



## ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้แป้งดัดแปรทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเปียกปูน

( Use of modified starch substituted for rice flour in Khanom - Piakpoon )

โดย

นางสาวนิษฐา เวชวงษ์

นางสาวณัฐชา กิตธารเมธี

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

..... 19 / 3 / 42  
 ( ๒๑๙ / ๒๖๖๕๓๖๖๕ กัญจน์ธนดิษฐ์ )

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่..... / 9 เดือน..... มีนาคม พ.ศ. .... ๒๕๔๒

15780

- 4 ต.ย. 2542

๒๑๗.

๒๒๒๗

๒๕๔๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การใช้แป้งดัดแปรทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเปียกปูน

(Use of modified starch substituted for rice flour in Khanom – Piakpoon)



T096761

นางสาวนิษฐา เวชวงษ์  
นางสาวณัฐชา กิตติารเมธี

เสนอ

ปศ.  
๗ ๒๒๖ ก  
๒๕๔๒เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน.....  
วัน,เดือน,ปี.....

96761

4 JUN 2009

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนิษฐา เวชวงษ์, ญัฐชา กิตถารณณี . 2542 : การใช้แป้งดัดแปรทดแทนแป้งข้าวเจ้าในขนมเปียก  
 ปูน ( Use of modified starch substituted for rice flour in Khanom – Piakpoon ) . ภาค  
 วิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
 ลาดกระบัง . อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์ , 52 หน้า.

### บทคัดย่อ

ขนมเปียกปูนจัดเป็นขนมไทยชนิดหนึ่งที่ใช้แป้งเป็นส่วนประกอบหลัก การบริโภคนิยม  
 บริโภคให้หมดภายในวันที่ทำการผลิต หากทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ จะทำให้ขนมเปียก  
 ปูนมีลักษณะไม่เป็นที่พึงประสงค์ของผู้บริโภค จึงได้ทำการทดลองนำเอาแป้งดัดแปรมาใช้ทด  
 แทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนในสูตรมาตรฐานของขนมเปียกปูน เพื่อปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสของ  
 ขนมเปียกปูนในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ

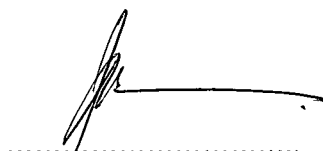
การทดลองทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งสูตรมาตรฐานและ  
 แป้งที่มีการใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และ ชนิด 141 ในอัตราส่วนต่างๆ พบว่า  
 การเปลี่ยนแปลงของแป้งสูตรต่างๆ ข้างต้น เมื่อให้ความร้อน แป้งผสมที่ใช้แป้งข้าวเจ้ากับแป้งดัด  
 แปรชนิด 141 ในอัตราส่วน 1:3 จะให้คุณสมบัติโดยรวมที่ดีกว่าแป้งสูตรอื่นๆ และเมื่อนำแป้งสูตร  
 ต่างๆมาทำการผลิตเป็นขนมเปียกปูนแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนม  
 เปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วน 1:3 จะให้ผลใกล้เคียงกับขนม  
 เปียกปูนสดที่ใช้สูตรมาตรฐานมากที่สุด

ดังนั้นหากต้องการผลิตขนมเปียกปูนที่สามารถเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำโดยยังคงมี  
 ลักษณะเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับขนมเปียกปูนสดควรเลือกใช้แป้งผสมที่ใช้แป้งข้าวเจ้ากับแป้งดัด  
 แปรชนิด 141 ในอัตราส่วน 1:3

พิมพ์ชื่อ ๒๕๖๖

พิมพ์ชื่อ ๒๕๖๖

ลายมือชื่อนักศึกษา



ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

19 / 3 / 43

วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูงาน ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ภายนอก  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น ผู้จัดทำขอกราบ  
ขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์เยาวลักษณ์ สุรพันธ์พิศิษฐ์ เป็นอย่างสูงที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่  
ปรึกษา ให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ ผู้ช่วย  
ศาสตราจารย์ดอกเตอร์ประภาพร ขอไพบุลย์ และ อาจารย์ชมพูนุท สีหิโสภณ ที่กรุณาเป็น  
กรรมการที่ปรึกษาและให้ความช่วยเหลือด้านการศึกษามาอย่างดียิ่งตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์วัลย์ นุตะโกวิทย์ ที่เป็นผู้ชี้แนะและให้ความช่วยเหลือใน  
การเริ่มทำปัญหาพิเศษฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์วัลย์ภรณ์ สุทธา ที่เป็นผู้ให้สูตรมาตรฐานของขนมเปียกปูน  
และสอนวิธีการทำอย่างสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณบริษัท สำปะหลังพัฒนา จำกัด และคุณชานนท์ ที่อนุเคราะห์แบ่งตัด  
แปรร เพื่อทำการทดลองในครั้งนี้ รวมทั้งข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการทดลอง

ขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานีและคุณงามชื่น คงเสรี ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่อง  
Rapid Visco Analyser รวมทั้งข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการทดลอง

ขอขอบพระคุณ นางนัตตา ศรีประดิษฐ์ ที่ให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกใน  
ระหว่างการปฏิบัติงาน รวมทั้งให้คำแนะนำด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณพี่ห้องปฏิบัติการ เพื่อนๆ น้องๆทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการชิมขนม  
เปียกปูน และคอยเป็นกำลังใจอย่างดีจนได้รับความสำเร็จ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ เป็นอย่างสูงที่คอยเป็นกำลังใจที่ดี ให้  
ความอบอุ่นและคำปรึกษาตลอดมา

นางสาวนิษฐา เวชวงษ์

นางสาวณัฐชา กิตถารเมธี

มีนาคม 2542

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	ง
สารบัญตารางภาคผนวก	ฉ
สารบัญภาพ	ช
สารบัญภาพภาคผนวก	ซ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วารสารปริทัศน์	2
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	10
4. ผลการทดลอง	14
5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	26
เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	28
ภาคผนวก ข	30
ภาคผนวก ค	33
ภาคผนวก ง	36
ประวัติผู้เขียน	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงปริมาณอะไมโลสเปกตินของแป้งที่ใช้ขนมเปียกปูน	2
2.2	แสดงช่วงอุณหภูมิที่ทำให้แป้งที่เป็นส่วนประกอบของขนมเปียกปูนเกิดการพองตัวขึ้นไส ( gelatinization temperature )	3
2.3	แสดงสูตรส่วนผสมของแป้งขนมเปียกปูน	6
4.1	แสดงคุณลักษณะของแป้งผสมที่ใช้แป้งข้าวเจ้ากับแป้งดัดแปรชนิด 028 และชนิด 141 ในอัตราส่วนต่างๆ โดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบ Rapid Visco Analyser	15
4.2	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของคุณลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งข้าวเจ้ากับแป้งดัดแปรชนิด 028 และชนิด 141 ในอัตราส่วนต่างๆ เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 4 และ 8 วันตามลำดับ	17
4.3	แสดงค่าแรงกดสูงสุดของขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้แป้งดัดแปรชนิด 028 เปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐานที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 – 11 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 และ 8 วัน	18
4.4	แสดงค่าแรงกดสูงสุดของขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้แป้งดัดแปรชนิด 141 เปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐานที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 – 11 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 และ 8 วัน	19
4.5	แสดงค่าแรงกดเฉลี่ยของการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของขนมเปียกปูนแช่เย็นที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 เปรียบเทียบกับขนมเปียกปูนสดที่ใช้กับแป้งดัดแปรชนิด 028 แป้งสูตรมาตรฐาน	20
4.6	แสดงค่าแรงกดเฉลี่ยของการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของขนมเปียกปูนแช่เย็นที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 เปรียบเทียบกับขนมเปียกปูนสดที่ใช้กับแป้งดัดแปรชนิด 028 แป้งสูตรมาตรฐาน	21
4.7	แสดงค่าคะแนนในการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสของขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 8 – 11 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### สารบัญตาราง ( ต่อ )

ตารางที่		หน้า
4.8	แสดงค่าคะแนนในการประเมินผลทางด้านประสาทมัลติของขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 8-11 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน	23
4.9	แสดงค่าคะแนนในการประเมินผลทางด้านประสาทมัลติของขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 141 เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 8-11 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน	23
4.10	แสดงค่าคะแนนในการประเมินผลทางด้านประสาทมัลติของขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 141 เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 8-11 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 8 วัน	24
4.11	แสดงจำนวนผู้ทดสอบที่ตัดสินใจเลือกขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และชนิด 141 ในอัตราส่วน 1:3 เมื่อเปรียบเทียบกับขนมเปียกปูนสดมาตรฐานจากผู้ทดสอบทั้งสิ้น 15 คน	25

## สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่	หน้า	
ก1	แสดงคุณสมบัติทางเคมีของแป้งดัดแปรชนิด 028 และ 141	28
ก2	แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทั่วไปของแป้งมันสำปะหลังดัดแปรชนิด 028 และ 141	29
ค1	แสดงค่าแรงกดสูงสุดของการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของขนมเปียกปูนที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 - 11 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 และ 8 วันตามลำดับ	34
ค2	แสดงค่าแรงกดสูงสุดของการวัดขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งสูตรมาตรฐานทำรับประทานภายในวันเดียวใน	35
ง1	คะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสของขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และ 141 ในอัตราส่วนต่างๆ เมื่อเก็บไว้ 4 วัน	37
ง2	คะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความนุ่มของขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และ 141 ในอัตราส่วนต่างๆ เมื่อเก็บไว้ 4 วัน	38
ง3	คะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบรวมของขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และ 141 ในอัตราส่วนต่างๆ เมื่อเก็บไว้ 4 วัน	39
ง4	คะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสของขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และ 141 ในอัตราส่วนต่างๆ เมื่อเก็บไว้ 8 วัน	40
ง5	คะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความนุ่มของขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และ 141 ในอัตราส่วนต่างๆ เมื่อเก็บไว้ 8 วัน	41
ง6	คะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบรวมของขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และ 141 ในอัตราส่วนต่างๆ	42

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

1. แสดงโครงสร้างเป็นวง ( ring structure ) ของหน่วยกลูโคไซด์

3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพที่

หน้า

ข1 แสดงเส้นโค้งการเกิดเฟสที่ได้จากการวัดด้วยเครื่อง RVA โดยมีตัวแปรที่ใช้  
วัดตามปรกติ

32



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

ขนมเปียกปูนจัดเป็นขนมหวานชนิดหนึ่งของผลิตภัณฑ์ขนมไทยที่ใช้แป้งเป็นส่วนประกอบหลัก แป้งที่ใช้ในสูตรการทำขนมเปียกปูนจะประกอบไปด้วยแป้งข้าวเจ้า แป้งมัน และ แป้งท้าว ยายม่อม ซึ่งลักษณะของผลิตภัณฑ์จะเป็นก้อนแป้งสุกที่อ่อนตัวโดยจะนุ่มและอยู่ตัว เมื่อหยดใส่ในภาชนะบรรจุที่ต้องการ และรสชาติของขนมจะมีความหวานมันเล็กน้อย

การบริโภคและจำหน่ายผลิตภัณฑ์ประเภทนี้นิยมบริโภคให้หมดไปในวันเดียวกับที่ทำการผลิต ผลิตภัณฑ์จะเสื่อมเสียง่ายเนื่องจากมีการใช้น้ำตาลมะพร้าวเป็นส่วนประกอบและมีความชื้นสูง ถ้าเก็บรักษาไว้ในที่อุณหภูมิต่ำมักพบปัญหาการคืนตัวของเนื้อแป้ง (retrogradation) เกิดขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อที่แข็งกระด้าง ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

การเกิดปัญหาเช่นนี้ จะมีผลทำให้ไม่สามารถเก็บขนมเปียกปูนไว้รับประทานเป็นเวลานานๆได้ ดังนั้นจึงได้ทำการทดลองนำแป้งดัดแปร (Modified starch) มาใช้แทนแป้งข้าวเจ้าซึ่งถือเป็นส่วนประกอบหลักในสูตรทำขนมเปียกปูน การใช้แป้งดัดแปรจะช่วยทำให้การก่อตัวเป็นเจลของก้อนแป้งมีความเสถียรขึ้นเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำและจะไม่ประสบปัญหาการเกิดการคืนตัวของเนื้อแป้ง ทำให้ขนมเปียกปูนสามารถเก็บไว้รับประทานได้นานยิ่งขึ้น

#### วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการใช้แป้งดัดแปร (Modified starch) ที่เหมาะสมทดแทนแป้งข้าวเจ้าในการทำขนมเปียกปูน
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระหว่างการให้ความร้อนในการเกิดเจลของแป้งผสมสูตรทำขนมเปียกปูน
3. เพื่อศึกษาการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิต่ำ

## บทที่ 2

### วารสารปริทัศน์

#### 2.1 ความหมายของคำว่าแป้ง

โดยทั่วไปได้แบ่งความหมายของแป้งจากการเรียกในภาษาอังกฤษได้ 2 ประเภทคือ แป้ง-ฟลาว (Flour) และแป้งสตาร์ช (Starch) โดยทั้ง 2 ประเภท จะมีส่วนประกอบทางเคมีแตกต่างกัน

แป้งฟลาว (Flour) หมายถึง แป้งที่ผลิตได้จากเมล็ด หัวหรือส่วนอื่นๆของพืชที่สามารถนำมาบริโภค โดยนำมาสี บด หรือไมแล้วร่อนให้เป็นผงละเอียด ซึ่งแป้งที่ได้จะประกอบด้วยสารอาหารที่อยู่ในวัตถุดิบเต็มทั้งหมดคือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใย แร่ธาตุต่างๆ เป็นต้น

