่ละช่วงเวลาของการเก็บ

คุณลักษณะ/ สภาวะ	เวลา (วัน)					
	10	20	30	40	50	60
1. กลิ่น						
control	2.7a	2.8a	1.2b	2.3a	1.8a	2.2a
RT	2.8a	3.0a	1.9a	2.6a	2.1a	1.8a
45 °C	2.5a	3.6a	1.0b	3.7a	2.4a	2.7a

2. กลิ่นฉับ

control	2.7a	2.6a	2.1a	1.7b	1.7a	2.0a
RT	2.7a	2.7a	1.1a	2.4ab	1.5a	2.6a
45 °C	2.9a	3.7a	1.8a	3.4a	2.0a	2.7a

3. ความแน่นเนื้อ

control	6.2a	4.2a	4.7a	5.6a	3.4b	3.1b
RT	4.2b	4.7a	5.7a	5.5a	3.9b	3.1b
45 °C	5.8a	5.2a	4.8a	6.2a	5.4a	4.6a

4. ความชอบรวม

control	4.8a	6.2a	5.5a	6.1a	6.5a	6.0a
RT	5.2a	4.8b	6.3a	7.1a	6.3a	5.1a
45 °C	4.8a	4.7b	5.8a	6.6a	4.8b	5.6a

a,b,c,... ตัวเลขในแนวตั้งในแต่ละคุณลักษณะที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P < 0.05$)

control หมายถึง แพนเค้กที่เตรียมขึ้นใหม่ทุกครั้งที่ทำการศึกษาทดสอบ

RT หมายถึง แพนเค้กที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

45 °C หมายถึง แพนเค้กที่เก็บที่อุณหภูมิ 45 °C

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แพนเค้กที่ทนที่ด้วยรำละเอียด
ในปริมาณ 20 % เปรียบเทียบกับแพนเค้กที่ผลิตขึ้นใหม่ในแต่ละช่วงเวลาการเก็บ

คุณลักษณะ/ สภาวะ	เวลา (วัน)					
	10	20	30	40	50	60
1. กลิ่นหืน						
control	1.7a	2.4a	1.2a	2.0a	2.2a	1.6a
RT	1.9a	2.7a	0.8a	2.3a	3.0a	1.8a
45 °C	1.7a	3.0a	1.7a	2.5a	2.8a	2.1a
2. กลิ่นอับ						
control	1.5a	2.5a	1.6a	2.5a	1.6b	1.7a
RT	2.3a	2.9a	1.7a	2.8a	2.3a	2.5a
45 °C	2.5a	2.7a	2.0a	2.4a	2.7a	2.8a
3. ความแน่นเนื้อ						
control	5.0a	5.0a	6.0a	4.9ab	5.1b	3.7b
RT	4.6ab	4.9a	5.6a	5.7a	5.3ab	4.4ab
45 °C	3.5b	4.7a	5.0a	3.9b	6.0a	4.5a
4. ความกรอบรวม						
control	4.3a	4.1a	7.0a	5.0a	6.5a	7.7a
RT	4.8a	4.7a	5.5b	6.1a	6.3a	5.8b
45 °C	4.3a	4.7a	5.9ab	5.6a	4.8b	5.5b

- a, b, c ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P < 0.05$)
- control หมายถึง แผ่นเด็กที่เตรียมขึ้นใหม่ทุกครั้งที่ทำการศึกษาทดสอบ
- RT หมายถึง แผ่นเด็กที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง
- 45 °C หมายถึง แผ่นเด็กที่เก็บที่อุณหภูมิ 45 °C

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แผ่นเด็กที่แทนที่ด้วยรำหยาบ
ในปริมาณ 20 % ที่เก็บในสภาวะต่าง ๆ เมื่อเวลาเปลี่ยนไป

คุณลักษณะ/ สภาวะ	เวลา (วัน)						
	0	10	20	30	40	50	60
1. กลิ่นหืน							
RT	1.2a	2.3a	2.6a	2.2a	1.6a	2.1a	1.8a
45°C	1.6b	1.7b	2.4ab	1.8b	2.1b	3.5a	1.7b
2. กลิ่นอับ							
RT	1.4a	2.7a	2.3a	1.7a	1.6a	2.1a	1.9a
45°C	1.2b	1.5b	3.1a	2.3ab	2.3ab	1.9ab	2.6ab
3. ความแน่นเนื้อ							
RT	6.1a	4.3bc	5.0abc	5.6ab	4.9abc	4.3bc	3.7c
45°C	5.3a	4.6a	5.1a	5.6a	5.6a	5.5a	4.2a

4. ความชอบรวม

RT	6.2ab	5.0b	5.0b	5.6ab	7.0a	6.4ab	4.9b
45°C	4.8a	4.8a	4.7a	5.4a	5.9a	5.6a	6.4a

a, b, c, ... ตัวเลขในแนวนอนในแต่ละคุณลักษณะที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P < 0.05$)

RT หมายถึง แพนเค้กที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง

45°C หมายถึง แพนเค้กที่เก็บที่อุณหภูมิ 45 °C

ตารางที่ 4.8 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แพนเค้กที่ทนที่ด้วยรำละเอียดในปริมาณ 20 % ที่เก็บในสภาวะต่าง ๆ เมื่อเวลาเปลี่ยนไป

คุณลักษณะ/ สภาวะ	เวลา (วัน)						
	0	10	20	30	40	50	60
1. กลิ่นหืน							
RT	2.4ab	2.5a	1.0b	1.0b	1.2ab	2.2ab	2.4ab
45°C	1.6b	1.7b	2.4ab	1.8b	2.1b	3.5a	1.7b
2. กลิ่นอับ							
RT	2.8ab	2.9a	1.4b	1.8ab	1.7ab	2.3ab	2.0ab
45°C	1.2b	1.5b	3.1a	2.3ab	2.3ab	1.9ab	2.6ab

3. ความแน่นเนื้อ

RT	5.8ab	5.8ab	5.4ab	5.0ab	6.1a	5.3ab	4.5b
45°C	5.3a	4.6a	5.1a	5.6a	5.6a	5.5a	4.2a

4. ความชอบรวม

RT	6.4a	4.8a	5.0a	5.4a	6.3a	4.8a	5.6a
45°C	4.8a	4.8a	4.7a	5.4a	5.9a	5.6a	6.4a

a, b, c, ... ตัวเลขในแนวนอนที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

RT หมายถึง ผลผลิตที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง

45°C หมายถึง ผลผลิตที่เก็บที่อุณหภูมิ 45 °C

ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทั้งในสภาวะต่าง ๆ และที่ เวลาต่าง ๆ แสดงให้เห็นว่า ลักษณะที่นำมาทดสอบไม่ว่าจะเป็นในด้านกลิ่น หิน กลิ่นอับ ความแน่นเนื้อและความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 45°C กับผลิตภัณฑ์ ที่ทำขึ้นใหม่นั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และสำหรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่สภาวะหนึ่ง ๆ เมื่อ เวลาเปลี่ยนไป ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จึงกล่าวได้ว่าในช่วงการเก็บ 60 วันนั้น ผลิตภัณฑ์ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

5.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นจากผลิตภัณฑ์ที่ทำการเก็บเป็นเวลา 60 วัน นั้น จะ วิเคราะห์ใน 2 ลักษณะ คือ การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นที่สภาวะต่าง ๆ และการวิเคราะห์ ปริมาณความชื้นที่เวลาต่าง ๆ ดังแสดงผลในตาราง 4.9 และ 4.10

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น(%)ในผลิตภัณฑ์แพนเค้กซึ่งเก็บที่สภาวะต่าง ๆ

ชนิดผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิของ การเก็บ (°C)	เวลา (วัน)						
		0	10	20	30	40	50	60
		แพนเค้ก	RT	9.5a	9.5a	9.5a	9.5a	9.6a
แพนเค้ก	45	9.5a	8.9b	8.9b	8.9b	8.9b	8.9b	8.9c
แพนเค้ก+รำหยาบ	RT	8.9b	8.9b	8.9b	8.9b	8.9b	9.0b	9.0b
แพนเค้ก+รำหยาบ	45	8.9b	8.5c	8.5c	8.6c	8.7c	8.7c	8.8d
แพนเค้ก+รำละเอียด	RT	8.0c	7.9d	8.1d	8.1d	8.1d	8.2d	8.3e
แพนเค้ก+รำละเอียด	45	8.0c	7.1e	7.1e	7.1e	7.2e	7.2e	7.2f

a, b, c, ... ตัวเลขในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P < 0.05$)

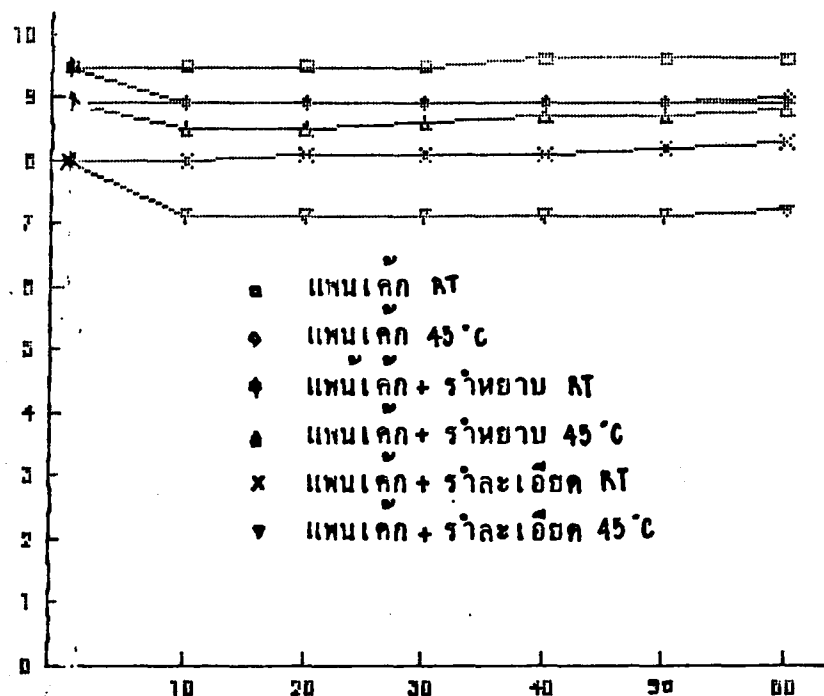
ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น(%) ในผลิตภัณฑ์แพนเค้กที่เวลาต่าง ๆ

ชนิดผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิของ การเก็บ	เวลา (วัน)						
		0	10	20	30	40	50	60
แพนเค้ก	RT	9.5a	9.5a	9.5a	9.5a	9.6a	9.6a	9.6a
แพนเค้ก	45	9.5a	8.9b	8.9b	8.9b	8.9b	8.9b	8.9b
แพนเค้ก+รำหยาบ	RT	8.9b	8.9b	8.9b	8.9b	8.9b	8.9b	9.0c
แพนเค้ก+รำหยาบ	45	8.9b	8.5c	8.5c	8.6c	8.7c	8.7c	8.8d
แพนเค้ก+รำละเอียด	RT	8.0c	8.0d	8.1d	8.1d	8.1d	8.2d	8.3e
แพนเค้ก+รำละเอียด	45	8.0c	7.1e	7.1e	7.1e	7.1e	7.1e	7.2f

a, b, c, ... ตัวเลขในแนวนอนที่มีตัวอักษรต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ
ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($P < 0.05$)

RT หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นสามารถนำมาแสดงได้ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงปริมาณความชื้นของตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลา 60 วัน

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บที่สภาวะและเวลาต่าง ๆ สรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 45 °C จะมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิห้องในทุกสภาวะและเวลาที่เก็บ นอกจากนี้ ในการเก็บแป้งที่อุณหภูมิ 45 °C พบว่าในช่วงแรกยังพบอัตราการซึมผ่านของน้ำออกจากผลิตภัณฑ์และจะสิ้นสุดลงเมื่อเกิดความสมดุลของความชื้นของระบบ และเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นปริมาณความชื้นจะเพิ่มสูงขึ้นด้วย อย่างไรก็ตาม ปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 60 วัน นั้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

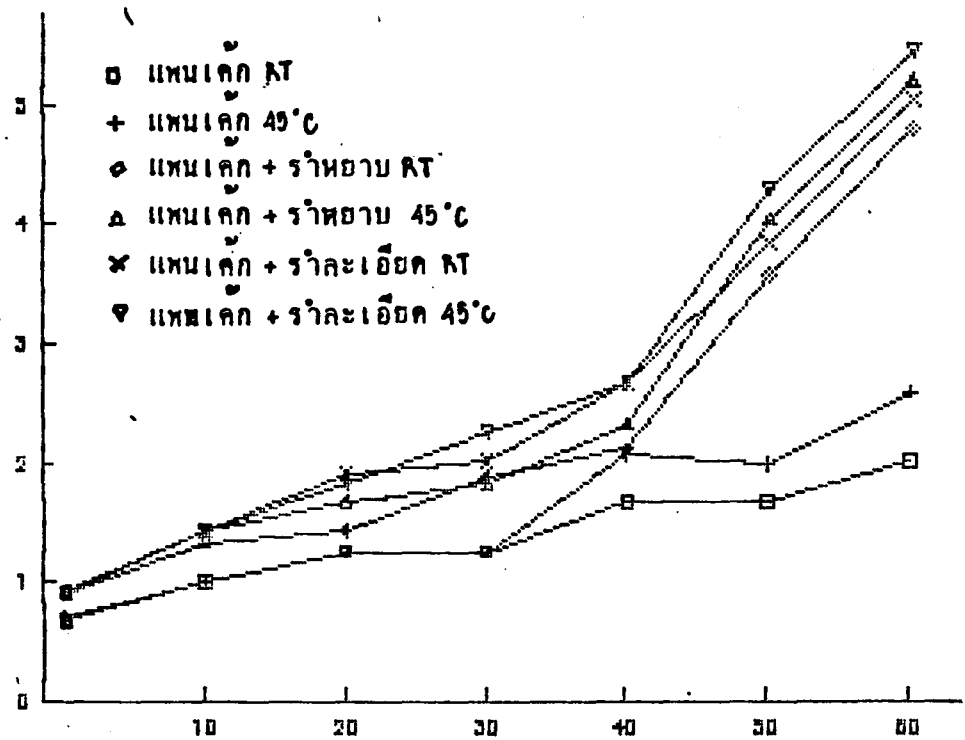
5.3 ผลการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์

ในการหาค่าเปอร์ออกไซด์มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ การตรวจวัดความหืนในผลิตภัณฑ์ โดยทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีของ AOAC (1984) และเทียบกับค่าเปอร์ออกไซด์ในน้ำมันซึ่งมีค่าไม่เกิน 20 meq/kg (มอก. 1024-2534) มิฉะนั้นจะเกิดกลิ่นหืนเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้นในผลิตภัณฑ์ และได้ผลการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ในแป้งแพนเค้กเชื้อยีสสูงดังแสดงในตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.3

ตารางที่ 4.11 การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ของผลิตภัณฑ์แพนเค้ก

อุณหภูมิ ที่เก็บรักษา (°C)	เวลา (วัน)	ค่าเปอร์ออกไซด์ (meq/kg)		
		แพนเค้ก	แพนเค้ก เสริมรำหยาบ	แพนเค้ก เสริมรำละเอียด
อุณหภูมิห้อง	0	0.68	0.90	0.90
	10	1.00	1.33	1.43
	20	1.25	1.43	1.92
	30	1.25	1.88	2.02
	40	1.67	2.12	2.67
	50	1.67	3.57	3.83
	60	2.02	4.81	5.04
45°C	0	0.70	0.90	0.92
	10	1.00	1.43	1.43
	20	1.25	1.67	1.82
	30	1.25	1.82	2.27
	40	2.07	2.33	2.67
	50	2.00	4.03	4.29
	60	2.60	5.21	5.45

จากตารางแสดงผลการวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ สามารถสรุปได้ดังนี้คือ ในผลิตภัณฑ์แป้งแพนเค้กที่เก็บที่อุณหภูมิ 45 °C จะมีค่าเปอร์ออกไซด์สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของรำละเอียดจะมีค่าเปอร์ออกไซด์สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของรำหยาบในทุกช่วงเวลาของการทดสอบ



รูปที่ 4.3 แสดงค่าเปอร์ออกไซด์ของตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลา 60 วัน

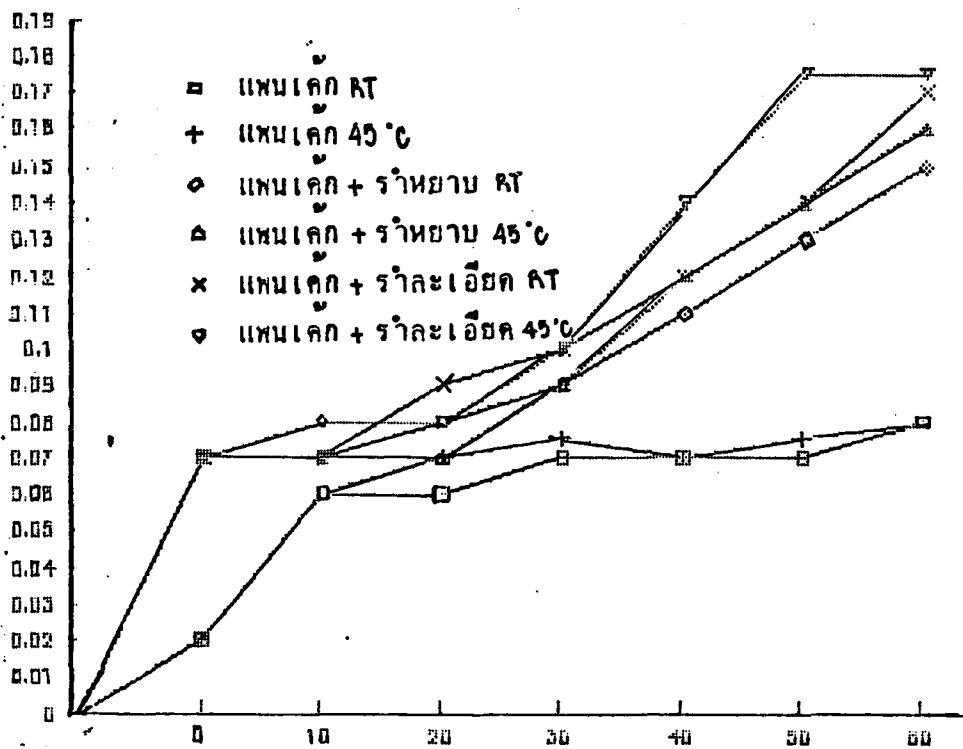
5.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ

เพื่อทำการตรวจความหืนอันเนื่องมาจากเอนไซม์จำพวก lipolytic enzyme ทำให้กรดไขมันไม่อิ่มตัวเกิดการแตกตัว ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นผิดปกติอันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความเสื่อมเสียขึ้นในผลิตภัณฑ์ และได้ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระดังแสดงในตารางที่ 4.12 และ รูปที่ 4.4 ซึ่งปริมาณกรดไขมันอิสระในผลิตภัณฑ์ไม่ควรเกิน 0.3 % (มอก. 120-2522)

ตารางที่ 4.12 การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ

อุณหภูมิ ที่เก็บรักษา (°C)	เวลา (วัน)	ปริมาณกรดไขมันอิสระ (%)		
		แพนเค้ก	แพนเค้ก เสริมรำหยาบ	แพนเค้ก เสริมรำละเอียด
อุณหภูมิห้อง	0	0.02	0.07	0.07
	10	0.06	0.08	0.07
	20	0.06	0.08	0.09
	30	0.07	0.09	0.10
	40	0.07	0.11	0.12
	50	0.07	0.13	0.14
	60	0.08	0.15	0.17
	45	0	0.02	0.07
10		0.06	0.07	0.07
20		0.07	0.07	0.08
30		0.075	0.09	0.1
40		0.07	0.12	0.14
50		0.075	0.14	0.175
60		0.08	0.16	0.175

ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ เมื่อพิจารณาจากตารางจะเห็นว่า ปริมาณกรดไขมันอิสระในผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิ 45 °C จะมีค่าสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิต้อง และผลิตภัณฑ์ที่มีรำละเอียดเป็นองค์ประกอบจะมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีรำหยาบเป็นองค์ประกอบ อย่างไรก็ตาม ทั้งผลิตภัณฑ์ที่เก็บที่อุณหภูมิต้องและอุณหภูมิ 45 °C จะมีปริมาณกรดไขมันอิสระเพิ่มขึ้นในทุกช่วงเวลาทดสอบ



รูปที่ 4.4 แสดงปริมาณกรดไขมันอิสระของตัวอย่างที่เก็บที่อุณหภูมิต้องและอุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลา 60 วัน

5.3 ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์

ในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และราและปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ในระหว่างการศึกษาอายุการเก็บได้ผลดังตารางที่ 4.13 และ 4.14

ตารางที่ 4.13 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และราในแป้งแพนเค้กสำเร็จรูปเยื่อใยสูง

ชนิดผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิ (°C)	ความเข้มข้น	เวลา (วัน)					
			10	20	30	40	50	60
แพนเค้ก	ห้อง	10^{-3}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก	45	10^{-3}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก+รำหยาบ	ห้อง	10^{-3}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก+รำหยาบ	45	10^{-3}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก+รำละเอียด	RT	10^{-3}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก+รำละเอียด	45	10^{-3}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก	RT	10^{-4}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก	45	10^{-4}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก+รำหยาบ	RT	10^{-4}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก+รำหยาบ	45	10^{-4}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก+รำละเอียด	RT	10^{-4}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก+รำละเอียด	45	10^{-4}	<100	<100	<100	<100	<100	<100

RT หมายถึง แปนเค้กที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง

ตารางที่ 4.14 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในแป้งแพนเค้กสำเร็จรูปเยื่อใยสูง

ชนิดผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิ (°C)	ความเข้มข้น	เวลา (วัน)					
			10	20	30	40	50	60
แพนเค้ก	RT	10^{-3}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก	45	10^{-3}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก+รำหยาบ	RT	10^{-3}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก+รำหยาบ	45	10^{-3}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก+รำละเอียด	RT	10^{-3}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก+รำละเอียด	45	10^{-3}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก	RT	10^{-4}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก	45	10^{-4}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก+รำหยาบ	RT	10^{-4}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก+รำหยาบ	45	10^{-4}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก+รำละเอียด	RT	10^{-4}	<100	<100	<100	<100	<100	<100
แพนเค้ก+รำละเอียด	45	10^{-4}	<100	<100	<100	<100	<100	<100

RT หมายถึง แปนเค้กที่อุณหภูมิห้อง

การที่พบปริมาณจุลินทรีย์ในแป้งแพนเค้กสำเร็จรูปเยื่อใยสูงน้อยกว่า 10^{-2} เนื่องจากจากแป้งสาลีที่ใช้เป็นแป้งใหม่ มีปริมาณความชื้นต่ำไม่เหมาะกับการเจริญของจุลินทรีย์ นอกจากนี้การเก็บแป้งสำเร็จรูปยังเก็บในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ โดยทำการไล่อากาศออกก่อนปิดผนึก รวมทั้งการที่มีปริมาณความชื้นต่ำกว่า 11 % ทำให้ไม่เหมาะกับการเจริญของจุลินทรีย์

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอนะ

1. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แป้งแพนเค้กเชื้อไฮสูง โดยการแทนที่แป้งด้วยรำข้าวสาลีชนิดหยาบและละเอียดนั้น สามารถแทนที่แป้งได้ในปริมาณสูงสุด 20 % ซึ่งผู้บริโภคยอมรับได้โดยไม่เกิดความแตกต่างในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัสและความชอบรวมของผลิตภัณฑ์เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการแทนที่ด้วยรำ โดยมีสูตรแป้งแพนเค้กเชื้อไฮสูงดังนี้ คือ แป้งสาลีเอนกประสงค์ 62.8 % น้ำตาล 15.5 % ผงฟู 4.8 % เกลือ 1.4 % และรำหยาบหรือรำละเอียด 15.5 %

2. ผลิตภัณฑ์แป้งแพนเค้กเชื้อไฮสูงมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้นจาก 3.9 % ในแป้งเค้กธรรมดา เป็น 9.4 % ในแป้งเค้กเสริมรำหยาบและ 9.2 % ในแป้งเค้กเสริมรำละเอียด ปริมาณ Dietary Fiber จะมีค่าสูงขึ้นจาก 1.5 % ในแป้งเค้กธรรมดาเป็น 16.4 % ในแป้งเค้กเสริมรำหยาบและ 14.2 % ในแป้งเค้กเสริมรำละเอียด ดังนั้นในการรับประทานแป้งเค้กเชื้อไฮสูงในปริมาณ 60 กรัมต่อครั้ง จะทำให้ได้รับปริมาณเส้นใยอาหารสูงถึง 9.84 กรัมในแป้งเค้กเสริมรำหยาบและ 8.52 กรัมในแป้งเค้กเสริมรำละเอียด ผลิตภัณฑ์แป้งเค้กจึงจัดเป็นอาหารที่เป็นแหล่งของผลิตภัณฑ์ที่มีเชื้อไฮสูง (High Fiber Products) (Grace และคณะ 1991)

3. การทดสอบอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์แป้งแพนเค้กเชื้อไฮสูง ที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 45 °C โดยการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point scoring test นั้น ปริมาณกลิ่นหืน กลิ่นอับ ความแน่นเนื้อ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับที่ไม่เกิดความแตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นใหม่ (control) ซึ่งผลที่ได้นี้มีความสอดคล้องกับผลทางเคมีและจุลินทรีย์ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าในช่วงอายุการเก็บ 60 วันนั้น ผลิตภัณฑ์ยังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางที่ทำให้เกิดความเสื่อมเสีย รวมทั้งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2. ข้อเสนอแนะ

1. ในการทดสอบอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์แป้งแพนเค้กสำเร็จรูปเนื้อโฮยสูงนั้น ควรทำการทดสอบอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 6 เดือน เพื่อให้เห็นความเปลี่ยนแปลงในคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน

2. ในการพัฒนาอาหารเพื่อสุขภาพ(Healty Food) นั้น ควรทำการศึกษาและทดสอบปริมาณแคลอรีของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

3. การพัฒนาอาหารที่มีเนื้อโฮยสูง สามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ

3.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ด้วยรำข้าวสาลี

3.2 การพัฒนาแป้งเนื้อโฮยสูงด้วยสารเนื้อโฮยสูงชนิดอื่นแทนรำข้าวสาลี เช่น การใช้ Soy Isolated Protein หรือ ผลไม้ หรือ ธัญพืชชนิดอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง

- กองโภชนาการ กรมอนามัย. 2529. ภาวะอาหารและโภชนาการของประเทศไทย. กรุงเทพฯ
 กรมอนามัย: ภาควิชาโภชนาการและสาขาระยะสุขศาสตร์ .
- ปิยาภรณ์ เสรีสุพรรณิก , ผ่องศรี ไพฑูรย์เนรมิต และ สุนีย์ ชลนาทิจกุล. 2535. การทำนาย
 อายุการเก็บของเมล็ดมะม่วงหิมพานต์ที่ถอดโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์. ปัญหาพิเศษปริญญา
 ตี ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ภูวดล สุกมลาพันธ์. 2535. ผลของเส้นใยอาหารที่มีต่อระบบสรีระของมนุษย์. รายงานสัมมนา
 ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.
- วันชัย สมชีวิต. 2522. อาหารเส้นใย. อาหาร. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 60 หน้า.
- วิชัย ตันไพจิตร. 2530. โภชนาการเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ: อักษรสมัย.
- วิชัย ตันไพจิตร. 2531. โภชนาการกับการป้องกันโรคมะเร็ง. โภชนศาสตร์คลินิก. กรุงเทพฯ.
- วิรดา ดิษยมณฑล. 2519. อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์. วิทยาศาสตร์. 30(12):39-45.
- สุรพล อุบลิสสกุล. 2528. สถิติ การวางแผนการทดลองเบื้องต้น. กรุงเทพฯ.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2532. ข้าวสาลี. ข้าวสาลี: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ภาควิชา
 อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- AOAC. 1984 . Association of Official Analytical Chemimsts , 14thed.
 Washing,D.C. Association of Official Analytical Chemimsts,Inc.
- AOAC. 1992 . Association of Official Analytical Chemimsts , 14thed.
 Washing,D.C. Association of Official Analytical Chemimsts,Inc.
- Bingham S. 1987. Definitions and intakes of dietary fiber. Am J Clin
 Nutr. 45:1226.
- Dean D. Duxbury.1993. Fiber: Form follows function.Food Tomorrow.
 54(3): 44-48.

- Dean D. Duxbury.1993. Fiber: Form follows function.Food Tomorrow.
54(3): 44-48.
- Donald K. Tressler, William J. Su Han. 1975. Food Product Formulary.
Cereal Baked goods, Dairy and Egg Products.2:133-137.
- Donnell,C.D. 1992. The formulation challenge-fiber: from fruit to nuts
to cryatal. Prepared Foods. 161(7) :65-71.
- FAO/WHO. 1973. Recommended International Standards for Food for Infants
and Children.Rome:Joint FAO/WHO Food Standards Programme , Codex
Alimentarius Commission.
- Grace S. Lo, Wayne R. Moore and Dennis T. Gordon. 1991. Physiological
Effects and Function Properties of Dietary Fiber Sources:
Biotechnological and food ingredients. pp.155.
- Judied D. Dziezak.1986. High-Fiber Ingradients.Food Technology.
February:98.
- Labuza, T.P., and Contreras,M.R. 1981. Prediction of Moisture
protection requirements for foods. Cereal Foods World. 26:335.
- National Research Council.1980. Recommended Daily Dietary Allowances.
9 th ed. Washing,D.C. : National Academy of Science.
- Nestel, P. 1988. Fiber : More than a Simplastic Belief Needed.
Food Australia. 40:352 .
- Rutishauser IHE. 1985. Estimation of dietary fiber wuppy. Am J
Clin Nutr. 41:824.
- Ranhdra G.S. Galroth J.A. 1990. Total Soluble fiber in selected bakery
and other products. Cerial Chemistry. 67(5):499.

- Schneeman, B.O. 1986. Dietary Fiber : Physical and Chemical Properties, Method of Analysis, Physiological Effects. Food Technol. 40(2):104.
- Schneeman, B.O. 1987. Soluble Vs Insoluble Fiber:Different Physiological responses. Food Technology. 41:81.
- Special Report.Detailing Dietary Fiber .Food Ingradient & Processing International.pp.14.
- The Committee on Recommended Daily Dietary Allowances. 1989. Recommended Daily Dietary Allowances for Healthy Thais. Bangkok: Department of Health, Ministry of Public Health.
- Wahlqvist ML.1987. Dietary Fiber and carbohydrate metabolism. Am J Clin Nutr. 45: 1232.
- William C. Frazier, DennisC.Westhohoff. 1988. Contamination and Preservation Spoilage of cerials and cerial products. pp.173.

ကဏ္ဍအမျိုးအစား

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์ปริมาณ Dietary Fiber ด้วยวิธี Enzymatic-Gravimetric Method

(AOAC , 1992)

หลักการ

ใช้ตัวอย่างแห้ง 2 ตัวอย่าง (ถ้ามีไขมันมากกว่า 10 % ต้องสกัดออกมาก่อน) มาเจลาตินส์ด้วย Termamyl ซึ่งเป็น α -amylase ที่ทนความร้อน แล้วจึงย่อยสลายด้วย Protease และ Amyloglucosidase เพื่อแยกเอาโปรตีนและแป้งออกไป แล้วจึงเติมเอทิลแอลกอฮอล์เพื่อตกตะกอนสารละลาย Dietary fiber จากนั้นกรองเอากาก (residue) ออก แล้วล้างด้วย 78 % , 95 % เอทิลแอลกอฮอล์และอะซิโตนตามลำดับ นำไปทำให้แห้งแล้วชั่งน้ำหนัก ตัวอย่างที่ 1 นำไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน และอีกตัวอย่างนำไปเผาที่ 525 °C เพื่อหาเถ้า

$$\text{Total Dietary Fiber (TDF)} = \text{น้ำหนักกาก} - \text{น้ำหนัก (โปรตีน+เถ้า)}$$

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. Fritted crucible-Porosity No. 2 (Pyrex No. 32940 , coarse , Astm 40-60 uM หรือ Corning No. 36060 Buthner , fritted disk , Pyrex , 60 ml ASTM 40-60 uM) ล้างให้สะอาด เผาที่ 525 °C ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วแช่น้ำและล้าง (Rinse) ด้วยน้ำ เติม Celite ประมาณ 0.5 กรัม ลงในครุชีเบอร์ที่แห้งแล้ว และอบที่ 130 °C จนมีน้ำหนักคงที่ (ประมาณ 1 ชั่วโมง) ทำให้เย็นและเก็บในเดซิเคเตอร์จนกว่าจะใช้
2. Vacuum source ใช้ Vacuum Pump หรือ Aspirator ที่ต่อกับ In-line double vacuum flask
3. Vacuum Oven 70 °C หรือใช้ Air Oven ที่ 150 °C แทน
4. เดซิเคเตอร์ (Desicator)
5. เตาเผา (Muffle Furnace)

การเตรียมตัวอย่าง

ต้องให้ตัวอย่างแห้งเท่านั้น Homogenize ตัวอย่างแล้วอบแห้งข้ามคืนที่ 70 °C ใน Vacuum Oven ทำให้เย็นในเคชิตเตอร์ แล้วบดตัวอย่างให้มีขนาด 0.3-0.5 mm. mesh ถ้าตัวอย่างไม่ทนความร้อน ให้ใช้การทำแห้งเยือกแข็ง (Freeze dry) ก่อนบดตัวอย่าง ถ้าตัวอย่างมีไขมันมากกว่า 10 % ต้องสกัดไขมันออกด้วย Petroleum ether (ทำ 3 ครั้ง) โดยใช้ 25 มล. PE ต่อตัวอย่าง 1 กรัม) ก่อนบดบันทึกน้ำหนักของไขมันที่สกัดออกไปด้วยเพื่อคำนวณย้อนกลับหา%Dietaryfiber ที่ถูกต้อง แล้วเก็บตัวอย่างที่บดแห้งแล้วในโถปิดสนิทในเคชิตเตอร์ จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์

วิธีทดลอง

ควรมีการทำแบบล่งค์ (Blank) ร่วมกับตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่าง(duplicate) 1 กรัม ลงในบีกเกอร์ทรงสูง 400 มล.
2. เติมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 6.0 จำนวน 50 มล. ลงไปแต่ละบีกเกอร์
3. วัด pH และปรับ pH ให้ได้ 6.0 +/- 0.2
4. เติม 0.1 มล. สารละลาย Termamyl แล้วปิดฝาด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ แล้วจุ่มบีกเกอร์ลงใน Water bath ที่มีน้ำเดือดเป็นเวลา 15 นาที เซ้าเบา ๆ ทุก 5 นาที ถ้าเซ้าบีกเกอร์มาก ๆ ใน Water bath เดียวกัน ควรเพิ่มเวลาเซ้า เพราะอุณหภูมิภายในบีกเกอร์อาจไม่ถึง 95-100 °C จึงควรวัดอุณหภูมิด้วยหรือใช้เวลาเซ้า 30 นาที
5. ทิ้งให้สารละลายเย็นที่อุณหภูมิห้อง ปรับ pH เป็น 7.5 +/- 0.2 โดยเติม 10 มล. ของ 0.275 N NaOH
6. เติม Protease 5 มก. หรือถ้าซึ่งยากก็เตรียมในรูปสารละลาย โดยชั่ง Protease 50 มก. เติมลงใน 1 มล. ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ แล้วปิเปต 0.1 มล. ของ สารละลายเอนไซม์ลงในตัวอย่างแต่ละอัน
7. ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ บ่มที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 30 นาที โดยมี การกวนอย่างต่อเนือง
8. ทำให้เย็นแล้วเติม 0.325 M HCl 10 มล. วัด pH ปรับ pH ให้ได้ 4.0-4.6
9. เติม Amyloglucosidase 0.3 มล. ปิดด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ แล้วบ่มที่ 60 °C เป็นเวลา 30 นาที โดยกวนอย่างต่อเนือง

10. เติม 280 มล. ของ 95 % เอทิลแอลกอฮอล์ ที่อุ่นให้มีอุณหภูมิ 60 °C (วัดปริมาตรก่อนให้ความร้อน) ทั้งให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 นาที

11. ชั่งครุชิวเบอร์ที่มี celite ใกล้เคียงกับ 0.1 มก. (4 ตำแหน่ง) แล้วทำให้เปียกโดยฉีด 78 % เอทิลแอลกอฮอล์ จากกระบอกฉีด ใช้ suction เพื่อดึง celite ลงบน fritted glass as even material ทำการ suction อย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ถ่ายตะกอนที่ได้จากการย่อยเอนไซม์ลงในครุชิวเบอร์

12. ล้างกากด้วย 20 มล. ของ 78 % เอทิลแอลกอฮอล์ 3 ครั้ง ตามด้วย 95 % เอทิลแอลกอฮอล์ 10 มล. 2 ครั้ง และ 10 มล. อะซีโตน 2 ครั้ง

อาจมีกัม (gum) เกิดขึ้นบ้างในบางตัวอย่าง จึงควรทำให้ฟิล์มที่เกิดขึ้นแตกตัวก่อนเพื่อปรับปรุงการกรองให้ดีขึ้น เวลาที่ใช้ในการกรองและล้างกาก (residue) อยู่ในช่วง 0.1-6 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยจะเป็น 30 นาทีต่อ 1 ตัวอย่าง หลีกเลี่ยงการกรองนาน ๆ โดยใช้ suction ตลอดการกรอง

13. ออบครุชิวเบอร์ที่มีกากค้างอื่น ๆ ใน vacuum oven 70 °C หรือ 105 °C Air oven ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์ ซึ่งให้ได้น้ำหนักใกล้เคียงกับ 0.1 มก. หักน้ำหนักครุชิวเบอร์และ celite ออก ก็จะได้น้ำหนักของกาก

14. ตัวอย่างหนึ่งของ duplicate นำมาหาโปรตีนในกาก ใช้ CF = 6.25

15. เผาตัวอย่างที่ 2 ของ duplicate ที่ 525 °C ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์และชั่งน้ำหนักของตัวอย่างให้ได้ใกล้เคียงกับ 0.1 มก. หักน้ำหนักครุชิวเบอร์และ celite ออกเพื่อให้ได้น้ำหนักของเถ้า

การคำนวณ

$$\text{Total Dietary Fiber} = \left[\frac{\text{wt.residue} - P - A}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \right] \times 100$$

เมื่อ wt. residue = น้ำหนักกาก เป็น มิลลิกรัม

P และ A = น้ำหนักของโปรตีนและเถ้า เป็น มิลลิกรัม

ภาคผนวก ๓

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

(AOAC , 1990)

อุปกรณ์

1. ตู้อบลมร้อนรุ่น Jouan
2. เดซิเคเตอร์ (Desicator)
3. Aluminium dish
4. Tong
5. เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง รุ่น Mettler AE 50
6. ตู้อบลมร้อน Oven air