แป้งสตาร์ช (Starch) หมายถึง แป้งที่ผลิตได้จากส่วนต่างๆของพืชเช่นเดียวกับแป้งฟลาว แต่กรรมวิธีการผลิตจะแยกเอาเฉพาะส่วนที่เป็นสารอาหารคาร์โบไฮเดรตล้วนๆ โดยมีสารอื่นๆปะปนมาน้อยที่สุด ดังนั้นแป้งสตาร์ชจึงประกอบด้วยสารอาหารที่เป็นคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนใหญ่

อย่างไรก็ตามคนไทยนิยมเรียกแป้งฟลาวและแป้งสตาร์ชรวมกันว่า “แป้ง” หรือ “ผลิตภัณฑ์แป้ง” ผลิตภัณฑ์แป้งที่ผลิตเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลัง แป้งสาเก แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง เป็นต้น และจะนำผลิตภัณฑ์แป้งเหล่านี้มาเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นอาหารชนิดต่างๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของแป้งแต่ละชนิด ดังนั้นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผลิตภัณฑ์แป้งนั้น จึงเรียกว่า “ผลิตภัณฑ์จากแป้ง”

ในการผลิตขนมเปียกปูน จะใช้แป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลังและแป้งท้าวยาย่ม่อมเป็นส่วนประกอบ ซึ่งมีคุณลักษณะต่างๆดังนี้

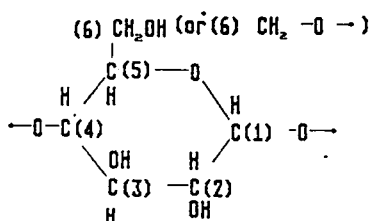
แป้งข้าวเจ้า หมายถึง แป้งที่ได้จากข้าวเจ้า ซึ่งอาจเป็นข้าวทั้งที่เป็นข้าวเต็มเมล็ด ข้าวหักใหญ่ ข้าวหักหรือปลายข้าวที่ได้จากการสีข้าวเปลือกเจ้าของพืชที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *ออไรซา ซาไตวา แอล . (Oryzae sativa l)* ลักษณะที่ดีของแป้งข้าวเจ้าจะต้องมีสีขาวหรือขาวนวล มีกลิ่นตามธรรมชาติของแป้งข้าวเจ้า ไม่มีกลิ่นอับชื้น เหม็นเปรี้ยว หรือกลิ่นไม่พึงประสงค์อื่นๆปราศจากสิ่งแปลกปลอม ต้องเป็นผงละเอียดไม่จับกันเป็นก้อน

แป้งมันสำปะหลัง หมายถึง แป้งที่ทำจากหัวมันสำปะหลังมีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *มานิชอต ยูติลิสซิม่า (Manihot utilissima)* ประกอบด้วยเม็ดแป้ง (granule) ตั้งแต่ 2 ถึง 8 เม็ด รวมกัน แต่ละเม็ดยาว 0.005 – 0.035 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.016 มิลลิเมตร เม็ดแป้งส่วนมากมีลักษณะเป็นรูปไข่ซึ่งปลายข้างหนึ่งถูกตัดออกและผิวตรงส่วนที่ตัดออกมีลักษณะเว้าเข้าข้างใน บางเม็ดอาจมีริมด้านหนึ่งโค้ง อีกด้านหนึ่งแบนไม่สม่ำเสมอ เม็ดแป้งเหล่านี้จะแสดงให้เห็นรอยบุ๋มอย่างชัดเจน และในบางครั้งอาจเห็นชั้นของแป้งด้วย ลักษณะที่ดีของแป้งมันสำปะหลังต้องเป็นผงละเอียดมีสีขาวหรือสีครีมอ่อน ไม่เกิดการหมัก ไม่มีกลิ่นเหม็นอับหรือมีกลิ่นน่ารังเกียจ ไม่มีแมลงและสารแปลกปลอมอื่นๆปะปน

แป้งมันทำวยายม่อม หรือ แป้งทำวยายม่อม หมายถึง แป้งที่ทำจากหัวมันทำวยายม่อม ซึ่งเป็นส่วนรากของพืชที่สะสมอาหาร ลักษณะที่ดีจะต้องเป็นแป้งมีผงละเอียดสีขาว และไม่มีกลิ่นสอาดปราศจากสิ่งปะปน

## 2.2 องค์ประกอบของแป้ง

แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีอัตราส่วนอะตอมคาร์บอน : ไฮโดรเจน : ออกซิเจน (C : H : O) คือ 6:10:5 โมเลกุลเป็นกลูโคสโพลีเมอร์แบบความแน่น (โมเลกุลกลูโคสต่อกันโดยสูญเสียโมเลกุลน้ำ) แป้งประกอบด้วยอะไมโลสและอะไมโลเพกทิน ซึ่งประกอบด้วยหน่วยกลูโคสชาตน้ำ (dextrose หรือ glucosidic) อะไมโลส (amylose) คือ สตาร์ชที่โครงสร้างมีลักษณะเป็นเส้นตรงประกอบด้วยหน่วยกลูโคสโดยเฉลี่ยปริมาณ 1,500 หน่วย ต่อกันด้วยพันธะ 1,4 กลูโคซิดิก (glucoside) ทั้งหมด อะไมโลเพกทิน (amylopectin) คือ สตาร์ชที่มีโครงสร้างขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่เป็นสายตรง (linear form) ต่อกันด้วยพันธะ 1,4 กลูโคซิดิก (glucoside) และมีส่วนที่เป็นสาขาแยกจากโครงสร้างหลัก (branched form) ต่อกันด้วยพันธะ 1,6 กลูโคซิดิก มีหน่วยกลูโคสชาตน้ำได้มากกว่า 1,000,000 หน่วย แต่โดยปกติแล้วมีประมาณ 100,000 หน่วย กลูโคไซด์ (glucosidic unit) มีโครงสร้างเป็นวง (ring structure) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงโครงสร้างเป็นวง (ring structure) ของหน่วยกลูโคไซด์

ที่มา : จารนัย ( 2538 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของอะไมโลสและอะไมโลเปกตินจะยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจน (hydrogen – bond ) ทำให้มีการจัดเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ นอกจากนี้อะไมโลสและอะไมโลเปกตินยังมีคุณสมบัติอื่นที่แตกต่างดังนี้

อะไมโลส	อะไมโลเปกติน
1. ละลายน้ำได้น้อย	1. ละลายน้ำได้ดีกว่า
2. เมื่อต้มในน้ำจะเหนียวมากและใส	2. เมื่อต้มในน้ำจะเหนียวน้อยแต่ขุ่นตัว
3. ให้สีน้ำเงินเมื่อทำปฏิกิริยากับสารไอโอดีน	3. ให้สีแดงม่วงเมื่อทำปฏิกิริยากับสารไอโอดีน
4. ประกอบด้วยโมเลกุลกลูโคสที่ต่อกันเป็นเส้นตรง	4. ประกอบด้วยโมเลกุลกลูโคสที่ต่อกันเป็นแขนงคล้ายกิ่งไม้
5. เมื่อให้ความร้อนในน้ำแล้วตั้งทิ้งไว้จะจับตัวเป็นก้อน	5. เมื่อให้ความร้อนในน้ำแล้วตั้งทิ้งไว้จะไม่จับตัวเป็นก้อน

ปริมาณของอะไมโลสและอะไมโลเปกตินในแป้งแต่ละชนิดจะมีอยู่แตกต่างกันไป สำหรับแป้งที่ใช้เป็นส่วนประกอบของขนมเปียกปูน ซึ่งได้แก่ แป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง และแป้งท้าวยายม่อม จะส่วนประกอบดังกล่าวแสดงดังตารางที่ 2.1 ตารางที่ 2.1 แสดงปริมาณอะไมโลสและอะไมโลเปกตินของแป้งที่ใช้ทำขนมเปียกปูน

ชนิดของแป้ง	เปอร์เซ็นต์ต่อแป้งสตาร์ช 100 กรัม	
	อะไมโลส	อะไมโลเปกติน
มันสำปะหลัง	17	83
ข้าวเจ้า	17	83
ท้าวยายม่อม	20	80

ที่มา : Van Beynum and Rocls , 1985

### 2.3 ปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อคุณสมบัติของแป้งและผลิตภัณฑ์ขนมไทย

แป้งที่ใช้ทำขนมไทย จะทำหน้าที่สำคัญในด้านการทำให้เกิดความข้นและเกิดลักษณะของตัวขึ้นไสหรือเรียกว่าทำให้ขนมมาจับตัวกันและสุกนั่นเอง คุณสมบัติของแป้งจะเป็นอย่างไรขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของแป้งนั้นๆ เช่น สตาร์ชที่มีอยู่ในปริมาณไม่เท่ากัน ทั้งลักษณะของเม็ดแป้งสตาร์ชก็แตกต่างกันด้วย ขนมไทยหลายชนิดที่ทำจากแป้งจะมีลักษณะหรือคุณภาพเป็นไปตามการพองตัวขึ้นไสของเม็ดแป้งเป็นสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. การพองตัวขึ้นไลของเม็ดแป้ง ( gelatinization )

เม็ดแป้งในสภาพปกติจะมีการจัดเรียงตัวกันของอะไมโลสและอะไมโลเพกตินในลักษณะเป็น crystallize อย่างหนาแน่นแข็งแรง ไม่สามารถละลายได้ในน้ำเย็น ( 0 – 40 องศาเซลเซียส ) แต่น้ำอาจซึมเข้าไปในส่วน amorphous ของเม็ดแป้งที่ไม่แข็งแรงได้บ้างประมาณร้อยละ 25 – 30 และพองตัวขึ้นเล็กน้อย ซึ่งสามารถคืนสู่สภาพปกติได้อีกถ้าทำให้แห้ง แต่เมื่อให้ความร้อนแก่เม็ดแป้งในน้ำจนถึงอุณหภูมิประมาณ 60 – 70 องศาเซลเซียส จะทำให้พันธะไฮโดรเจนหรือส่วนที่เป็น crystallize คลายตัว เม็ดแป้งจะดูดน้ำและพองตัวอย่างถาวร ทำให้สารละลายแป้งมีความหนืดและใสขึ้น ขบวนการนี้เรียกว่าเจลาติไนเซชัน ( gelatinization )

การพองตัวขึ้นไลของเม็ดในสภาพที่มีน้ำเพียงเล็กน้อยจะต้องใช้อุณหภูมิที่สูงกว่าในสภาพที่มีน้ำมากๆ และในสภาพที่มีน้ำอยู่มากนั้น เมื่อเจลาติไนซ์แล้วเม็ดแป้งยังพองตัวเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย การเจลาติไนซ์จะไม่เกิดขึ้นถ้ามีน้ำในปริมาณที่น้อยกว่าร้อยละ 30 นอกจากนั้นแป้งที่มีเม็ดแป้งขนาดใหญ่กว่าจะเริ่มพองตัวได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าแป้งที่มีเม็ดแป้งขนาดเล็ก

สำหรับช่วงอุณหภูมิที่จะทำให้แป้งที่เป็นส่วนผสมของขนมเปียกปูน เกิดการพองตัวขึ้นไล จะอยู่ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 65 – 80 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากช่วงอุณหภูมิของแป้งที่เป็นองค์ประกอบ จะอยู่ในช่วงนี้ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงช่วงอุณหภูมิที่ทำให้แป้งที่เป็นส่วนประกอบของขนมเปียกปูนเกิดการพองตัวขึ้นไล ( gelatinization temperature )

ชนิดของแป้ง	อุณหภูมิ ( องศาเซลเซียส )
มันสำปะหลัง	65 – 70
ข้าวเจ้า	75 – 80
หัวยาเยม่อม	-

ที่มา : Van Beynum and Rocls , 1985

## 2. ความใสของแป้งเปียก

เป็นสมบัติสำคัญในอาหารเพราะแป้งที่ขุ่นมัวจะมองดูไม่น่ารับประทานแป้งจากธัญพืช มักจะให้แป้งเปียกที่มีลักษณะขุ่น แต่แป้งที่ได้จากรากหรือลำต้น จะให้แป้งเปียกที่มีลักษณะใสกว่าลักษณะความขุ่นของแป้งเปียกจากเมล็ดธัญพืช สามารถจะปรับปรุงได้โดยนำแป้งชนิดอื่นๆมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมดังเช่น ใช้แป้งผสมในสูตรขนมเปียกปูน ซึ่งมีการใช้แป้งทำวยายม่อมและแป้งมันสำปะหลัง มาเป็นส่วนประกอบเสริมแสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงสูตรส่วนผสมของแป้งขนมเปียกปูน

ชนิดของแป้ง	โดยน้ำหนักรวมของส่วนผสม ( เปอร์เซ็นต์ )
มันสำปะหลัง	0.19
ข้าวเจ้า	8.55
ทำวยายม่อม	0.33

### 3. ความชื้นเหน็ดของแป้งเปียก

ความชื้นเหน็ดของแป้งเปียก จะเกิดขึ้นจากส่วนของสตาร์ชที่เป็นองค์ประกอบ เมื่อนำน้ำ แป้งมาให้ความร้อนในขั้นต้นจะมีความเหน็ดเกิดขึ้นเมื่อสตาร์ชพองตัวขึ้นได้ แต่ถ้าต้มต่อไปจนสตาร์ชเกิดการแตกตัว จะทำให้ความเหน็ดของน้ำแป้งลดลงเล็กน้อยและเมื่อทำให้เย็นลง แป้งจะกลับมีความชื้นเหน็ดเพิ่มขึ้น ความชื้นเหน็ดที่ได้ของแป้งแต่ละชนิดมีบทบาทสำคัญต่อลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นองค์ประกอบ

### 4. ความอยู่ตัวภายใต้สภาวะการแช่แข็งและการคืนตัว ( Freeze – thaw stability )

แป้งที่มีปริมาณอะไมโลเปกตินมากจะคงทนต่อสภาวะการแช่แข็งและการคืนตัวได้ดีกว่า แป้งที่อะไมโลสสูง แต่แป้งที่มีอะไมโลเปกตินสูงจะขาดความใสและลักษณะที่ดีของเนื้อสัมผัส จึงจำเป็นต้องปรับปรุงสมบัติให้เหมาะสม

## 2.4 ปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมเปียกปูน

ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมเปียกปูน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นจาก ลักษณะวุ้นของก้อนแป้งภายหลังจากผ่านขั้นตอน การกวนส่วนผสมที่อุณหภูมิสูง การทำให้ได้ ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีจำเป็นต้องทราบถึงปัจจัยต่างๆดังต่อไปนี้

### 1. กำลังวุ้น ( gel strength )

ลักษณะของวุ้นของก้อนแป้ง กำลังของวุ้นของก้อนแป้งสตาร์ชแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ไปขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของแป้งสตาร์ชที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. อุณหภูมิ

แป้งสตาร์ชซึ่งใช้กันในความเข้มข้นปกติส่วนมากจะต้องต้มจนถึงระดับอุณหภูมิอย่างน้อย 90 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่จะเริ่มเกิดการพองตัวขึ้นใสมาก และการเปลี่ยนแปลงมีสีใด ก็เห็นได้ชัดเจนดี เมื่อใช้แป้งสตาร์ชชั้นมาก จะเกิดวุ้นขึ้นได้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า เช่น ใช้สารแขวนลอยสตาร์ชเข้มข้นร้อยละ 5 จะเกิดวุ้นที่อยู่ตัวได้เมื่อต้มถึงอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ถ้าเข้มข้นร้อยละ 10 ใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ถ้าเข้มข้นร้อยละ 50 อุณหภูมิ 59 – 55 องศาเซลเซียส แต่วุ้นที่ได้จากสตาร์ชร้อยละ 50 จะขาวและดูดิบอยู่ เป็นการดีที่เมื่อใช้สตาร์ชในความเข้มข้นสูงสุดนั้น เม็ดแป้งจำนวนมากจะพองตัวเล็กน้อยซึ่งให้ผลรวมเหมือนเม็ดแป้งจำนวนน้อยกว่าแต่พองตัวมากในความเข้มข้นที่ต่ำกว่า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ เมื่อหุงต้มส่วนผสมแป้งที่มีสตาร์ชเข้มข้นมาก เช่น ในการทำขนมเปียกปูน ตัวลอดช่องไทย ตะโก้ ขนมถ้วยกะทิ ขนม น้ำดอกไม้และเส้นชาหริ่ม เป็นต้น หลังจากที่มีส่วนผสมแป้งขึ้นแล้ว จะต้องต้มหรือกวนหรือหนึ่งต่อไปนานพอที่จะแน่ใจว่าจะมีรสเป็นแป้งสุก คงจะต้องให้มีอุณหภูมิถึงอย่างน้อย 90 องศาเซลเซียส เพื่อให้เกิดรสชาติดีในแป้งสตาร์ชส่วนใหญ่

## 3. น้ำตาล

ผลของน้ำตาลต่อการจับตัวเป็นวุ้นของแป้งสตาร์ชมีความสำคัญ เพราะขนมไทยที่ทำจากแป้งจะมีน้ำตาลเป็นส่วนผสมอยู่ด้วย ถ้าใช้น้ำตาลเพิ่มขึ้นวุ้นที่ได้จะใสยิ่งขึ้นและนุ่มนวลมากขึ้น จนกระทั่งเติมน้ำตาลในปริมาณสูงมาก ส่วนผสมจะเกิดลักษณะเป็นน้ำเชื่อมข้นเหนียวแทนที่จะเป็นวุ้น ทั้งหมดนี้เป็นผลมาจากการที่มีน้ำตาลไปขัดขวางการรับน้ำของเม็ดแป้งสตาร์ช โดยไปแย่งน้ำที่มีอยู่มาแทน เมื่อน้ำตาลแล้วเม็ดแป้งจะรับน้ำน้อยลง จึงเป็นเหตุให้แป้งเปียกที่ได้ขึ้นเหน็ดน้อยกว่าระหว่างหุงต้มเม็ดแป้งจะแยกจากกันได้น้อยกว่า และเมื่อเย็นวุ้นที่ได้จะอ่อนตัวกว่าชนิดที่ไม่ใส่น้ำตาล นอกจากนี้การยุบตัว (syneresis) ของวุ้นสตาร์ชนี้จะเพิ่มขึ้นตามระดับน้ำตาลที่เติม แสดงว่ามีความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง

## 4. น้ำปูนใส หรือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (CaOH)

เป็นสารประกอบที่แตกตัวเป็นอนุมูลที่มีประจุไฟฟ้าในน้ำ มีผลต่อการเกิดการพองตัวขึ้นใส โดยสารประกอบสามารถทำลายพันธะไฮโดรเจนภายในโครงสร้างของเม็ดสตาร์ชให้คลายออก จึงช่วยให้สตาร์ชเจลาติไนซ์และพองตัวได้ที่อุณหภูมิต่ำ ส่วนประจุ ( $Ca^{2+}$ ) ช่วยรักษาโครงสร้างของเม็ดสตาร์ชไว้โดยเข้าทำปฏิกิริยากับกลุ่มไฮดรอกซิลของเม็ดสตาร์ช ช่วยยึดโครงสร้างของเม็ดสตาร์ชไว้ได้ที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิการเกิดเจลาติไนเซชัน (gelatinization)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. การเก็บรักษา

แป้งเปียกหรือเจลจากการเตรียมมักจะต้องมีการเก็บไว้ก่อนใช้ เมื่อเก็บไว้นานแป้งสตาร์ชจะละลายได้น้อยลง เรียกว่า "การคืนตัวของเม็ดแป้ง" (retrogradation) เพราะเม็ดแป้งจะกลับคืนสู่สภาพที่ไม่ละลายในน้ำเย็นเหมือนเดิม มีลักษณะขุ่นกว่า ชั้นหนืดน้อยลงเมื่อแรกทำใหม่ ๆ การคืนตัวที่เกิดขึ้นจะเกี่ยวกับ การที่โมเลกุลที่เป็นโซ่ตรงมารวมกันโดยพันธะระหว่างโมเลกุลจะมีกำลังมากขึ้น การคืนตัวเกิดขึ้นง่ายระหว่างโมเลกุลอะไมโลสด้วยกัน เกิดน้อยในโมเลกุลอะไมโลเปกติน การคืนตัวนี้มักจะเป็นปัญหาในอาหารแช่แข็งบางชนิด ซึ่งหลีกเลี่ยงได้โดยการใช้แป้งสตาร์ชที่มีอะไมโลเปกตินสูง

เนื่องจากการเกิดการคืนตัวของเม็ดแป้งในส่วนผสม ส่งผลทำให้ขนมเปียกปูนที่เก็บรักษาไว้มีลักษณะปรากฏไม่น่ารับประทาน จึงได้มีการนำเอาแป้งดัดแปรมาใช้แทนที่แป้งข้าวเจ้า เพื่อใช้แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

### 2.5 แป้งดัดแปร ( Modified Starch )

Modified Starch หมายถึง ผลิตภัณฑ์แป้งที่ได้มาจากการนำแป้งมาทำปฏิกิริยากับสารเคมี โดยส่วนใหญ่จะเป็นปฏิกิริยา Esterification และ Etherification เพื่อแปรสภาพลักษณะทางกายภาพของ Starch ดั้งเดิม ( native starch ) ให้มีคุณลักษณะที่เป็นที่ต้องการและเป็นประโยชน์มากขึ้น เช่น ความสามารถในการละลาย ความคงตัวต่อการกวนและเนื้อสัมผัสดีขึ้นในอาหารหวาน ได้ขนมพาย ซอส เกรวี่ และอาหารตกแต่งโดยเป็นสารทำให้ข้น สารเชื่อมและสารให้ความคงตัว ( stabilizer )

การปรับปรุงสมบัติของแป้ง สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

1. การปรับปรุงพันธุ์พืช เพื่อให้ได้พันธุ์พืชที่มีปริมาณอะไมโลสสูงชันกว่าพันธุ์ที่มีอยู่ตามธรรมชาติและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม
2. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี เป็นวิธีการปรับปรุงที่มีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับการปฏิกิริยาเคมีที่นำมาใช้ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติเฉพาะ ปฏิกิริยาเคมีที่ใช้แป้งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

2.1 ใช้ปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดการแตกตัวของโมเลกุลของสารประกอบในเม็ดแป้ง ( degradation ) ในการทำให้โมเลกุลสารประกอบเม็ดแป้งแตกตัวนี้จะทำได้ต่างกันไปและให้ผลิตภัณฑ์ที่ต่างกันไป 3 แบบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 Thin – boiling starch หรือ acid converted starch หรือ fluidity starch คือ แป้งที่ผ่านการปรับปรุงคุณสมบัติโดยใช้ปฏิกิริยาการแตกตัวด้วยกรดหรือเอ็นไซม์ (enzyme) แป้งนี้จะมีความหนืดลดลงเมื่อนำมาผ่านความร้อน

2.1.2 Oxidised starch หรือ chlorinated starch คือ แป้งที่ปรับปรุงสมบัติโดยใช้ปฏิกิริยาการแตกตัวด้วย Oxidising agent ที่นิยมคือ sodium hypochlorite และ periodic acid และ periodate การใช้สารออกซิไดส์ชนิดนี้ จะให้แป้งในรูปที่เรียกว่า dialdehyde starch ซึ่งนำไปทำให้เกิดเป็น cationic starch ได้ เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ

2.1.2 Dextrins เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำให้โมเลกุลสารประกอบใน

เม็ดแป้งแตกตัว โดยใช้ความร้อนและตัวเร่งปฏิกิริยาในสภาพที่ค่อนข้างแห้ง ซึ่งจะให้ผลิตภัณฑ์ถึง 3 ชนิด ได้แก่ white dextrin , british gum , yellow dextrin หรือ canary dextrin

2.2 ใช้ปฏิกิริยาเคมีที่เรียกว่า derivatization กับสารประกอบต่างๆ จึงนิยมเรียกแป้งที่ปรับปรุงคุณสมบัติโดยวิธีนี้ว่า starch derivative ซึ่งสามารถทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ได้ถึง 3 แบบ คือ starch ester , starch ether , cross – linked starch

3. การแยกส่วน ( fractionation ) คือ การนำแป้งมาแยกเอาอะไมโลสและอะไมโลเปกตินออกจากกัน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์

4. วิธีทางกายภาพ โดยนำน้ำแป้งดิบที่มีความเข้มข้นเหมาะสมประมาณร้อยละ 40 – 50 ส่งเข้าเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง ( drum dryer ) ความร้อนจากผิวหน้าของลูกกลิ้งที่ได้จากไอน้ำจะทำให้แป้งดิบเกิดการเจลาติไนเซชันขึ้นขณะที่ลูกกลิ้งหมุนไปจะมีการระเหยน้ำพร้อมไปด้วย แป้งที่ได้จะมีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ ฉายอยู่บนผิวหน้าของลูกกลิ้งและถูกขูดออกโดยใบมีด แล้วจึงนำแผ่นแป้งที่ได้บิดเป็นผงร้อนผ่านตะแกรงตามขนาดที่ต้องการ โดยผลิตภัณฑ์แป้งที่ปรับปรุงโดยวิธีนี้จะเรียกชื่อว่า pregelatinized starch หรือเรียกสั้นๆว่า pregelled starch

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

#### 3.1 วัตถุดิบ

1. แป้งดัดแปร ( ได้รับการอนุเคราะห์จากบริษัท สำปะหลังพัฒนา จำกัด โดยให้ตัวอย่างแป้งดัดแปรมา 2 ชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติแสดงอยู่ในภาคผนวก ก. )
2. แป้งข้าวเจ้า
3. แป้งท้าวยายม่อม
4. แป้งมันสำปะหลัง
5. น้ำตาลมะพร้าว
6. น้ำปูนใส
7. เกลือ
8. สีดำจากกาบมะพร้าว

#### 3.2 อุปกรณ์

- กระดาษทองเหลือง – พายไม้
- ชามผสม
- ถาดขนาด 10 x 10 นิ้ว
- ตะแกรงร่อนแป้ง
- เครื่องชั่ง
- เครื่อง Rapid Visco Analyser
- เครื่อง Texture Analyser รุ่น TA – XT2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 วิธีการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมสูตรมาตรฐานของขนมเปียกปูน มีดังนี้

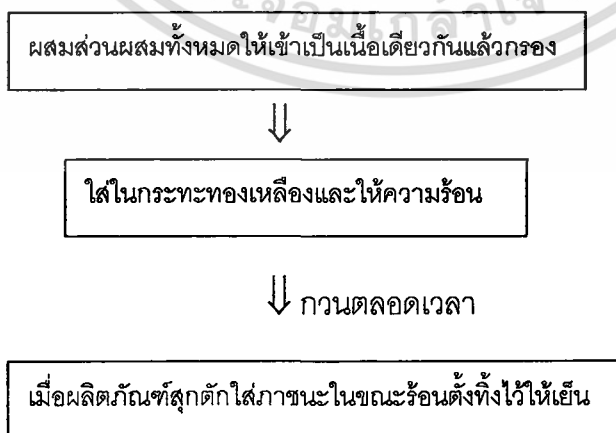
1.1 สูตรมาตรฐานในการทำขนมเปียกปูนประกอบด้วย

แป้งข้าวเจ้า	180	กรัม ( 8.55 % )
แป้งมันสำปะหลัง	4.2	กรัม ( 0.19 % )
แป้งท้าวยายม่อม	7	กรัม ( 0.33 % )
น้ำตาลมะพร้าว	380	กรัม ( 18.06 % )
น้ำปูนใส	1500	กรัม ( 71.31 % )
เกลือป่น	2	กรัม ( 0.09 % )
สีดอกบมะพร้าวเผา	30	กรัม ( 1.42 % )

1.2 การเตรียมส่วนผสมและวัตถุดิบต่างๆกระทำดังนี้

1. แป้ง - นำแป้งแต่ละชนิดมาร่อนด้วยตะแกรงร่อน เพื่อให้แป้งกระจายตัวได้ดี
2. น้ำปูนใส - นำปูนแดง 300 กรัมผสมน้ำ 1,500 มิลลิลิตร คนให้ปูนแดงกระจายตัวในน้ำแล้วตั้งทิ้งไว้ 1 คืนให้ปูนตกตะกอนจนอยู่ตัว แล้วแยกน้ำปูนใสออกมาใช้
3. น้ำตาลมะพร้าว - ใช้น้ำตาลมะพร้าวที่สะอาดปราศจากสิ่งแปลกปลอมหรือสิ่งเจือปน มีกลิ่นหอมของมะพร้าวที่ดีและสด สีครีมนวลออกสีไข่ไก่เล็กน้อย นำมาหั่นให้เป็นชิ้นเล็กละเอียดเนื้อสวดกในการใช้และละลายได้ง่ายในส่วนผสม
4. เกลือป่น - สะอาดปราศจากแมลงหรือสิ่งแปลกปลอม

1.3 วิธีการทำขนมเปียกปูน มีขั้นตอนดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนมเปียกปูนที่ได้โดยปกติจะใช้บริโภคภายในวันเดียว เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีคุณภาพ เป็นที่ต้องการของบริโภค ซึ่งลักษณะนี้จะเรียกว่า ขนมเปียกปูนสด

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาการใช้แป้งดัดแปรทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนในสูตรการทำขนมเปียกปูน

ใช้แป้งดัดแปร 2 ชนิด ได้แก่ ชนิด 028 และ ชนิด 141 โดยนำแป้งดัดแปรแต่ละชนิดมาผสมกับแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วน 3 ระดับดังนี้คือ 3:1 , 2:2 และ 1:3 ตามลำดับ

2.1 ศึกษาคุณสมบัติของแป้งผสมทั้ง 6 สูตรเปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐาน โดยใช้เครื่อง Rapid Visco Analyser เพื่อทราบถึงคุณสมบัติทางด้านต่างๆของแป้งในแง่

ก. อุณหภูมิเริ่มต้นของการเกิดเจล ( gelatinization )

ข. ความหนืดของน้ำแป้งที่อุณหภูมิต่างๆ ( Viscosity )

ค. การคืนตัวของแป้ง

หลักการการทำงานของเครื่อง Rapid Visco Analyser และผลการวิเคราะห์ แสดงเส้นโค้งของการเกิดเพสต์ แสดงอยู่ในภาคผนวก ข

การเตรียมตัวอย่างใช้แป้งตัวอย่างละ 3 กรัมผสมกับน้ำ 25 มิลลิตร ควบคุมอุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส แล้วให้ความร้อนด้วยอัตราคงที่ ( 12 องศาเซลเซียสต่อนาที ) จนอุณหภูมิขึ้นไปถึง 95 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้ที่อุณหภูมินี้ประมาณ 2-3 นาที แล้วค่อยทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสและทิ้งไว้ที่อุณหภูมินี้ประมาณ 2 นาที ผลการวิเคราะห์จากเส้นโค้งของการเกิดเพสต์แสดงค่าต่างๆคือ

- pasting temperature ( อุณหภูมิที่น้ำแป้งเปลี่ยนเป็นแป้งเปียก )
- peak viscosity ( ความหนืดสูงสุด )
- peaktime ( ช่วงเวลาที่แป้งเปียกมีความหนืดเกิดขึ้นสูงสุด )
- breakdown ( ช่วงความหนืดที่ลดลงหลัง peak )
- setback ( ช่วงความหนืดที่เพิ่มขึ้นอีกหลัง peak )
- Final Viscosity ( ความหนืดสุดท้ายภายหลังจากที่แป้งเย็นลง )

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาการเก็บรักษาขนมเปียกปูน

นำส่วนผสมในหัวข้อ 1.2 มาทำขนมเปียกปูนตามวิธีการในหัวข้อ 1.3 ผลิตภัณฑ์ที่ได้นำไปเก็บที่อุณหภูมิ 8-11 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 วัน โดยทำการศึกษการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์แบ่งออกเป็น 2 ช่วงคือช่วงระยะเก็บ 4 วันและระยะเก็บ 8 วัน ซึ่งก่อนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบ การเก็บรักษาต้องทำผลิตภัณฑ์ที่เก็บมาหั้นเป็นสี่เหลี่ยมลูกเต๋าขนาด  $2 \times 2 \times 2$  ลูกบาศก์เซนติเมตร แล้วจึงนำไปนึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือด เป็นเวลา 1 นาทีและนำมาศึกษาคุณลักษณะต่างๆดังนี้

3.1 ประเมินผลด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงและความแตกต่างที่เห็นด้วยตาและสัมผัสด้วยมือของคุณสมบัติด้านความนุ่มและความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์

3.1.1 ประเมินผลด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมเปียกปูน โดยใช้เครื่อง Texture Analyser รุ่น TA-XT2 วิเคราะห์ผลของลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยแรงกด( Force ) ซึ่งแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ชุดคือ

ชุดที่1 เปรียบเทียบลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมเปียกปูนสูตรต่างๆจากหัวข้อ 2.1 กับขนมเปียกปูนสูตรมาตรฐานเมื่อนำมาผลิตและเก็บรักษาในช่วงระยะเวลาเดียวกัน

ชุดที่2 เปรียบเทียบลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมเปียกปูนสูตรต่างๆจากหัวข้อ 2.1 กับขนมเปียกปูนสูตรมาตรฐานที่ผลิตเป็นขนมเปียกปูนสด

3.1.2 ประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยทำการทดสอบ 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เปรียบเทียบขนมเปียกปูนสดสูตรมาตรฐานและขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรในอัตราส่วนต่างๆกัน เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 4 และ 8 วันตามลำดับ โดยตรวจสอบหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการทดสอบแบบ Hedonic scale ( ภาคผนวก ง1 ) เพื่อคัดเลือกสูตรของแป้งผสมที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุดของแป้งดัดแปรแต่ละชนิด เพื่อนำมาใช้ศึกษาต่อในขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบขนมเปียกปูนสดสูตรมาตรฐานกับขนมเปียกปูนที่ได้คัดเลือกมาจากขั้นตอนที่ 1 โดยตรวจสอบหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการทดสอบแบบ Triangle test ( ภาคผนวก ง2 )

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 4.1 ผลการศึกษาการใช้แป้งดัดแปรทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนในสูตรทำขนมเปียกปูน

การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการศึกษาการใช้แป้งดัดแปรทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนในสูตรทำขนมเปียกปูน โดยการศึกษาคุณสมบัติการเกิดเจลลิตีในเซชันของแป้ง เมื่อนำแป้งผสมที่ใช้แป้งข้าวเจ้ากับแป้งดัดแปรชนิด 028 และชนิด 141 ในอัตราส่วนต่างๆ วัดหาค่าความหนืด โดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบ Rapid visco Analyser ( ภาคผนวก ข ) ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะแสดงดังตารางที่ 4.1

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นถึงคุณลักษณะของแป้งผสมที่ใช้แป้งข้าวเจ้าและแป้งดัดแปรในอัตราส่วนต่างๆ จะมีความแตกต่างกันดังนี้

ค่า pasting temperature ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่แป้งผสมมีการเกิดเจลลิตีในเซชัน แป้งผสมที่ใช้แป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปรชนิด 028 ที่อัตราส่วน 1:3 จะใช้อุณหภูมิในการเกิดเจลลิตีในเซชันที่ต่ำกว่าอัตราส่วน 2:2 และ 3:1 ตามลำดับ และแป้งผสมที่ใช้แป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปรชนิด 141 ก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน คือ ที่อัตราส่วน 1:3 จะใช้อุณหภูมิในการเกิดเจลลิตีในเซชันต่ำกว่าแป้งผสมชนิดแรกทั้ง 3 อัตราส่วนอีกด้วย นอกจากนี้อุณหภูมิที่ใช้ในการเกิดเจลลิตีในเซชันของแป้งผสมทั้ง 2 ชนิด จะต่ำกว่าอุณหภูมิในการเกิดเจลลิตีในเซชันของแป้งสูตรมาตรฐาน แสดงว่าเมื่อนำเอาแป้งดัดแปรซึ่งมีคุณสมบัติในการเกิดเจลลิตีในเซชันได้เร็วกว่าแป้งทั่วไป ผสมกับแป้งข้าวเจ้าจะทำให้สามารถลดอุณหภูมิที่ใช้ในการเกิดเจลลิตีในเซชันของแป้งให้ต่ำลงได้ ซึ่งทำให้สามารถประหยัดพลังงานความร้อนในการกวนได้

ค่าความหนืดของแป้งผสมที่ใช้แป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปรชนิด 028 ที่อัตราส่วน 1:3 มีค่าสูงที่สุดเมื่อให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าที่อัตราส่วน 2:2 และ 3:1 ตามลำดับ และเมื่อทำให้เย็นลงถึงอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ความหนืดสุดท้ายก็ยังมีค่าสูงที่สุด ส่วนแป้งผสมที่ใช้แป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปรชนิด 141 ก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน แต่จะมีความหนืดโดยเฉลี่ยสูงกว่าแป้งผสมชนิดแรกทั้ง 3 อัตราส่วนและแป้งสูตรมาตรฐาน

คุณสมบัติทางด้าน การคืนตัวของแป้งผสมที่ใช้แป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปรชนิด 141 ที่อัตราส่วน 1:3 มีค่าน้อยที่สุด แสดงว่ามีการคืนตัวของเม็ดแป้งน้อย การซึมของน้ำออกมาจากโมเลกุลของแป้งก็จะน้อย ลักษณะของเจลที่เกิดขึ้นยังมีความคงตัว ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับ การคืนตัวของแป้งสูตรมาตรฐานจะมีค่าการคืนตัวสูงกว่ามาก นั่นคือเมื่อมีการลดอุณหภูมิให้แป้งเย็นตัว โมเลกุลของเม็ดแป้งในสูตรมาตรฐาน จะมีการกลับมารวมตัวกันและยึดเกาะกันแน่น ทำให้น้ำที่แทรกอยู่ในโมเลกุลของเม็ดแป้งถูกแยกออกมาส่งผลให้ลักษณะของเจลที่เกิดขึ้นมีความคงตัวน้อย ไม่วุ้นวุ้นๆ พังสนั่น อีกทั้งหามมให้ติดแปรงเหนียว และต้องอแงอแงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหมกการนำไปใช้

สำหรับค่า Peak Time จากตารางจะได้ผลในการทำงานเดียวกันคือ แป้งผสมที่ใช้แป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปรชนิด 141 จะใช้เวลาในการทำให้เกิดเจลน้อยที่สุด ซึ่งจะทำให้เป็นการประหยัดเวลา เมื่อนำไปใช้ในการทำขนมทำขนมเปียกปูน โดยจะช่วยลดเวลาในการกวนให้น้อยลงได้

ดังนั้นในการทำขนมเปียกปูนที่มีการใช้แป้งผสมที่ใช้แป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วน 1:3 น่าจะให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีกว่า ทั้งนี้เนื่องจากแป้งผสมสูตรนี้มีการเกิดริโทกาเดชั่นน้อยกว่าอัตราส่วน 2:2 และ 3:1 และดีกว่าแป้งผสมที่ใช้แป้งดัดแปรชนิด 028 ในทุกอัตราส่วน

ตารางที่ 4.1 แสดงคุณลักษณะของแป้งผสมที่ใช้แป้งข้าวเจ้ากับแป้งดัดแปรชนิด 028 และชนิด 141 ในอัตราส่วนต่างๆโดยใช้เครื่องวัดความหนืดแบบ Rapid Visco Analyser

ตัวอย่าง *	Pasting Temp (°C)	Peak (RVU)	Hold	Final Viscosity	Break-down	Consistency	Set-back	Peak Time (นาที)
1.1	77.70	245.52	168.25	312.25	77.17	144.00	66.83	6.06
1.2	78.50	282.08	192.58	339.42	146.83	146.83	57.33	5.90
2.1	72.55	292.25	190.50	347.58	101.75	157.08	55.33	5.70
2.2	70.35	297.25	182.67	353.67	114.58	171.00	56.42	5.41
3.1	66.70	345.42	205.42	364.00	140.00	158.58	18.58	4.99
3.2	68.10	344.17	202.25	373.75	141.92	171.50	29.58	5.08
4.1	75.50	306.08	195.33	358.00	110.75	162.67	51.92	5.64
4.2	72.55	304.33	188.33	353.33	116.00	165.00	49.00	5.44
5.1	71.75	374.92	212.75	387.75	162.17	175.00	12.83	5.02
5.2	71.40	365.92	207.17	382.83	158.75	175.67	16.92	5.08
6.1	69.15	430.50	238.75	432.25	191.75	193.50	1.75	4.72
6.2	68.95	432.42	240.50	439.15	191.92	198.67	6.75	4.69
7.1	79.20	270.75	163.58	314.25	107.17	150.67	43.50	6.09
7.2	77.65	271.00	160.08	303.58	110.92	143.50	32.58	5.90

\*หมายเหตุ ตัวอย่างที่ 1 – 3 เป็นแป้งผสมสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปรชนิด 028 ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารอัตราส่วน 3:1, 2:2 และ 1:3 ตามลำดับเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หมายเหตุ (ต่อ)** ตัวอย่างที่ 4 - 6 เป็นแป้งผสมสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วน 3:1 , 2:2 และ 1:3 ตามลำดับ  
ตัวอย่างที่ 7 เป็นแป้งสูตรมาตรฐาน

#### 4.2 ผลการศึกษาการเก็บรักษาขนมเปียกปูนที่อุณหภูมิ 8 – 11 องศาเซลเซียส

การศึกษากการเก็บรักษาขนมเปียกปูนที่อุณหภูมิ 8 – 11 องศาเซลเซียสของส่วนผสมที่ระดับอัตราส่วนต่างๆ เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของลักษณะของขนมเปียกปูนที่เก็บไว้เป็นระยะเวลา 4 และ 8 วัน

4.2.1 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์สูตรต่างๆ แสดงผลดังตารางที่ 4.2

จากตารางที่ 4.2 แสดงลักษณะปรากฏของขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้แป้งดัดแปรทั้ง 2 ชนิดในส่วนผสมของแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปรในอัตราส่วนต่างๆ พบว่าขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปร 1:3 ทั้ง 2 ชนิดมีลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสคล้ายกันคือลักษณะเนื้อนุ่ม มีการคงรูปทรงได้ดี และยังคงความยืดหยุ่นดีโดยไม่มีน้ำซึมออกมา เมื่อเก็บรักษาไว้ที่ระยะเวลา 4 และ 8 วัน จึงอาจสรุปได้ว่าขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปร 1:3 จะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะปรากฏต่างๆที่ผู้บริโภคต้องการได้ ถึงแม้จะเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 – 11 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 และ 8 วัน ตามลำดับ

4.2.2 ผลการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมเปียกปูน โดยใช้เครื่อง Texture Analyser รุ่น TA – XT2

4.2.2.1 ผลการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมเปียกปูนสที่ใช้แป้งสูตรมาตรฐาน พบว่าค่าแรงกดสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 1871.63 กรัม

4.2.2.2 ผลการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมเปียกปูนที่ทำการเก็บรักษาเมื่อนำขนมเปียกปูนที่ผลิตจากแป้งผสมที่ใช้แป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปรชนิด 028 และแป้งผสมที่ใช้แป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วนต่างๆเปรียบเทียบกับขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งสูตรมาตรฐาน โดยทำการเก็บรักษาไว้ด้วยการแช่เย็นที่อุณหภูมิระหว่าง 8 –11 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 และ 8 วันตามลำดับ นำมาวัดด้วยเครื่อง Texture Analyser รุ่น TA – XT2 ได้ค่าของแรงกดสูงสุดของลักษณะเนื้อสัมผัสแสดงดังตารางที่ 4.3 – 4.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งข้าวเจ้ากับ แป้งดัดแปรชนิด 028 และชนิด 141 ในอัตราส่วนต่างๆ เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 4 และ 8 วัน ตามลำดับ

สูตรแป้งผสม		ลักษณะปรากฏของขนมเปียกปูน	
ชนิดของแป้ง ดัดแปร	อัตราส่วน *	ขนมเปียกปูนเก็บไว้ 4 วัน	ขนมเปียกปูนเก็บไว้ 8 วัน
028	3:1	ลักษณะเนื้อไม่นุ่มค่อนข้าง แข็งเล็กน้อยไม่ยืดหยุ่น	ลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งขึ้นมาก กว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ 4 วัน เล็กน้อย
	2:2	ลักษณะเนื้อนุ่มขึ้น ยืดหยุ่น เล็กน้อย	ลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งขึ้น ไม่ ยืดหยุ่น
	1:3	ลักษณะเนื้อนุ่มยังคงรูปทรง ได้ดียืดหยุ่นเล็กน้อย	ลักษณะเนื้อนุ่มยังคงรูปได้ ยืดหยุ่นเล็กน้อย
	4:0	ลักษณะเนื้อร่วนแข็งมีน้ำซึม ออกมา	ลักษณะเนื้อแน่นมากขึ้น ปริมาณน้ำที่ซึมออกมามาก ขึ้น
141	3:1	ลักษณะเนื้อไม่นุ่มค่อนข้าง แข็งไม่ยืดหยุ่น	ลักษณะเนื้อสัมผัสแข็งเกาะ กันแน่น ไม่ยืดหยุ่น
	2:2	ลักษณะเนื้อนุ่มขึ้นยืดหยุ่น มากขึ้น	ลักษณะเนื้อกันเป็นก้อนมาก ขึ้น
	1:3	ลักษณะเนื้อนุ่มยังคงรูปทรง ได้ดียืดหยุ่นเล็กน้อย	ลักษณะเนื้อสัมผัสไม่แตกต่าง ไปจากเดิม
	4:0	ลักษณะเนื้อร่วนแข็งมีน้ำซึม ออกมา	ลักษณะเนื้อแน่นมากขึ้น ปริมาณน้ำที่ซึมออกมามาก ขึ้น

\* อัตราส่วนที่ใช้แป้งข้าวเจ้า : แป้งดัดแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง 96761 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าเมื่อทำเก็บรักษาไว้ 4 วัน ขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งสูตรมาตรฐาน จะมีค่าแรงกดสูงสุดมากกว่าขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 ใน ทั้ง 3 อัตราส่วน และเมื่อทำการเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 8 วันก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน คือขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งสูตรมาตรฐาน จะมีค่าแรงกดสูงสุดมากที่สุด และในอัตราส่วน 3:1 , 2:2 และ 1:3 รองลงมาตามลำดับ ดังนั้นขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งสูตรมาตรฐานมีค่าแรงกดสูงสุดแตกต่างจากขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถ้าเรานำเอาขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งสูตรมาตรฐานเก็บไว้โดยการแช่เย็นเป็นเวลา 4 และ 8 วันตามลำดับ ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมเปียกปูนจะแข็ง ซึ่งเป็นลักษณะที่ผู้บริโภคไม่พึงปรารถนา

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าแรงกดสูงสุดของขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้แป้งดัดแปรชนิด 028 เปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐานที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 - 11 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 และ 8 วัน

สูตรแป้งผสมที่ใช้ในอัตราส่วน แป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปร	ค่าแรงกดสูงสุด ( หน่วยเป็นกรัม )	
	ขนมเปียกปูนเก็บไว้ 4 วัน	ขนมเปียกปูนเก็บไว้ 8 วัน
3:1	5780.43 <sup>cd</sup>	7372.83 <sup>b</sup>
2:2	5519.70 <sup>d</sup>	6225.27 <sup>c</sup>
1:3	3869.17 <sup>f</sup>	4709.97 <sup>e</sup>
4:0	7149.87 <sup>b</sup>	11024.27 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอย่างที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าเมื่อทำเก็บรักษาไว้ 4 วัน ขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งสูตรมาตรฐาน จะมีค่าแรงกดสูงสุดมากกว่าขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 141 ใน ทั้ง 3 อัตราส่วน และเมื่อทำการเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 8 วันก็ได้ผลในทำนองเดียวกัน คือขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งสูตรมาตรฐาน จะมีค่าแรงกดสูงสุดมากที่สุด และในอัตราส่วน 3:1 , 2:2 และ 1:3 รองลงมาตามลำดับ ดังนั้นขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งสูตรมาตรฐานมีค่าแรงกดสูงสุดแตกต่างจากขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 141 อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าแรงกดสูงสุดของขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้แป้งดัดแปรชนิด 141 เปรียบเทียบกับสูตรมาตรฐานที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 – 11 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 และ 8 วัน

สูตรแป้งผสมที่ใช้ในอัตราส่วน แป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปร	ค่าแรงกดสูงสุด ( หน่วยเป็นกรัม )	
	ขนมเปียกปูนเก็บไว้ 4 วัน	ขนมเปียกปูนเก็บไว้ 8 วัน
3:1	7084.96 <sup>c</sup>	8324.24 <sup>b</sup>
2:2	4195.70 <sup>d</sup>	5114.57 <sup>d</sup>
1:3	2317.50 <sup>e</sup>	2876.00 <sup>e</sup>
4:0	7149.87 <sup>c</sup>	11024.27 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวอย่างที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4.2.2.3 ผลการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมเปียกปูนสดที่ใช้แป้งสูตรมาตรฐานเปรียบเทียบกับขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และชนิด 141 ในอัตราส่วนต่างๆ เมื่อทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 – 11 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4 และ 8 วันตามลำดับ เมื่อวัดด้วยเครื่อง Texture Analyser รุ่น TA – XT2 ได้ค่าแรงกดสูงสุดของลักษณะเนื้อสัมผัส แสดงดังตารางที่ 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่าขนมเปียกปูน ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 – 11 องศาเซลเซียสโดยใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 ในอัตราส่วน 3:1 , 2:2 และ 1:3 เป็นระยะเวลา 4 และ 8 วันตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับขนมเปียกปูนสดที่ใช้แป้งสูตรมาตรฐาน จะมีค่าแรงกดสูงสุดแตกต่างจากขนมเปียกปูนสดอย่างมีนัยสำคัญ นั่นคือขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งดัดแปรชนิด 028 จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสแตกต่างจากขนมเปียกปูนสด เมื่อมีการนำไปเก็บรักษาไว้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าแรงกดเฉลี่ยของการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของขนมเปียกปูน  
แช่เย็นที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 เปรียบเทียบกับขนมเปียกปูน  
สดที่ใช้แป้งสูตรมาตรฐาน

ชนิดของแป้ง	อัตราส่วน *	ระยะเวลาในการเก็บ( วัน )	ค่าแรงกดสูงสุด ( หน่วยเป็นกรัม )
1. แป้งดัดแปร ชนิด 028	3:1	4	5780.4333 <sup>bc</sup>
2. แป้งดัดแปร ชนิด 028	2:2	4	5519.7000 <sup>c</sup>
3. แป้งดัดแปร ชนิด 028	1:3	4	3869.1667 <sup>e</sup>
4. แป้งดัดแปร ชนิด 028	3:1	8	7372.8333 <sup>a</sup>
5. แป้งดัดแปร ชนิด 028	2:2	8	6225.2667 <sup>b</sup>
6. แป้งดัดแปร ชนิด 028	1:3	8	4709.9667 <sup>d</sup>
7. แป้งสูตร มาตรฐาน ( สด )	4:0	1**	1871.6333 <sup>f</sup>

หมายเหตุ ตัวอย่างที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

\* อัตราส่วนที่ใช้แป้งข้าวเจ้า : แป้งดัดแปร

\*\* เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้ขนมเปียกปูนมีความคงตัว

จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าขนมเปียกปูน ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 8 – 11 องศา  
เซลเซียสโดยใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วน 1:3 เป็นระยะเวลา 4 และ 8  
วันตามลำดับ มีค่าแรงกดสูงสุดไม่แตกต่างจากขนมเปียกปูนสดที่ใช้แป้งสูตรมาตรฐานอย่างมีนัย  
สำคัญ แต่ในอัตราส่วน 2:2 และ 3:1 จะมีค่าแรงกดสูงสุดแตกต่างจากขนมเปียกปูนสดอย่างมีนัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สำคัญ ดังนั้นขนมเปียกปูนแช่เย็นที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วน 1:3 จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสใกล้เคียงกับขนมเปียกปูนสดมากกว่าในอัตราส่วน 2:2 และ 3:1 ถึงแม้ว่าจะมีการเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 8 วันก็ตาม

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าแรงกดเฉลี่ยของการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของขนมเปียกปูนแช่เย็นที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 141 เปรียบเทียบกับขนมเปียกปูนสดที่ใช้แป้งสูตรมาตรฐาน

ชนิดของแป้ง	อัตราส่วน *	ระยะเวลาในการเก็บ ( วัน )	ค่าแรงสูงสุด
1. แป้งดัดแปรชนิด 141	3:1	4	7084.9667 <sup>b</sup>
2. แป้งดัดแปรชนิด 141	2:2	4	4195.7000 <sup>c</sup>
3. แป้งดัดแปรชนิด 141	1:3	4	2317.5000 <sup>d</sup>
4. แป้งดัดแปรชนิด 141	3:1	8	8324.2333 <sup>a</sup>
5. แป้งดัดแปรชนิด 141	2:2	8	5414.5667 <sup>c</sup>
6. แป้งดัดแปรชนิด 141	1:3	8	2876.0000 <sup>d</sup>
7. แป้งสูตรมาตรฐาน ( สด )	4:0	1 **	1871.6333 <sup>d</sup>

หมายเหตุ ตัวอย่างที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

\* อัตราส่วนที่ใช้แป้งข้าวเจ้า : แป้งดัดแปร

\*\* เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้ขนมเปียกปูนมีความคงตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

#### 4.2.3 ผลการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

4.2.3.1 ผลการตรวจสอบหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนที่ 1 เพื่อคัดเลือกสูตรของแป้งผสมที่ผู้บริโภคชอบมากที่สุดของแป้งตัดแปรแต่ละชนิด แสดงดังตารางที่ 4.7, 4.8, 4.9 และ 4.10 ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.7 เมื่อนำค่าคะแนนที่ได้จากการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่าคะแนนด้านเนื้อสัมผัส ความนุ่ม และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ทดสอบไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าว่าขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งตัดแปรชนิด 028 ในอัตราส่วนส่วนต่างๆ เมื่อทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 – 11 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 วัน เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคว่ามีคุณภาพโดยรวมใกล้เคียงกับขนมเปียกปูนสด

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าคะแนนในการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสของขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งตัดแปรชนิด 028 เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 8 – 11 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 วัน

แป้งข้าวเจ้า:แป้งตัดแปร	คุณลักษณะของขนมเปียกปูน		
	เนื้อสัมผัส	ความนุ่ม	ความชอบรวม
4:0	3.53	3.60	3.53
3:1	3.67	3.20	5.40
2:2	3.00	2.93	2.93
1:3	3.53	3.40	3.60

จากตารางที่ 4.8 เมื่อนำค่าคะแนนที่ได้จากการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ค่าคะแนนด้านเนื้อสัมผัส ความนุ่ม และความชอบรวมของขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งตัดแปรชนิด 028 ในอัตราส่วน 4:0 และ 1:3 ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งตัดแปรชนิด 028 ในอัตราส่วน 1:3 เมื่อทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 – 11 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 วัน เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคว่ามีคุณภาพโดยรวมใกล้เคียงกับขนมเปียกปูนสด

จากตารางที่ 4.9 เมื่อนำค่าคะแนนที่ได้จากการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ค่าคะแนนด้านเนื้อสัมผัส ความนุ่ม และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบ ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วนต่างๆ เมื่อทำการเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 8-11 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 วัน เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคว่ามีคุณภาพโดยรวมใกล้เคียงกับขนมเปียกปูนสด

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าคะแนนในการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสของขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 8-11 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน

แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปร	คุณลักษณะของขนมเปียกปูน		
	เนื้อสัมผัส	ความนุ่ม	ความชอบรวม
4:0	4.40 <sup>a</sup>	4.60 <sup>a</sup>	4.60 <sup>a</sup>
3:1	2.26 <sup>b</sup>	2.53 <sup>b</sup>	2.53 <sup>b</sup>
2:2	1.80 <sup>b</sup>	1.87 <sup>c</sup>	1.87 <sup>c</sup>
1:3	4.40 <sup>a</sup>	4.47 <sup>a</sup>	4.20 <sup>a</sup>

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าคะแนนในการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 141 เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 8-11 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 วัน

แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปร	คุณลักษณะของขนมเปียกปูน		
	เนื้อสัมผัส	ความนุ่ม	ความชอบรวม
4:0	3.80	3.73	3.67
3:1	3.33	3.33	3.60
2:2	3.47	3.20	3.20
1:3	3.93	3.73	3.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.10 เมื่อนำค่าคะแนนที่ได้จากการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ค่าคะแนนด้านเนื้อสัมผัสและความนุ่มของขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วน 4:0 และ 1:3 ไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วน 1:3 เมื่อทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 – 11 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 วัน เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคว่ามีลักษณะเนื้อสัมผัสและความนุ่มใกล้เคียงกับขนมเปียกปูนสด

ดังนั้นจากผลการตรวจสอบหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ สรุปได้ว่าขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรทั้ง 2 ชนิด ในอัตราส่วน 1:3 เป็นสูตรที่ผู้บริโภครอบมากที่สุด

#### 4.3.2.2 ผลการตรวจสอบหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนที่ 2

เมื่อเปรียบเทียบขนมเปียกปูนสูตรมาตรฐานกับขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรทั้ง 2 ชนิด ในอัตราส่วน 1:3 ซึ่งได้คัดเลือกมาจากขั้นตอนที่ 1 โดยการตรวจสอบหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ได้ผลแสดงดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าคะแนนในการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัสของขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 141 เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 8 – 11 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 8 วัน

แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปร	คุณลักษณะของขนมเปียกปูน		
	เนื้อสัมผัส	ความนุ่ม	ความชอบรวม
4:0	4.40 <sup>a</sup>	4.60 <sup>a</sup>	4.60 <sup>a</sup>
3:1	2.07 <sup>b</sup>	2.53 <sup>b</sup>	2.33 <sup>c</sup>
2:2	2.33 <sup>b</sup>	2.13 <sup>b</sup>	1.60 <sup>d</sup>
1:3	4.47 <sup>a</sup>	4.60 <sup>a</sup>	4.13 <sup>b</sup>

จากตารางที่ 4.11 จำนวนผู้ทดสอบที่ได้จากการชิมขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และชนิด 141 เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าจากตาราง Probability in Triangle Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะต้องมีจำนวนผู้ทดสอบ 10 คนขึ้นไป จึงจะแสดงให้เห็นว่าอย่างมีความแตกต่าง

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และชนิด 141 เมื่อมีการเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 4 วัน ผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างของขนมเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปูนที่ใช้แบ่งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และชนิด 141 ในอัตราส่วน 1:3 ได้ แสดงว่าทั้ง 2 สูตรนี้มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ใกล้เคียงกับขนมเปียกปูนสดที่ใช้แบ่งสูตรมาตรฐาน นั่นคือถ้าต้องการที่จะเก็บรักษาขนมเปียกปูนไว้เพียง 4 วัน สามารถเลือกใช้แบ่งดัดแปรได้ทั้ง 2 ชนิด แต่เมื่อทำการเก็บรักษาขนมเปียกปูนไว้ 8 วัน ผู้ทดสอบสามารถแยกความแตกต่างของขนมเปียกปูนที่ใช้แบ่งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วน 1:3 ได้ว่าแตกต่างจากขนมเปียกปูนที่ใช้แบ่งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 ซึ่งแสดงว่าขนมเปียกปูนที่ใช้แบ่งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วน 1:3 เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 -11 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 วัน จะมีคุณภาพโดยรวมใกล้เคียงกับขนมเปียกปูนสดที่ใช้แบ่งสูตรมาตรฐาน

ตารางที่ 4.11 แสดงจำนวนผู้ทดสอบที่ตัดสินใจเลือกขนมเปียกปูนที่ใช้แบ่งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และชนิด 141 ในอัตราส่วน 1:3 เมื่อเปรียบเทียบกับขนมเปียกปูนสดมาตรฐานจากผู้ทดสอบทั้งสิ้น 15 คน

ระยะเวลาในการเก็บ ( วัน )	จำนวนผู้ทดสอบ ( คน )	
	แบ่งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปร 028	แบ่งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปร 141
4	6	9
8	2	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

การใช้แป้งดัดแปรทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนในสูตรการทำขนมเปียกปูนพบว่า คุณสมบัติการเกิดเจลของแป้งผสมที่ใช้แป้งข้าวเจ้ากับแป้งดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วน 1:3 จะเกิดได้เร็วที่สุดที่อุณหภูมิเฉลี่ย 69.05 องศาเซลเซียส ในเวลา 4.7 นาทีและยังให้ความหนืดสูงที่สุดที่ระดับ 431.46 RVU ( โดยเฉลี่ย ) เมื่อมีการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสและความหนืดสุดท้ายที่ระดับ 435.71 RVU ( โดยเฉลี่ย ) เมื่อมีการลดอุณหภูมิลงเหลือ 50 องศาเซลเซียส ค่าการคืนตัวเท่ากับ 4.25 ( โดยเฉลี่ย ) ซึ่งมีค่าต่ำที่สุดนั่นคือแสดงว่ามีการคืนตัวของเม็ดแป้งน้อย

ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมเปียกปูนที่ผลิตจากแป้งข้าวเจ้ากับแป้งดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วน 1:3 ที่ทำการเก็บรักษาไว้ 4 และ 8 วันตามลำดับ มีความใกล้เคียงกับขนมเปียกปูนสดมากที่สุด

ดังนั้นในการใช้แป้งดัดแปรทดแทนแป้งข้าวเจ้าบางส่วนในสูตรการทำขนมเปียกปูน จะใช้แป้งดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วน 1:3 จะให้คุณสมบัติใกล้เคียงกับสูตรมาตรฐานของการทำขนมเปียกปูนมากที่สุดและสามารถเก็บรักษาโดยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 8 -11 องศาเซลเซียส ได้ในเวลา 8 วันโดยมีการคืนตัวของเม็ดแป้งน้อย

## เอกสารอ้างอิง

- จรรย์ พานิชกุล . 2537 . แป้ง ( STARCH ) – การเปลี่ยนแปลงระหว่างการทำให้สุก  
วารสารจารย์พา . 1 ( 11 ) : 23 – 24.
- จรรย์ พานิชกุล . 2538 . แป้ง ( STARCH ) – การเปลี่ยนแปลงระหว่างการทำให้สุก  
วารสารจารย์พา . 2 ( 12 ) : 33 – 35.
- พนอจิต ธีฎมมงคลพงศ์ . 2531 . การแยกส่วนอัมัยโลสจากแป้งข้าวเจ้า . วิทยานิพนธ์.  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
130 หน้า.
- มปป . 2530 . สัทธิรมชาติ . อาหาร . 17 ( 3 ) : 192.
- ลัดนา ยังประสิทธิ์พร . 2532 . การใช้แป้งข้าวเจ้าพรีเจลาตีไนซ์ในขนมจีน . วิทยานิพนธ์.  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
157 หน้า.
- สายสนม ประดิษฐ์ดวง . 2528 . การปรับปรุงคุณสมบัติของแป้งดิบชนิดต่าง ๆ . รายงานผล  
การวิจัยประจำปีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 30 หน้า.
- อรพิน ภูมิภมร . ผลิตภัณฑ์จากแป้ง . รายงานสถานการณ์อุตสาหกรรม . กรมส่งเสริม  
อุตสาหกรรม ศูนย์บริการข้อมูลอุตสาหกรรมชนบท.
- Anthony , Colorado State University . 1990 . Food Additive Toxicology . Colorado :  
Colorado State University . 657 p.
- \_\_\_\_\_ . 1995 . Operation Manual for the Series 4 Rapid Visio Analyser .  
Newport Scientific Pty . Ltd . 89 p.

## ภาคผนวก ก

## คุณสมบัติของแป้งดัดแปร

แป้งดัดแปรที่นำมาใช้เพื่อการศึกษาในการทดลองนี้ ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท  
สำปะหลังพัฒนา จำกัด ซึ่งมีแป้งดัดแปร 2 ชนิดคือ

1. แป้งดัดแปรชนิด 141 เป็นแป้งดัดแปรชนิด Esterified – Cross – linked starch
  2. แป้งดัดแปรชนิด 028 เป็นแป้งดัดแปรชนิด Etherified - Cross – linked starch
- แป้งทั้ง 2 ได้รับการวิเคราะห์ผลทางเคมีมาแล้วจากบริษัทว่ามีสมบัติต่าง ๆ ดังตาราง ก1.

และ ก2.

ตารางที่ ก1 แสดงสมบัติทางเคมีของแป้งดัดแปรชนิด 028 และชนิด 141

สมบัติทางเคมี	แป้งดัดแปร	
	ชนิด 141	ชนิด 028
Moisture content , %	12.98	12.67
PH ( 10 % uncooked Solution )	5.63	6.72
Ash content , %	0.14	0.24
Sulphur Dioxide , ppm	5.44	Nil
Brabender viscosity , BU . ( 6 % ds . in distilled water )		
• at 95 °C	785	215
• at 95 °C , 30 min	850	350

ที่มา : บริษัท สำปะหลังพัฒนา จำกัด

ตารางที่ ก2 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติทั่วไปของแป้งมันสำปะหลังดัดแปร ชนิด 028 และชนิด 141

TDC FOOD TAPIOCA STARCHES	HEAT STABILITY *	SHEAR STABILITY *	FREEZE THAW STABILITY **	CLARITY ***	VISCOSITY *	TEXTURE	FUNCTIONAL PROPERTY
028 degree of substitution = 0.055	4	4	5	2	2	Short	Thickener , Stabilizer
141 degree of substitution = 0.020	2	2	4	2	2	short	Thickener , Stabilizer

NOTE : \* Numerical ranking between 1 and 5 compare function property .

The larger the number , the greater the property .

\*\* Freeze - thaw stability is ranked from 1 ( lowest ) to 7 ( highest )

\*\*\* Clarity is ranked from 1 ( lowest ) to 3 ( highest )

## ภาคผนวก ข

### Rapid Visco Analyser . ( RVA )

Rapid Visco Analyser . ( RVA ) เป็นเครื่องมือที่ใช้ เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติด้านต่างๆ ของแป้ง ซึ่งมีอุปกรณ์ประกอบเครื่องและวิธีการทดสอบดังนี้  
 อุปกรณ์ประกอบเครื่อง

#### 1. กระจกป้องกันและใบพัดสำหรับคน

ในการทดสอบจะต้องเปลี่ยนกระจกป้องกันทุกครั้ง กระจกป้องกันจะเบาและถูกดัดงอได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อน ดังนั้นในการใส่กระจกป้องกันลงใน RVA block จะต้องแน่ใจว่าใส่ถูกต้อง มิฉะนั้นเครื่องจะไม่ทำงาน

#### 2. ตัวอย่างที่นำมาทดสอบต้องมากกว่า 0.001 กรัม แต่ต้องไม่เกิน 4.00 กรัม

#### 3. เติมน้ำหรือบัฟเฟอร์ 25.0 มิลลิลิตร ( ± 0.1 มิลลิลิตร )

น้ำที่ใช้ต้องเป็นน้ำกลั่นหรือน้ำที่ไม่มีประจุของโลหะหนักใดๆ และสามารถชั่งแทนการใช้ปิเปตได้ ( 1.0 กรัม = 1.0 มิลลิลิตร ) ปริมาณน้ำที่เติมลงไปสามารถปรับเปลี่ยนได้ ตามปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในตัวอย่างหรือด้วยเหตุผลอื่นๆ

#### 4. ตะแกรงที่ใช้ร่อนตัวอย่างหลังการบด

ในการบดตัวอย่างให้เป็นผงเพื่อนำมาวิเคราะห์ด้วย RVA แนะนำให้ใช้เครื่อง Nowport Cereal Mill 6000 ตะแกรงที่ใช้ร่อนควรมีขนาด 0.1 – 0.5 มิลลิเมตร

ตัวอย่างที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 0.40 มิลลิเมตร ควรจะทำการบดหรือร่อนให้มีขนาดเล็กกลง เพราะขนาดของตัวอย่างมีความสำคัญในการทดสอบ

หมายเหตุ - การทดสอบตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบกัน ควรจะใช้เครื่องบดและตะแกรงร่อนชนิด

เดียวกันเพราะขนาดของตัวอย่างจะมีผลต่อ การวิเคราะห์ของเครื่อง RVA ซึ่งให้ทำให้ลักษณะของเส้นโค้งการเกิดเพสตีไม่สม่ำเสมอ

5 คอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ที่ใช้จะต้องเป็นชนิด minimum 4865 x 25 MHz กับ 4MB RAM จอชนิด VGA และ hard disk จะต้องมีส่วนที่ว่างสำหรับการลงโปรแกรม ThermoLine for Windows software เพื่อใช้กับเครื่อง RVA

### วิธีและขั้นตอนการทดสอบ

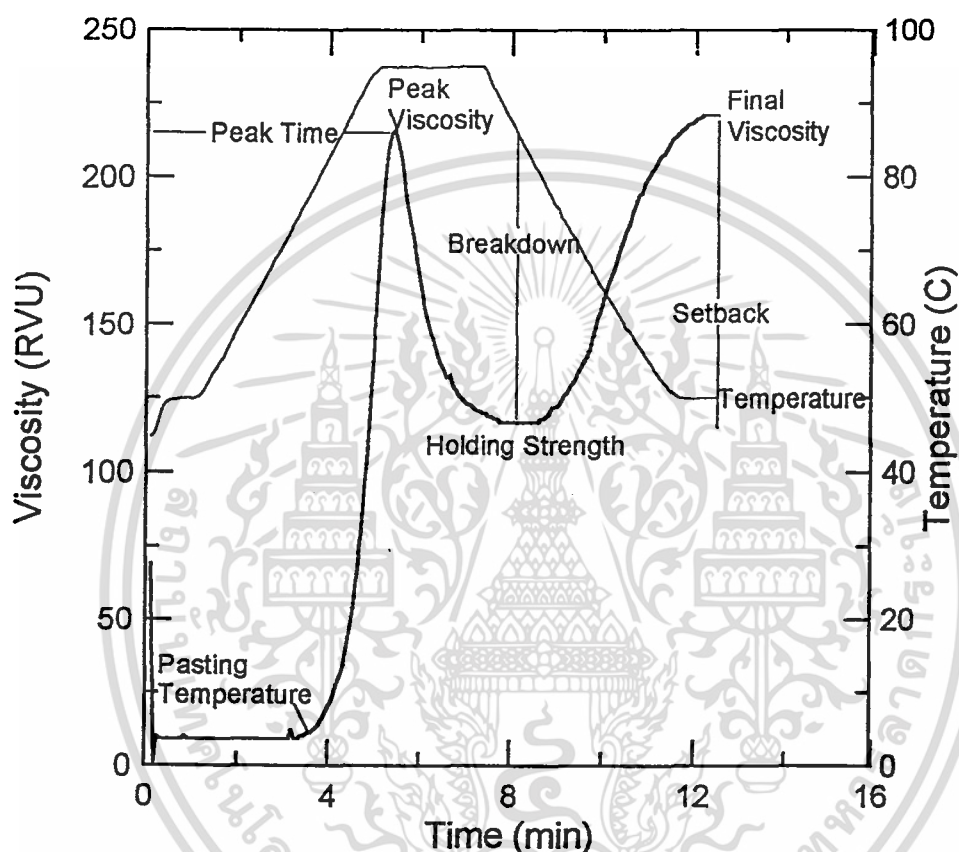
1. เปิดเครื่อง RVA เพื่ออุ่นเครื่องเป็นเวลา 30 นาที
2. เติมน้ำกลั่น  $25.00 \pm 0.05$  มิลลิเมตร ลงในกระป๋องเหล็ก
3. บดตัวอย่างที่ใช้ทดสอบด้วย Cyclotec 1093 หรือ Udy sample Mill ( ตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร ) ซึ่งน้ำหนัก  $3.00 \pm 0.01$  กรัม ( ความชื้น 12 % ) และเทลงบนผิวน้ำที่บรรจุอยู่ในกระป๋องเหล็ก
5. ใส่ใบพายสำหรับคนลงในกระป๋องเหล็กและกระแทกใบพายเบาๆให้ทั่วขึ้น - ลง ประมาณ 10 ครั้ง ถ้าหากว่ายังมีตัวอย่างจับเป็นก้อนอยู่บนผิวน้ำหรือติดอยู่ที่ใบพายให้กระแทกใบพายให้แรงขึ้นอีกครั้ง
6. ใส่ใบพายสำหรับคนลงในกระป๋องเหล็ก แล้ววางกระป๋องเหล็กลงในเครื่องมือ ซึ่งมีลักษณะเป็นหลุมลึกลงไปคล้ายท่อ เมื่อเครื่องเริ่มทำงานมันจะหมุนเหวี่ยงกระป๋องเหล็กด้วยมอเตอร์ จนกระทั่งเครื่องทำการวัดเสร็จเรียบร้อย จึงนำเอากระป๋องเหล็กออกและนำเอาตัวอย่างไปทิ้ง
7. บันทึกค่า pasting temperature , peak viscosity , time to peak , minimum viscosity และ final viscosity

### รูปแบบการทำงาน

Time	Type	Value
00 : 00 : 00	Temp	50
00 : 00 : 00	Speed	960
00 : 00 : 00	Speed	160
00 : 01 : 00	Temp	50
00 : 04 : 45	Temp	95
00 : 07 : 15	Temp	95
00 : 11 : 06	Temp	50

สิ้นสุดการทดสอบ : 00 : 12 : 30 นาที

ผลการวิเคราะห์ค่าความหนืดและคุณสมบัติของแป้งด้วยเครื่อง RVA แสดงในลักษณะเส้นโค้งของความหนืดที่ได้ในระหว่างการให้ความร้อนและการทำให้เย็นของแป้ง โดยทั่วไปจะแสดงในลักษณะของเส้นโค้งการเกิดเพสต์ (pasting curve) ดังภาพที่ ข1



ภาพที่ ข1 แสดงเส้นโค้งการเกิดเพสต์ที่ได้จากการวัดด้วยเครื่อง RVA โดยมีตัวแปรที่ใช้วัดตามปกติ

ที่มา : จารนัย (2538)

## ภาคผนวก ค

## Texture Analyser รุ่น TA – XT2

Texture Analyser รุ่น TA – XT2 เป็นเครื่องวัดลักษณะเนื้อของอาหารในด้านต่างๆ ซึ่งในการใช้เครื่องนี้เพื่อวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมเปียกปูน จะเลือกใช้วิธีการวัด ดังนี้

Option	: Return to Start
Pre – test Speed	: 2.0 mm / s
Test Speed	: 3.0 mm / s
Post – test Speed	: 10.0 mm / s
Distance	: 15 mm
Trigger Type	: Auto – 5 g
Data Acquisition Rate	: 200 pps

โดยเลือกใช้หัววัด ชนิด 75 mm compression platen

ในการทดลองจะทำการวัด 3 ซ้ำ ซึ่งค่าแรงกดสูงสุดที่วัดได้ในแต่ละครั้งแสดงดังตารางที่

ค1

ตารางที่ ค1 แสดงค่าแรงกดสูงสุดของการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของขนมเปียกปูนที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 8 – 11 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 และ 8 วันตามลำดับ

สูตรแป้งผสมที่ใช้ในสัดส่วนต่างๆ		ค่าแรงกดสูงสุดหน่วยเป็นกรัม	
ชนิดของแป้ง	อัตราส่วน *	ขนมเปียกปูนเก็บไว้ 4 วัน	ขนมเปียกปูนเก็บไว้ 8 วัน
แป้งดัดแปร ชนิด 028	3 : 1	5757.9	7259.7
		5718.0	7760.4
		5865.4	7392.4
		เฉลี่ย 5780.4333	เฉลี่ย 7372.8333
	2 : 2	5430.3	6391.4
		5457.2	6298.5
		5621.6	5985.9
		เฉลี่ย 5519.7000	เฉลี่ย 6225.2667
	1 : 3	4004.0	4820.0
		3834.9	4849.1
		3768.6	4460.2
		เฉลี่ย 3869.1667	เฉลี่ย 4709.9667
แป้งดัดแปร ชนิด 141	3 : 1	7005.9	8589.2
		6616.9	8481.1
		7632.1	7902.4
		เฉลี่ย 7084.9667	เฉลี่ย 8324.2383
	2 : 2	4073.3	5429.2
		4321.2	4722.3
		4192.1	5192.4
		เฉลี่ย 4195.7000	เฉลี่ย 5114.5667
	1 : 3	2308.1	2993.2
		2473.4	3161.5
		2171.3	2473.3
		เฉลี่ย 2317.5000	เฉลี่ย 2876.0000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค1 (ต่อ)

สูตรแป้งผสมที่ใช้ในสัดส่วนต่างๆ		ค่าแรงกดสูงสุดหน่วยเป็นกรัม	
ชนิดของแป้ง	อัตราส่วน *	ขนมเปียกปูนเก็บไว้ 4 วัน	ขนมเปียกปูนเก็บไว้ 8 วัน
แป้งสูตร มาตรฐาน	4:0	7280.4	10761.9
		7183.6	11598.7
		6985.6	10712.2
		เฉลี่ย 7149.866	เฉลี่ย 11024.267

\* อัตราส่วนที่ใช้แป้งข้าวเจ้า : แป้งดัดแปร

ตารางที่ ค2 แสดงค่าแรงกดสูงสุดของการวัดขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งสูตรมาตรฐานทำ  
รับประทานในวันเดียว

การวัดครั้งที่	ค่าแรงกดสูงสุดหน่วยเป็นกรัม
1	2301.6
2	2073.8
3	1239.5
เฉลี่ย	1871.6333

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ง1

แบบทดสอบประเมินผลทางประสาทสัมผัส  
แบบ Hedonic scale

ผลิตภัณฑ์.....

ชื่อผู้ชิม.....

ชุดที่.....วันที่.....

ข้อปฏิบัติในการชิม

1. ชิมตัวอย่างโดยเรียงลำดับจากซ้ายไปขวา
2. ทดสอบคุณลักษณะของตัวอย่าง เปรียบเทียบกับทั้งหมดและพิจารณาว่าคุณลักษณะของตัวอย่างที่ต้องการ เมื่อชิมแล้วให้คะแนนอย่างไร
3. ในระหว่างการชิมรสแต่ละตัวอย่าง ใช้น้ำล้างปากเพื่อป้องกันการสับสนระหว่างตัวอย่าง
4. คุณลักษณะที่ต้องการของผลิตภัณฑ์คือ เนื้อสัมผัส ความนุ่ม ความชอบรวม
5. พิจารณาคะแนนจาก 1 - 5 โดยแบ่งคะแนนตาม
  1. ไม่ชอบมาก
  2. ไม่ชอบ
  3. เฉยๆ
  4. ชอบ
  5. ชอบมาก

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง			
เนื้อสัมผัส				
ความนุ่ม				
ความชอบรวม				

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ตารางที่ 11 คะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสของขนมเปียก  
ปุ่นสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และ 141 ในอัตราส่วนต่างๆ  
เมื่อเก็บไว้ 4 วัน

ลำดับ	แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรชนิด 028				แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรชนิด 141			
	4:0 *	3:1	2:2	1:3	4:0 *	3:1	2:2	1:3
1	5	3	3	4	5	3	3	4
2	5	3	1	4	5	2	2	4
3	4	1	2	3	5	3	3	4
4	5	4	3	3	5	4	4	4
5	2	5	4	4	4	3	3	5
6	4	4	3	5	4	3	3	5
7	2	4	3	3	2	4	4	3
8	4	3	3	4	4	3	3	4
9	4	3	3	3	4	2	2	3
10	2	3	4	4	2	3	3	4
11	5	3	3	3	5	3	3	3
12	2	4	3	2	3	3	4	3
13	4	5	3	2	5	5	5	5
14	3	5	3	4	3	5	4	3
15	1	3	3	5	1	4	5	5
$\sum x$	52	53	44	53	57	50	52	59
X	3.4	3.5	2.9	3.5	3.8	3.3	3.4	3.9

\* ขนมเปียกปุ่นสดที่ใช้สูตรมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 คะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความนุ่มของขนมเปียกปูนสูตร  
ที่ใช้ แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และ 141 ในอัตราส่วนต่างๆ เมื่อ  
เก็บไว้ 4 วัน