วิธีการทดลอง

1. อบ Aluminium dish พร้อมฝาที่อุณหภูมิ 110 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2. เมื่อเวลาครบ ให้นำไปใส่ในเดซิเคเตอร์
3. ชั่งน้ำหนัก Aluminium dish พร้อมฝา
4. ชั่งตัวอย่างใส่ใน Aluminium dish 2-3 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
5. นำไปอบที่ตู้อบตัวอย่างอุณหภูมิ 100-110 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมงหรือจนน้ำหนักคงที่

วิธีคำนวณ

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

B

เมื่อ A = น้ำหนัก Aluminium dish เป็นกรัม

B = น้ำหนักตัวอย่าง เป็นกรัม

C = น้ำหนัก Aluminium dish และตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว เป็นกรัม

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

(AOAC , 1984)

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4)
2. กรดบอริก (H_3BO_3) 4 %
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 32 %
4. คะตะลิสต์ผสม ประกอบด้วย
 - ซีลีเนียมไดออกไซด์ (SeO_2) 2.5 กรัม
 - โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 100.0 กรัม
 - คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 20.0 กรัม
5. Mixed indicator
 - เตรียม 0.1 % Bromocresol green (ใน 95 % แอลกอฮอล์) และ 0.1 % Methyl red (ใน 95 % แอลกอฮอล์)
 - ผสม 10 มล. Bromocresol green กับ 2 มล. Methyl red ในขวดหยด
6. สารละลายกรดซัลฟูริก (H_2SO_4 0.1 N)

อุปกรณ์

1. digestion vessels
2. เครื่องวิเคราะห์โปรตีน (Buchi-Kjeldahl systems)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง โดยถ้าเป็นของแข็ง $N > 5\%$ ใช้ 0.5 กรัม
 $N < 5\%$ ใช้ 1.0 กรัม
 ของเหลวใช้ 10 มล. (สูงสุด 50 มล.)
2. ใส่ reagent ลงใน digestion vessels ได้แก่

- 2 grasses beads (เส้นผ่าศูนย์กลาง 8 มล.)
 - กรดซัลฟูริกเข้มข้น 15 มล.
 - วัสดุตะลิสต์ 7 กรัม
3. ประกอบชุดย่อย แล้ววางบนเครื่องย่อย
 4. ทำการย่อยตัวอย่างประมาณ 1-2 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งสารละลายมีสีฟ้าใส
 5. รอจนสารละลายเย็นและหมดควันของไอกรด
 6. นำตัวอย่างที่ผ่านการย่อยมาทำการกลั่น โดยตั้งเวลาที่ใช้ในการกลั่น 5-8 นาที
 7. เติมน้ำกลั่นลงในตัวอย่างปริมาตร 50 มล. และ NaOH 32 % 70 มล.
 8. นำกรดบอริก 4 % ปริมาตร 100 มล. ที่หยด mixed indicator 2-3 หยด ไปวางใต้เครื่องกลั่น
 9. ทำการกลั่น จะได้สารละลายที่มีสีเขียว-น้ำเงิน
 10. นำสารละลายที่ได้ไปไตเตรดกับกรดซัลฟูริก 0.1 N จนได้สารละลายสีชมพูอ่อน
 11. ทำการทดลองกับแปลงค์เหมือนตัวอย่าง

วิธีคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์โปรตีน} = \frac{(A - B) \times N \times f \times 1400}{C}$$

เมื่อ A = ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ไตเตรดกับตัวอย่าง เป็นมิลลิลิตร

B = ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ไตเตรดกับแปลงค์ เป็นมิลลิลิตร

C = น้ำหนักของตัวอย่าง เป็นกรัม

N = ความเข้มข้นของกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรด เป็นนอร์มอล

F = factor ของกรด (กรดซัลฟูริก = 5×10^{-3})

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

(AOAC , 1984)

อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องชั่งละเอียด
2. เตาเผา carbolite furnace รุ่น CSF 1100
3. เตาอบ WTB binder รุ่น E 53 หมายเลขเครื่อง 89352
4. forceps
5. ครุชิวเบอร์
6. Hot plate

วิธีการทดลอง

1. นำ Porcelain dish ไปอบที่ 130 °C เป็นเวลา 1 ชม.
2. นำไปเข้าเตาอบ 1 ชม.
3. ทำให้เย็นในเคซิเคเตอร์
4. นำมาชั่งน้ำหนัก
5. ใส่ตัวอย่างประมาณ 3 กรัมแล้วชั่ง
6. นำไปเผาบน Hot Plate จนไหม้เป็นสีดำและหมดควัน
7. นำไปเข้าเตาอบจนเป็นเถ้าสีขาว
8. นำมาชั่งน้ำหนัก

วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า} = \frac{\text{นน. เถ้า}}{\text{นน. ตัวอย่าง}} \times 100$$

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

(AOAC , 1990)

สารเคมี

ปิโตรเลียมอีเทอร์

อุปกรณ์

1. thimble
2. เครื่องสกัดไขมัน (Soxtherm Autometric Extraction Unit)

วิธีการ

1. ตั้งอุณหภูมิของ batch liquids ให้อยู่ในช่วง 150 °C
2. เปิดป้อนที่ใช้ในการคูลส่ง batch liquids
3. เปิดน้ำให้ไหลผ่านเข้าเครื่อง
4. นำปีกเกอร์ที่ใช้กับเครื่องไปล้างทำความสะอาดและอบให้แห้ง
5. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ต้องการสกัดใส่ลง Thimble ประมาณ 10 กรัม ปิดด้วยสำลี
6. นำ Thimble ที่มีตัวอย่างไปใส่ในปีกเกอร์ ใส่ปิโตรเลียมอีเทอร์ 130 มล.
7. นำชุดปีกเกอร์ไปประกอบกับเครื่อง
8. ทำการสกัดไขมัน ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง
9. เมื่อสกัดเสร็จแล้ว ให้นำ thimble ไปอบและทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์
10. ชั่งน้ำหนักของปีกเกอร์อีกครั้ง คำนวณน้ำหนักที่หาหายไป

วิธีคำนวณ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไขมัน} = \frac{(W_1 - W_2)}{\text{.....}} \times 100$$

- เมื่อ W_1 = น้ำหนัก thimble ทำการสกัดไขมัน เป็นกรัม
 W_2 = น้ำหนัก thimble หลังทำการสกัดไขมัน เป็นกรัม
E = น้ำหนักตัวอย่าง เป็นกรัม

ภาคผนวก จ

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Ratio Profile Test

ขั้นตอนในการทำ Ratio Profile Test

1. กำหนดผลิตภัณฑ์ที่จะตรวจสอบ
2. กำหนดลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ต้องการตรวจสอบ
3. การเลือกและฝึกผู้ชิม ควรเลือกผู้ชิมที่
 - มีความสามารถในการชิมรสและดมกลิ่นปกติ
 - ชอบในผลิตภัณฑ์นั้น ๆ และสนใจที่จะชิมผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ
 - สามารถแยกลักษณะทางประสาทสัมผัสในอาหารนั้น ๆ ได้ บอกถึงความมากน้อยในสิ่งที่ทดสอบได้
 - มีความกระตือรือร้น อลละมีทัศนคติที่ดีต่อผลิตภัณฑ์
 การฝึกผู้ชิมทำได้โดย
 - แจ้งให้ผู้ชิมทราบเกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์
 - แจ้งให้ผู้ชิมทราบเกี่ยวกับการกำหนดลักษณะที่เกี่ยวข้อง
 - แจ้งให้ผู้ชิมทราบเกี่ยวกับการจัดความมากน้อยของลักษณะดังกล่าว
4. การเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์
5. ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ เทคนิคที่ใช้ ควรคำนึงถึง
 - จำนวนผลิตภัณฑ์และรสชาติของผลิตภัณฑ์
 - ลักษณะภายนอกของตัวอย่างต้องจัดให้มีลักษณะเดียวกัน
 - อุณหภูมิที่ใช้ควรเท่ากันทุกตัวอย่าง
 - การใช้รหัส 3 หลัก
 - ใช้ภาชนะสีขาว
6. บันทึกผล Ideal score , Sample score , Ratio score , S.D.
7. เขียน Graphical Product Profile
8. หาค่านัยสำคัญทางสถิติของค่า Ratio Mean Score ที่ 90 %
9. ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ตามเค้าโครงที่ได้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์

(AOAC , 1984)

อุปกรณ์และสารเคมี

1.1 อุปกรณ์

- ก. Erlenmeyer flask 250 ml.
- ข. บิวเรต 50 มล.
- ค. ปิเปต 1 มล.
- ง. จุกยาง

1.2 สารเคมี

- ก. ปีโตรเลียมอีเทอร์
- ข. สารละลายโพตัสเซียมไอโอดอ์ไอโอดีนด้วย โดยการเติม KI ในน้ำกลั่นต้มใหม่ จนกระทั่ง KI ไม่ละลาย
- ค. สารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต 0.01 N
- ง. สารละลายน้ำปิ้ง 1 %
- จ. สารละลายผสมระหว่าง acetic acid กับ chloroform ในอัตราส่วน 3:2 (v/v)

วิธีการสกัดไขมัน

ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 25-30 กรัม ใส่ใน erlenmeyer flask 250 มล. ใส่ปีโตรเลียมอีเทอร์ 100 มล. นำไปเขย่าบน Rotaty shaker นาน 16 ชั่วโมง หลังจากนั้นกรองเอากากออกด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นำ solvent extract ที่ได้ไปทำการระเหยใน Rotary Evaporator (Bushi Rotavapor R110) ด้วยอุณหภูมิต่ำ 30 °C นาน 10 นาที ซึ่งน้ำมันที่สกัดได้ใส่ใน Erlenmeyer flask

การหาค่าเปอร์ออกไซด์

1. นำน้ำมันที่สกัดได้ใส่ใน erlenmeyer flask เติมสารละลายผสมระหว่าง acetic-chloroform 60 มล. เขย่าให้เข้ากัน
2. เติมสารละลายโพตัสเซียมไอโอดัดอิมตัว 0.5 มล. เขย่าแรง ๆ 1 นาที
3. เติมน้ำกลั่นต้ม 30 มล.
4. หยดน้ำแข็ง สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน นำไปไตเตรตจนไม่มีสีด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.01 N
5. ทำแบบล่งค์เช่นเดียวกับตัวอย่าง

วิธีการคำนวณ

$$\text{ค่าเปอร์ออกไซด์ (meq/kg)} = \frac{[(A-B) \times N \times 1000]}{\text{น้ำหนักของน้ำมันที่สกัดได้}}$$

เมื่อ A = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้กับตัวอย่าง เป็น มล.

B = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้กับแบบล่งค์ เป็น มล.

N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต

$$W = \text{น้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้ เป็นกรัม}$$
$$200 = \text{น้ำหนักโม่เมล็ดของกรดลอริก}$$

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระ

(มอก. 1028 - 2534)

เครื่องมือ

เครื่องสกัดไขมัน (Soxhtherm apparatus)

สารเคมี

1. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N
2. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์
3. สารผสมระหว่างเอทานอลกับไดเอทิลอีเทอร์ อัตราส่วน 1:1 (v/v)

วิธีการทดลอง

1. ทำการสกัดไขมันด้วยเครื่องสกัดไขมัน (ภาคผนวก ง)
2. ชั่งน้ำมันที่สกัดได้ประมาณ 5 กรัม ให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอน
3. เติมสารผสมระหว่างเอทานอลกับไดเอทิลอีเทอร์ 50 มล. เขย่าให้น้ำมันละลาย
4. เติมฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด
5. นำไปไตเตรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N จนได้สารละลายสีชมพู

วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณกรดไขมันอิสระ (\%)} = \frac{V \times N \times 200 \times 100}{1000 \times W}$$

เมื่อ V = ปริมาตรสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นมิลลิลิตร

N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นมิลลิลิตร

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา

(AOAC , 1984)

วัสดุและอุปกรณ์

1. sterile pipette 1.0 , 10 ml.
2. sterile petri dish
3. หลอดแก้ว
4. dilution blank
5. เทอร์โมมิเตอร์
6. Potato Dextrose Agar
7. Incubator 25 °C

วิธีการทดลอง

1. ingsผลิตภัณฑ์จำนวน 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 9 มล. เขย่าด้วยเทคนิคปลอดเชื้อ เพื่อให้ตัวอย่างกระจายไปทั่ว
2. ปิเปิดสารละลายตัวอย่าง จำนวน 1 มล. ลงในหลอดแก้วที่มีน้ำกลั่นอยู่ 9 มล. (10^{-2}) และทำเช่นนี้จนได้ความเจือจางถึง 10^{-4}
3. ปิเปิดสารละลายตัวอย่างจำนวน 1 มล. ลงในจานเลี้ยงเชื้อ
4. เท PDA ที่มีอุณหภูมิ 45 °C ลงในจานเลี้ยงเชื้อประมาณ 15-20 มล.
5. หมุนจานเลี้ยงเชื้อให้ตัวอย่างกระจายโดยทั่วถึงในอาหารวัน แล้วตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
6. เมื่ออาหารวันเย็นและแข็ง คั่วจานเลี้ยงเชื้อและนำไปไว้ในตู้บ่มเชื้อ ที่มีอุณหภูมิ 25 °C เป็นเวลา 5 วัน
7. เมื่อครบกำหนด ให้นับจำนวนและรายงานผลเป็น โคลนนี้ต่อกรัม

ภาคผนวก ๗

ตารางแสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Ratio Profile Test

ผลการทดสอบของแพนเค้กธรรมดาทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % $df = 9$

ลักษณะทางประสาทสัมผัส	t_{cal}	t_{table}
ความนุ่มเนื้อ	<	
ความแน่นเนื้อ	<	
ความหวาน	<	
ความเค็ม	<	

คนที่	ลักษณะเนื้อสัมผัส						กลิ่นรส					
	ความนุ่มเนื้อ			ความแน่นเนื้อ			ความหวาน			ความเค็ม		
	S	I	S/I	S	I	S/I	S	I	S/I	S	I	S/I
1	2.6	2.6	1	2.6	2.6	1	2.4	2.4	1	2.35	2.35	1
2	3.2	3.2	1	3.2	3.2	1	3.6	3.6	1	3.4	3.4	1
3	2.9	2.9	1	2.8	2.8	1	3.1	3.6	0.86	3.0	3.0	1
4	3.45	3.45	1	8.5	6.0	1.42	5.9	4.8	1.23	4.7	5.2	0.90
5	2.8	4.25	0.66	5.3	3.2	1.66	4.5	4.5	1	4.4	4.4	1
6	5.8	5.8	1	3.2	3.2	1	4.0	4.0	1	6.2	7.3	0.85
7	2.7	3.2	0.84	6.7	4.9	1.37	5.0	5.0	1	3.2	4.8	0.67
8	4.6	4.6	1	4.8	7.4	0.92	3.8	4.5	0.82	4.3	4.3	1
9	2.1	3.6	0.58	4.0	4.7	0.85	5.4	7.0	0.77	3.0	5.9	0.51
10	4.8	5.2	0.92	4.6	4.6	1	4.1	4.1	1	4.7	4.7	1
S/I			0.94			0.95			0.88			0.83
SD			0.36			0.19			0.34			0.28
t-test			-0.05			1.43			-0.36			-2.02

หมายเหตุ ค่า t จากการเปิดตาราง d.f. = 9 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และ 90 % เป็นดังนี้

$$t_{1(9,0.10)} = +/- 1.833$$

$$t_{2(9,0.05)} = +/- 2.26$$

ภาคผนวก ๗

ตารางแสดงการวิเคราะห์ทางสถิติในการทดสอบทางประสาทสัมผัส
ของผลิตภัณฑ์แพนเค้กเนื้อไสสูงที่สภาวะและเวลาต่าง ๆ

1. ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่สภาวะต่าง ๆ ในการเก็บผลิตภัณฑ์

ก. แพนเค้กเสริมรำหยาบ อายุการเก็บ 10 วัน

Dependent Variation : กลิ่นหืน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	0.47	0.23	0.39	0.68
rep	9	85.33	3.48	15.71	0.0001
error	18	10.87	0.6		
total	29	96.67			

Dependent Variation : กลิ่นอับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	0.27	0.13	0.17	0.85
rep	9	82.7	9.19	11.49	0.0001
error	18	14.4	0.8		
total	29	97.37			

Dependent Variation : ความแน่นเนื้อ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	22.4	11.2	8.31	0.003
rep	9	30.53	3.39	2.52	0.04
error	18	24.27	1.35		
total	29	77.2			

Dependent Variation : ความฟูบวม

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	1.07	0.53	0.29	0.75
rep	9	41.2	4.58	2.45	0.05
error	18	33.6	1.87		
total	29	75.87			

อายุการเก็บ 20 วัน

Dependent Variation : กลิ่นหืน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	3.47	1.73	0.82	0.45
rep	9	70.13	7.79	3.7	0.001
error	18	37.87	2.1		
total	29	111.47			

Dependent Variation : กลิ่นอับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	7.4	3.7	1.64	0.22
rep	9	74.0	8.2	3.65	0.01
error	18	40.6	2.26		
total	29	122.0			

Dependent Variation : ความผันแปร

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	5.0	2.5	1.1	0.36
rep	9	50.3	5.53	2.45	0.05
error	18	41.0	2.28		
total	29	96.3			

Dependent Variation : ความชอบรวม

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	14.07	7.03	3.4	0.06
rep	9	44.03	4.89	2.36	0.06
error	18	37.27	2.07		
total	29	95.37			

อายุการเก็บ 30 วัน

Dependent Variation : กลิ่นหืน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	4.06	2.03	5.23	0.02
rep	9	5.88	0.65	1.68	0.17
error	17	6.60	0.39		
total	28	16.55			

Dependent Variation : กลิ่นอับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	4.82	2.41	1.72	0.21
rep	9	15.54	1.73	1.23	0.34
error	17	23.85	1.40		
total	28	44.21			

Dependent Variation : ความแน่นเนื้อ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	5.26	2.63	1.31	0.29
rep	9	49.63	5.51	2.75	0.03
error	17	34.07	2.00		
total	28	88.96			

Dependent Variation : ความชอบรวม

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	3.35	1.67	0.44	0.65
rep	9	22.78	2.53	0.66	0.73
error	17	65.32	3.84		
total	28	91.45			

อายุการเก็บ 40 วัน

Dependent Variation : กลิ่นหืน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	10.87	5.43	1.57	0.24
rep	9	52.13	5.79	1.67	0.17
error	18	62.47	3.47		
total	29	125.47			

Dependent Variation : กลิ่นอับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	14.6	7.3	2.7	0.09
rep	9	16.17	1.8	0.66	
error	18	48.73	2.71		
total	29	79.5			

Dependent Variation : ความแน่นเนื้อ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	2.07	1.03	0.37	0.7
rep	9	17.2	1.91	0.68	0.72
error	18	50.6	2.81		
total	29	69.87			

Dependent Variation : ความชอบรวม

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	5.0	2.5	1.75	0.2
rep	9	34.33	3.84	2.69	0.04
error	18	25.67	1.42		
total	29	65.2			

อายุการเก็บ 50 วัน

Dependent Variation : กลิ่นหืน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	1.8	0.9	1.2	0.32
rep	9	41.37	4.60	6.11	0.0006
error	18	13.53	0.75		
total	29	56.7			

Dependent Variation : กลิ่นอับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	1.27	0.63	0.94	0.41
rep	9	20.53	2.28	3.4	0.01
error	18	12.07	0.67		
total	29	33.87			

Dependent Variation : ความผันแปร

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	21.67	10.83	17.73	0.0001
rep	9	16.7	1.86	3.04	
error	18	11.0	0.61		
total	29	49.37			

Dependent Variation : ความชอบรวม

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	17.27	8.63	7.26	0.0005
rep	9	16.8	1.87	1.57	0.20
error	18	21.4	1.19		
total	29	55.47			

อายุการเก็บ 60 วัน

Dependent Variation : กลิ่นหืน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	4.07	2.03	1.15	0.34
rep	9	67.37	7.48	4.22	0.004
error	18	31.93	1.77		
total	29	103.37			

Dependent Variation : กลิ่นอับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	2.87	1.43	0.47	0.63
rep	9	49.37	5.48	1.79	0.14
error	18	55.13	3.06		
total	29	107.37			

Dependent Variation : ความแน่นเนื้อ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	15.0	7.5	5.0	0.02
rep	9	35.2	3.9	2.61	0.04
error	18	27.0	1.5		
total	29	77.2			

Dependent Variation : ความชอบรวม

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	4.07	2.03	1.84	0.19
rep	9	97.37	10.82	9.77	0.0001
error	18	19.13	1.11		
total	29	121.37			

๒. แผนเค็กเสริมรำละเอียด อายุการเก็บ 10 วัน

Dependent Variation : กลิ่นหืน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	0.31	0.16	0.32	0.73
rep	9	24.64	2.74	5.57	0.0001
error	17	8.36	0.49		
total	28	33.31			

Dependent Variation : กลิ่นอับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	1.91	0.96	0.52	0.6
rep	9	51.98	5.78	3.12	0.02
error	17	31.42	1.85		
total	28	85.31			

Dependent Variation : ความแน่นเนื้อ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	11.65	5.82	3.49	0.05
rep	9	46.55	5.17	3.1	0.02
error	17	28.35	1.67		
total	28	86.55			

Dependent Variation : ความชอบรวม

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	1.54	0.77	0.21	0.82
rep	9	63.91	7.10	1.83	0.12
error	17	63.79	3.75		
total	28	129.24			

อายุการเก็บ 20 วัน

Dependent Variation : กลิ่นหืน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	1.8	0.9	0.37	0.69
rep	9	56.97	6.33	2.62	0.04
error	18	43.53	2.42		
total	29	102.3			

Dependent Variation : กลิ่นอับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	0.8	0.4	0.17	0.85
rep	9	50.3	5.55	2.33	0.06
error	18	43.2	2.4		
total	29	94.3			

Dependent Variation : ความเห็น^ขเห็น

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	0.47	0.23	0.1	0.91
rep	9	48.13	5.35	2.25	0.07
error	18	42.87	2.38		
total	29	91.47			

Dependent Variation : ความชอบรวม

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	2.4	1.2	0.62	0.55
rep	9	50.17	5.57	2.87	0.03
error	18	34.93	1.94		
total	29	87.5			

อายุการเก็บ 30 วัน

Dependent Variation : กลิ่นดิน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	4.07	2.03	1.78	0.2
rep	9	16.7	1.86	1.62	0.18
error	18	20.6	1.44		
total	29	41.37			

Dependent Variation : กลิ่นอับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	0.87	0.43	0.22	0.8
rep	9	25.37	2.82	1.44	0.24
error	18	35.13	1.95		
total	29	61.37			

Dependent Variation : ความพึงพอใจ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	5.07	2.53	1.61	0.23
rep	9	24.13	2.68	1.71	0.16
error	18	28.27	1.57		
total	29	57.47			

Dependent Variation : ความชอบรวม

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	12.07	6.03	2.72	0.09
rep	9	41.47	4.61	2.08	0.09
error	18	39.93	2.22		
total	29	33.47			

อายุการเก็บ 40 วัน

Dependent Variation : กลิ่นหืน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	1.27	0.63	0.36	0.70
rep	9	66.53	7.39	4.15	0.005
error	18	32.07	1.78		
total	29	99.87			

Dependent Variation : กลิ่นอับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	0.87	0.43	0.19	0.83
rep	9	73.37	8.15	3.57	0.01
error	18	41.13	2.28		
total	29	115.37			

Dependent Variation : ความแน่นหนึ่

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	16.27	8.13	3.81	0.42
rep	9	47.5	5.28	2.47	0.05
error	18	38.4	2.13		
total	29	102.17			

Dependent Variation : ความชอบรวม

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	6.07	3.03	1.26	0.31
rep	9	22.03	2.45	1.02	0.46
error	18	43.27	2.40		
total	29	71.37			

อายุการเก็บ 50 วัน

Dependent Variation : กลิ่นหืน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	1.8	0.9	1.2	0.32
rep	9	41.37	4.6	6.11	0.001
error	18	13.53	0.75		
total	29	56.7			

Dependent Variation : กลิ่นอับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	1.27	0.63	0.94	0.41
rep	9	20.53	2.28	3.4	0.01
error	18	12.07	0.67		
total	29	33.87			

Dependent Variation : ความแน่นเนื้อ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	21.67	10.83	17.73	0.0001
rep	9	16.67	1.86	3.04	0.02
error	18	11.0	0.61		
total	29	49.37			

Dependent Variation : ความชอบรวม

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	17.27	8.63	7.26	0.005
rep	9	16.8	1.87	1.57	0.20
error	18	21.4	1.19		
total	29	55.47			

อายุการเก็บ 60 วัน

Dependent Variation : กลิ่นหืน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	1.27	0.63	0.55	0.59
rep	9	48.17	5.35	4.65	0.003
error	18	20.73	1.15		
total	29	70.17			

Dependent Variation : กลิ่นอับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	6.47	3.23	2.34	0.12
rep	9	47.33	5.26	3.81	0.0008
error	18	24.87	1.38		
total	29	78.67			

Dependent Variation : ความแน่นเนื้อ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	3.8	1.9	3.15	0.07
rep	9	88.13	9.79	16.22	0.0001
error	18	10.87	0.6		
total	29	102.80			

Dependent Variation : ความพร้อมรวม

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	2	28.47	14.23	5.98	0.01
rep	9	47.33	5.26	2.21	0.07
error	18	42.87	2.38		
total	29	118.67			

2. ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติในการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่เวลาต่าง ๆ

ก. แพนเค้กเสริมรำหยาบ เก็บที่อุณหภูมิห้อง

Dependent Variation : กลิ่นหืน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	13.42	2.24	0.94	0.47
rep	9	4.84	0.54	0.23	0.99
error	53	125.66	2.37		
total	68	143.94			

Dependent Variation : กลิ่นอับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	10.97	1.83	0.89	0.51
rep	9	7.36	0.82	0.4	0.93
error	53	109.44	2.06		
total	68	127.77			

Dependent Variation : ความแน่นเนื้อ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	40.15	6.69	2.83	0.18
rep	9	26.92	2.99	1.26	0.28
error	53	125.48	2.37		
total	68	192.55			

Dependent Variation : ความชอบรวม

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	40.00	6.67	1.92	0.09
rep	9	13.58	1.51	0.44	0.91
error	53	183.72	3.47		
total	68	237.30			

ข. แพนเค้กเสริมรำหยาบ เก็บที่อุณหภูมิ 45 °C

Dependent Variation : กลิ่นหืน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	27.08	4.51	2.1	0.07
rep	9	19.66	2.18	1.01	0.44
error	54	116.34	2.15		
total	69	163.08			

Dependent Variation : กลิ่นอับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	25.34	4.22	1.88	0.10
rep	9	24.95	2.78	1.23	0.29
error	54	121.51	2.25		
total	69	171.84			

Dependent Variation : ความพึงพอใจ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	17.54	2.92	1.4	0.35
rep	9	15.56	1.73	0.67	0.73
error	54	138.74	2.57		
total	69	171.84			

Dependent Variation : ความชอบรวม

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	24.94	4.16	1.47	0.20
rep	9	22.91	2.55	0.90	0.53
error	54	152.48	2.82		
total	69	200.34			

ค. แพนเค้กเสริมรำละเอียด เก็บที่อุณหภูมิห้อง

Dependent Variation : กลิ่นเหิน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	30.08	5.01	2.43	0.04
rep	9	4.87	0.54	0.26	0.98
error	54	111.63	2.07		
total	69	146.58			

Dependent Variation : กลิ่นอับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	19.14	3.19	1.62	0.16
rep	9	30.13	3.35	1.70	0.12
error	54	106.57	1.97		
total	69	155.84			

Dependent Variation : ความแน่นเนื้อ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	17.88	2.98	1.44	0.22
rep	9	23.56	2.62	1.27	0.28
error	54	111.54	2.06		
total	69	152.98			

Dependent Variation : ความฟูบวม

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	26.94	4.49	1.33	0.26
rep	9	34.01	3.78	1.12	0.37
error	54	182.48	3.55		
total	69	243.44			

ง. แพนเค้กเสริมรำละเอียด เก็บที่อุณหภูมิ 45 °C

Dependent Variation : กลิ่นหืน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	27.08	4.51	2.10	0.07
rep	9	19.66	2.18	1.01	0.44
error	54	116.34	2.15		
total	69	163.08			

Dependent Variation : กลิ่นอับ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	25.34	4.22	1.88	0.10
rep	9	24.98	2.78	1.23	0.29
error	54	121.51	2.25		
total	69	171.84			

Dependent Variation : ความพึงพอใจ

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	17.54	2.92	1.14	0.35
rep	9	15.56	1.73	0.67	0.73
error	54	138.74	2.57		
total	69	171.84			

Dependent Variation : ความชอบรวม

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	24.94	4.16	1.47	0.20
rep	9	22.91	2.55	0.90	0.53
error	54	152.48	2.82		
total	69	200.34			

ภาคผนวก ง

ตารางแสดงการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ข้าวฮั่วที่ทางสถิติ

1. ตารางการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่สภาวะต่าง ๆ

ก. แบ่งแผนเด็กธรรมดาที่อุณหภูมิห้อง

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	0.51	0.08	738.33	0.0001
error	7	0.0008	0.0001		
total	13	0.51			

ข. แบ่งแผนเด็กธรรมดาที่อุณหภูมิ 45 °C

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	0.01	0.001	0.07	0.1
error	7	0.1	0.01		
total	13	0.1			

ค. แป้งแพนเค้กเสริมรำหยาบที่อุณหภูมิห้อง

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	0.31	0.03	248.86	0.0001
error	7	0.001	0.00		
total	13	0.31			