ลำดับ	แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรชนิด 028				แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรชนิด 141			
	4:0 *	3:1	2:2	1:3	4:0 *	3:1	2:2	1:3
1	5	3	3	4	5	3	3	4
2	5	3	1	4	5	2	3	4
3	5	1	2	3	5	2	1	3
4	5	4	3	3	5	3	4	4
5	3	4	4	5	4	5	4	4
6	2	3	2	4	2	3	4	5
7	2	4	3	2	2	4	3	3
8	4	2	2	4	4	2	2	4
9	5	3	4	3	5	3	3	4
10	2	2	4	4	2	4	3	4
11	4	3	3	3	4	3	3	3
12	2	4	3	2	3	2	4	3
13	5	4	3	2	5	4	4	3
14	4	5	3	3	4	5	5	3
15	1	3	4	5	1	3	4	5
$\Sigma x$	54	48	44	51	56	48	50	56
X	3.6	3.2	2.9	3.4	3.7	3.2	3.3	3.7

\* ขนมเปียกปูนสดที่ใช้สูตรมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 คะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบรวมของขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้ แบ่งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และ 141 ในอัตราส่วนต่างๆ เมื่อเก็บไว้ 4 วัน

ลำดับ	แบ่งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรชนิด 028				แบ่งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรชนิด 141			
	4:0 *	3:1	2:2	1:3	4:0 *	3:1	2:2	1:3
1	5	3	3	4	5	3	3	4
2	5	3	1	4	5	2	3	4
3	5	1	2	4	5	3	1	4
4	5	4	3	3	5	4	4	4
5	2	4	4	5	4	5	4	5
6	2	4	3	5	2	4	3	5
7	2	4	3	2	2	4	3	3
8	4	2	2	4	4	2	2	4
9	4	2	3	2	4	3	2	3
10	2	3	4	4	2	4	3	4
11	5	4	4	4	5	4	4	4
12	2	4	3	2	3	3	4	3
13	4	5	3	2	5	4	4	4
14	4	5	3	4	3	5	4	3
15	2	3	3	5	1	4	4	5
$\Sigma x$	53	51	44	54	55	54	48	59
X	3.5	3.4	2.9	3.6	3.6	3.6	3.2	3.9

\* ขนมเปียกปูนสดที่ใช้สูตรมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 คะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านเนื้อสัมผัสของขนมเปียก  
ปุ่นสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และ 141 ในอัตราส่วนต่างๆ  
เมื่อเก็บไว้ 8 วัน

ลำดับ	แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรชนิด 028				แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรชนิด 141			
	4:0 *	3:1	2:2	1:3	4:0 *	3:1	2:2	1:3
1	5	4	3	4	5	4	3	5
2	4	2	2	4	4	1	2	5
3	4	2	1	5	4	1	2	4
4	4	3	1	5	4	1	2	4
5	5	2	1	4	5	1	3	4
6	5	3	2	4	5	2	3	4
7	4	3	2	5	4	2	1	5
8	3	2	3	4	3	2	2	4
9	4	2	1	5	4	3	2	5
10	4	1	1	5	4	2	3	5
11	5	2	2	4	5	3	3	4
12	5	1	2	4	5	4	3	4
13	5	3	2	4	5	2	2	5
14	4	2	1	4	4	1	2	4
15	5	2	3	5	5	2	2	5
$\Sigma x$	66	34	27	66	66	31	35	67
X	4.4	2.2	1.8	4.4	4.4	2.0	2.3	4.4

\* ขนมเปียกปุ่นสดที่ใช้สูตรมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 คะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความนุ่มของขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้ แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และ 141 ในอัตราส่วนต่างๆ เมื่อเก็บไว้ 8 วัน

ลำดับ	แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรชนิด 028				แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรชนิด 141			
	4:0 *	3:1	2:2	1:3	4:0 *	3:1	2:2	1:3
1	4	2	3	4	4	3	3	4
2	5	2	2	5	5	3	3	4
3	5	2	2	4	5	3	2	5
4	4	3	2	5	4	2	2	5
5	4	3	2	4	4	3	2	5
6	4	4	2	4	4	2	2	5
7	5	1	1	5	5	2	2	4
8	5	3	2	5	5	2	1	4
9	5	3	3	4	5	3	1	5
10	4	3	3	5	4	4	3	5
11	5	4	2	4	5	1	3	4
12	5	2	1	5	5	3	2	5
13	4	2	1	4	4	2	1	4
14	5	2	1	5	5	2	3	5
15	5	2	1	4	5	3	2	5
$\Sigma x$	69	38	28	67	69	38	32	69
X	4.6	2.5	1.8	4.0	4.6	2.5	2.1	4.6

\* ขนมเปียกปูนสดที่ใช้สูตรมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 คะแนนของการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบรวมของขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้ แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 และ 141 ในอัตราส่วนต่างๆ เมื่อเก็บไว้ 8 วัน

ลำดับ	แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรชนิด 028				แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรชนิด 141			
	4:0 *	3:1	2:2	1:3	4:0 *	3:1	2:2	1:3
1	5	3	2	4	5	3	2	4
2	4	2	2	4	4	2	1	4
3	4	3	3	5	4	2	1	4
4	5	4	3	5	5	2	1	4
5	4	3	2	4	4	2	1	3
6	4	3	2	4	4	2	1	3
7	5	2	1	4	5	2	2	4
8	5	2	2	4	5	2	2	5
9	4	3	2	5	4	3	2	5
10	5	2	2	5	5	3	3	5
11	5	2	1	3	5	2	2	5
12	5	2	1	3	5	3	2	4
13	4	2	2	5	4	3	2	4
14	5	3	1	4	5	2	1	4
15	5	2	2	4	5	2	1	4
$\sum x$	69	38	28	63	69	35	24	62
X	4.6	2.5	1.6	4.2	4.6	2.3	1.6	4.1

\* ขนมเปียกปูนสดที่ใช้สูตรมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์คุณลักษณะในด้านต่างๆของขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้ง  
ดัดแปรชนิด 028 ในอัตราส่วนต่างๆ ที่เก็บไว้เป็นระยะเวลา 4 วัน

## ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F*	Sig.
ACCEPT	Between Groups	51.067	3	17.022	1.008	.396
	Within Groups	945.867	56	16.890		
	Total	996.933	59			
SOFT	Between Groups	3.650	3	1.217	.994	.402
	Within Groups	68.533	56	1.224		
	Total	72.183	59			
TEXTURE	Between Groups	3.933	3	1.311	1.340	.271
	Within Groups	54.800	56	.979		
	Total	58.733	59			

Significant at 5 % level

\* Fcal = เป็นค่า F ที่ได้จากคำนวณ

Ftable = เป็นค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง = 2.774

เพราะฉะนั้น  $F_{cal} < F_{table}$  แสดงว่าขนมเปียกปูนสดสูตรมาตรฐานและขนมเปียกปูน  
สูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 ในอัตราส่วน 3:1 2:2 และ 1:3 ที่เก็บรักษาไว้  
เป็นเวลา 4 วัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ลักษณะเนื้อสัมผัส

RATIO	N	Subset for alpha = .05
		1
2:2	15	3.0000
4:0	15	3.5333
1:3	15	3.5333
3:1	15	3.6667
Sig.		.097

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ความนุ่ม

RATIO	N	Subset for alpha = .05
		1
2:2	15	2.9333
3:1	15	3.2000
1:3	15	3.4000
4:0	15	3.6000
Sig.		.138

## ความชอบรวม

RATIO	N	Subset for alpha = .05
		1
2:2	15	2.9333
1:3	15	3.5333
4:0	15	3.6000
3:1	15	5.4000
Sig.		.140

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยคะแนนที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์คุณลักษณะในด้านต่างๆของขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้ง  
ดัดแปรชนิด 028 ในอัตราส่วนต่างๆ ที่เก็บไว้เป็นระยะเวลา 8 วัน

## ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F*	Sig.
ACCEPT	Between Groups	77.133	3	25.711	67.072	.000
	Within Groups	21.467	56	.383		
	Total	98.600	59			
SOFT	Between Groups	85.133	3	28.378	64.079	.000
	Within Groups	24.800	56	.443		
	Total	109.933	59			
TEXTURE	Between Groups	85.650	3	28.550	60.256	.000
	Within Groups	26.533	56	.474		
	Total	112.183	59			

Significant at 5 % level

\* Fcal = เป็นค่า F ที่ได้จากคำนวณ

Ftable = เป็นค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง = 2.774

เพราะฉะนั้น  $F_{cal} < F_{table}$  แสดงว่าขนมเปียกปูนสดสูตรมาตรฐานและขนมเปียกปูน  
สูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 028 ในอัตราส่วน 3:1 2:2 และ 1:3 ที่เก็บรักษาไว้  
เป็นเวลา 8 วัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ลักษณะเนื้อสัมผัส

RATIO	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
2:2	15	1.8000	
3:1	15	2.2667	
4:0	15		4.4000
1:3	15		4.4000
Sig.		.069	1.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ความนุ่ม

RATIO	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
2:2	15	1.8667		
3:1	15		2.5333	
1:3	15			4.4667
4:0	15			4.6000
Sig.		1.000	1.000	.585

## ความชอบรวม

RATIO	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
2:2	15	1.8667		
3:1	15		2.5333	
1:3	15			4.2000
4:0	15			4.6000
Sig.		1.000	1.000	.082

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยคะแนนที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์คุณลักษณะในด้านต่างๆของขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้ง  
ดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วนต่างๆ ที่เก็บไว้เป็นระยะเวลา 4 วัน

## ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F*	Sig.
ACCEPT	Between Groups	4.133	3	1.378	1.324	.276
	Within Groups	58.267	56	1.040		
	Total	62.400	59			
SOFT	Between Groups	3.400	3	1.133	1.030	.386
	Within Groups	61.600	56	1.100		
	Total	65.000	59			
TEXTURE	Between Groups	3.533	3	1.178	1.169	.330
	Within Groups	56.400	56	1.007		
	Total	59.933	59			

Significant at 5 % level

\* Fcal = เป็นค่า F ที่ได้จากคำนวณ

Ftable = เป็นค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง = 2.774

เพราะฉะนั้น  $F_{cal} < F_{table}$  แสดงว่าขนมเปียกปูนสดสูตรมาตรฐานและขนมเปียกปูน  
สูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วน 3:1 2:2 และ 1:3 ที่เก็บรักษาไว้  
เป็นเวลา 4 วัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ลักษณะเนื้อสัมผัส

RATIO	N	Subset for alpha = .05
		1
3:1	15	3.3333
2:2	15	3.4667
4:0	15	3.8000
1:3	15	3.9333
Sig.		.141

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ความนุ่ม

RATIO	N	Subset for alpha = .05
		1
3:1	15	3.2000
2:2	15	3.3333
4:0	15	3.7333
1:3	15	3.7333
Sig.		.211

## ความชอบรวม

RATIO	N	Subset for alpha = .05
		1
3:1	15	3.2000
2:2	15	3.6000
4:0	15	3.6667
1:3	15	3.9333
Sig.		.076

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยคะแนนที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์คุณลักษณะในด้านต่างๆของขนมเปียกปูนที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับ แป้งดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วนต่างๆ ที่เก็บไว้เป็นระยะเวลา 8 วัน

## ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F*	Sig.
ACCEPT	Between Groups	92.067	3	30.689	94.083	.000
	Within Groups	18.267	56	.326		
	Total	110.333	59			
SOFT	Between Groups	78.267	3	26.089	64.455	.000
	Within Groups	22.667	56	.405		
	Total	100.933	59			
TEXTURE	Between Groups	75.383	3	25.128	47.539	.000
	Within Groups	29.600	56	.529		
	Total	104.983	59			

Significant at 5 % level

\* Fcal = เป็นค่า F ที่ได้จากคำนวณ

Ftable = เป็นค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง = 2.774

เพราะฉะนั้น  $F_{cal} < F_{table}$  แสดงว่าขนมเปียกปูนสดสูตรมาตรฐานและขนมเปียกปูนสูตรที่ใช้แป้งข้าวเจ้าผสมกับแป้งดัดแปรชนิด 141 ในอัตราส่วน 3:1 2:2 และ 1:3 ที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลา 8 วัน ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ลักษณะเนื้อสัมผัส

RATIO	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
3:1	15	2.0667	
2:2	15	2.3333	
4:0	15		4.4000
1:3	15		4.4667
Sig.		.319	.803

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ความนุ่ม

RATIO	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
2:2	15	2.1333	
3:1	15	2.5333	
4:0	15		4.6000
1:3	15		4.6000
Sig.		.091	1.000

## ความชอบรวม

RATIO	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
2:2	15	1.6000			
3:1	15		2.3333		
1:3	15			4.1333	
4:0	15				4.6000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยคะแนนที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ง2

## แบบทดสอบประเมินผลทางประสาทสัมผัส

## แบบ Triangle tset

ผลิตภัณฑ์.....

ชื่อผู้ชิม.....

จุดที่.....วันที่.....

## ข้อปฏิบัติในการชิม

1. พิจารณาคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในภาตทั้ง 3 ตัวอย่าง เปรียบเทียบกันโดยการ  
เคี้ยวและสัมผัส
2. วงกลมรอบหมายเลขของผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะที่ต้องการเหมือนกัน
3. คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการคือ.....

รหัสตัวอย่าง

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ประวัติผู้เขียน

นางสาวชนิษฐา เวชวงษ์ เกิดวันที่ 5 กรกฎาคม 2519 ภูมิลำเนาเดิมอยู่ที่จังหวัดลำปาง สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงจากสถาบันราชมนฑล วิทยาเขตเทคนิค กรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ. 2540 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรม) จากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2542

นางสาวณัฐชา กิตถารเมธี เกิดวันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2520 ภูมิลำเนาเดิมอยู่ที่จังหวัด กรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงจากสถาบันราชมนฑล วิทยาเขตโชติเวช ในปี พ.ศ. 2540 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรม) จากภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2542



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้