ง. แป้งแพนเค้กเสริมรำหยาบที่อุณหภูมิ 45 °C

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	0.31	0.03	248.86	0.0001
error	7	0.001	0.00		
total	13	0.31			

จ. แป้งแพนเค้กเสริมรำละเอียดที่อุณหภูมิห้อง

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	0.14	0.02	4.29	0.04
error	7	0.04	0.01		
total	13	0.17			

ฉ. แป้งแพนเค้กเสริมรำละเอียดที่อุณหภูมิ 45 °C

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	6	1.17	0.19	89.3	0.0001
error	7	0.01	0.002		
total	13	1.18			

2. ตารางการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ที่เวลาต่าง ๆ

ก. อายุการเก็บ 0 วัน

SOV	DF	SS	MS	F	Pr
trt	5	4.64	0.93	184.56	0.0001
flour	2	4.64	2.32	461.41	0.0001
temp	1	0	0	0	1
f*t	2	0	0	0	1
error	6	0.03	0.005		
total	11	4.68			

ข. อายุการเก็บ 10 วัน

SOV	DF	SS	MS	F
trt	5	7.20	1.44	4547.54*
flour	2	5.77	2.89	9115.05*
temp	1	1.31	1.31	4126.74
f*t	2	0.12	0.06	190.42
error	6	0.002	0.003	
total	11	7.20		

ค. อายุการเก็บ 20 วัน

SOV	DF	SS	MS	F
trt	5	6.94	1.37	4161.30*
flour	2	5.46	2.73	8187.97*
temp	1	1.33	1.33	4000.00*
f*t	2	0.14	0.07	215.27*
error	6	0.002	0.0003	
total	11	6.94		

ง. อายุการเก็บ 30 วัน

SOV	DF	SS	MS	F
trt	5	6.91	1.38	895.94*
flour	2	5.53	2.76	1793.29*
temp	1	1.22	1.22	792.00*
f*t	2	0.15	0.08	50.11
error	6	0.01	0.002	
total	11	6.92		

จ. อายุการเก็บ 40 วัน

SOV	DF	SS	MS	F
trt	5	6.96	1.39	6183.0
flour	2	5.53	2.71	12297.44*
temp	1	1.12	1.22	4988.45
f*t	2	0.30	0.15	667.59
error	6	0.001	0.0002	
total	11	6.96		

ฉ. อายุการเก็บ 50 วัน

SOV	DF	SS	MS	F
trt	5	6.92	1.38	2556.03*
flour	2	5.43	2.72	5.12.35*
temp	1	1.18	1.18	2186.60
f*t	2	0.31	0.15	284.42
error	6	0.003	0.0005	
total	11	6.93		

ช. อายุการเก็บ 60 วัน

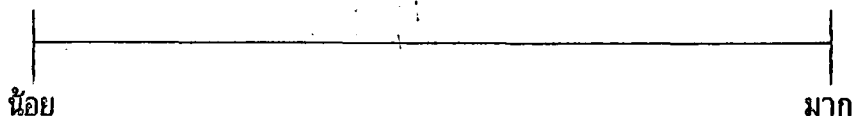
SOV	DF	SS	MS	F
trt	5	6.68	1.34	80133.20
flour	2	5.04	2.52	99999.99*
temp	1	1.27	1.27	76050.00
f*t	2	0.37	0.18	11098.50
error	6	0.0001	0.00002	

total	11	6.68		
-------	----	------	--	--

- กลิ่นหืน



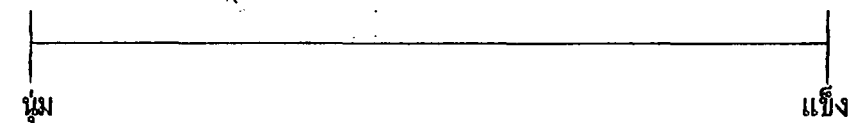
- ความหวาน



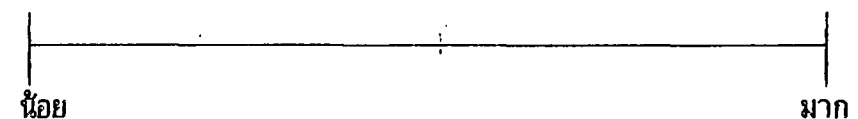
- ความเค็ม



- ลักษณะเนื้อสัมผัส



3. ความชอบโดยรวม



4. ข้อเสนอแนะ

ขอบคุณที่สละเวลาตอบแบบสอบถามผลิตภัณฑ์ของเรา

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของแป้งแพนเค้กเฮอโอสุง

ชื่อ _____ อายุ _____ ปี วันที่ _____

กรุณาชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ และให้คะแนนตามความรู้สึกของท่าน โดยกาเครื่องหมาย (/) ลงในแบบทดสอบต่อไปนี้

ลักษณะ	รหัส	854	428	531	459	327
1. ความชอบในด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์						
ชอบมากที่สุด	(9)					
ชอบมาก	(8)					
ชอบปานกลาง	(7)					
ชอบน้อย	(6)					
เฉยๆ	(5)					
ไม่ชอบเล็กน้อย	(4)					
ไม่ชอบปานกลาง	(3)					
ไม่ชอบมาก	(2)					
ไม่ชอบมากที่สุด	(1)					
2. ความชอบในด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์						
ชอบมากที่สุด	(9)					
ชอบมาก	(8)					
ชอบปานกลาง	(7)					
ชอบน้อย	(6)					
เฉยๆ	(5)					
ไม่ชอบเล็กน้อย	(4)					
ไม่ชอบปานกลาง	(3)					
ไม่ชอบมาก	(2)					
ไม่ชอบมากที่สุด	(1)					

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของแป้งแพนเค้กเยื่อใยสูง

ชื่อ _____ อายุ _____ ปี วันที่ _____

กรุณาชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ และให้คะแนนตามความรู้สึกของท่าน ลงในแบบทดสอบต่อไปนี้

ระดับความแข็งมัน/ระดับความชอบ ของผลิตภัณฑ์มากที่สุด	ระดับคะแนน	9
ระดับความแข็งมัน/ระดับความชอบ ของผลิตภัณฑ์มาก	ระดับคะแนน	7
ระดับความแข็งมัน/ระดับความชอบ ของผลิตภัณฑ์ปานกลาง	ระดับคะแนน	5
ระดับความแข็งมัน/ระดับความชอบ ของผลิตภัณฑ์น้อย	ระดับคะแนน	3
ระดับความแข็งมัน/ระดับความชอบ ของผลิตภัณฑ์น้อยที่สุด	ระดับคะแนน	1

รหัส	รายการ			
ระดับความแข็งมันของกลี้นหิน				
ระดับความแข็งมันของกลี้นอับ				
ระดับความแน่นเนื้อ				
ความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์				

ข้อเสนอแนะ: _____

ขอบคุณที่สละเวลาตอบแบบสอบถามผลิตภัณฑ์ของเรา

แบบทดสอบ

ชื่อ _____ อายุ _____ ปี วันที่ _____

ตัวอย่าง : แพนเค้กเสริมาไฟเบอร์

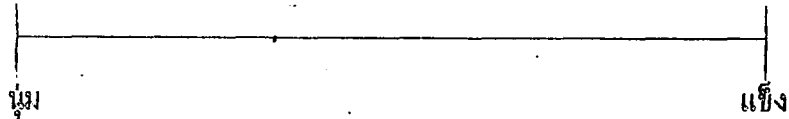
คำแนะนำ : ให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ และกรณียบอกถึงความรู้สึกที่ได้จากการชิม มอง สัมผัส ลงบนเส้นตรง โดยให้ผู้ทดสอบระบุถึงตำแหน่งที่ให้ความเห็นว่า เป็นลักษณะที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ โดยเขียน S ลงบนเส้นตรงตรงตำแหน่งที่คิดว่าเป็นลักษณะของผลิตภัณฑ์ทดสอบ และเขียน I ลงบนเส้นตรงตรงตำแหน่งที่คิดว่าเป็นลักษณะของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ

1. ลักษณะเนื้อ

- ความแน่นเนื้อ

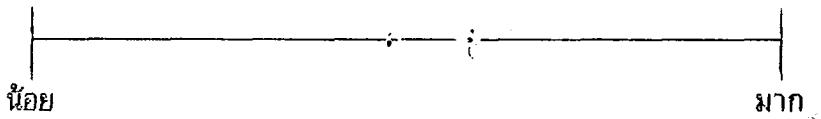


- ลักษณะเนื้อสัมผัส

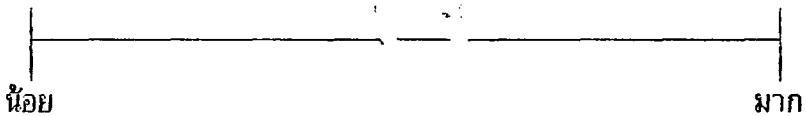


2. รสชาติ

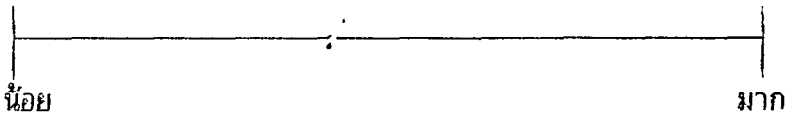
- ความหวาน



- ความเค็ม



3. ความชอบโดยรวม



4. ข้อเสนอแนะ

ขอบคุณที่สละเวลาตอบแบบสอบถามผลิตภัณฑ์ของเรา

ประวัติผู้เขียน

นางสาว ฉวีวรรณ เตชะธाराทิพย์ เกิดวันที่ 25 เมษายน 2515 จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนเซนต์โยเซฟคอนเวนต์ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในปี 2533 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ) สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ใน ปี พ.ศ.2537

นางสาว ศรินยา หัษชะวณิช เกิดวันที่ 26 พฤษภาคม 2516 จังหวัด พังงา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนกุ๊กแก้ววิทยาลัย จังหวัดภูเก็ต ในปี 2533 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ) สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบังในปี พ.ศ.2537

