การทดแทนแป้งข้าวเจ้าด้วยแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหารนึ่ง

SUBSTITUTION OF REDUCED GLYCEMIC INDEX RICE FLOUR IN STEAMED FOODS

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรมอาหาร
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2561

KMITL-2018-11-M-055-001

การทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหารนึ่ง

SUBSTITUTION OF REDUCED GLYCEMIC INDEX RICE FLOUR IN STEAMED FOODS

ชนากานต์ จันทร์ศิลา

CHANAKAN JANCILA

b00265770
TM00057

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AI-M-055-301

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE STUDY ON SUBSTITUTION OF LOW GLYCEMIC INDEX RICE FLOUR IN STESMED FOODS

CHANAKAN JANCILA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN IN FOOD SERVICE AND CATERING TECHNOLOGY

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL-2018-AI-M-055-301

COPYRIGHT 2018

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหารนึ่ง

SUBSTITUTION OF REDUCED GLYCEMIC INDEX RICE FLOUR IN STEAMED FOODS

ชื่อนักศึกษา นางสาวชนากานต์ จันทร์ศิลา

รหัสประจำตัว 56608043

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.นภัสรพี เหลืองสกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.นภัสรพี เหลืองสกุล	
รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม	
ผศ.ดร.ยุพร พืชกมุทร	
รศ.ดร.ระติพร มูลสาร	

วัน / เดือน/ ปีที่สอบ 18 มิถุนายน 2561 เวลา 16.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง A 302 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 19 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การทดแทนแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำใน ผลิตภัณฑ์อาหารนึ่ง
นักศึกษา	นางสาวชนากานต์ จันทร์ศิลา
รหัสประจำตัว	56608043
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ. ดร. นภัสรพี เหลืองสกุล

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการบริโภคอาหารของคนไทยเปลี่ยนแปลงไปตามวิถีชีวิตที่เปลี่ยนไปสภาพตามสังคม ส่งผลให้พฤติกรรมการบริโภคอาหารเปลี่ยนไป จนทำให้เกิดปัญหาสุขภาพตามมาโดยโรคที่พบมากที่สุดในประชากรไทย เป็นอันดับต้นๆคือโรคเบาหวาน โดยโรคเบาหวานอาจมีสาเหตุเกิดจากพันธุกรรมหรือพฤติกรรมการบริโภค ทำให้ร่างกายเกิดภาวะที่ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลให้เป็นปกติได้ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ ในอนาคตได้ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลต่ำในผลิตภัณฑ์อาหารนึ่ง โดยศึกษาการทดแทนแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล อัตราส่วน 100:0, 60:40, 50:50 และ 40:60 ในผลิตภัณฑ์อาหารนึ่ง 5 ชนิด ได้แก่ ขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไรและขนมทราย โดยวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ด้วยการวิเคราะห์แบบ Texture Profile Analysis (TPA) พบว่าเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ชนิด จะมีค่าความแข็ง (hardness) เพิ่มสูงขึ้น แต่ค่าแรงในการเกาะพื้นผิว (adhesiveness) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) และค่าแรงในการเกาะตัว (cohesiveness) มีค่าลดลง ในด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดโดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบ 5 – point hedonic scale ในอัตราส่วนแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ 60:40 ในทุกผลิตภัณฑ์ และการประเมินความพอดี (Just About Right, JAR) ผู้ทดสอบประเมินร้อยละความพอดีมากที่สุดในด้านการกัดขาด ความนุ่ม ความเหนียวของแป้ง ในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ 60:40 ในผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมทราย สำหรับในผลิตภัณฑ์ขนมเรไรผู้ทดสอบประเมินร้อยละความพอดีในการกัดขาด ความนุ่ม ความเหนียวของแป้ง อยู่เกณฑ์น้อยเกินไป และขนมเรไรยังขาดความคงตัวของเส้น เส้นขนมเรไรมีลักษณะขาดง่าย และไม่เรียบเนียน ผู้ทดสอบจึงนำผลิตภัณฑ์ขนมเรไรมาทำการปรับปรุงโดยใช้ สารไฮโดรคอลลอยด์ 1 และ สารไฮโดรคอลลอยด์ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปริมาณร้อยละ 0.5 และ 1.0 พบว่า เส้นของขนมเรไรที่มีการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 2 ชนิด มีความคงตัวมากขึ้น มีลักษณะเส้นที่ยาวมากขึ้นไม่ขาดออกจากกัน และเส้นขนมเรไรมีผิวที่เรียบเนียนและกลมสวยมากขึ้น แต่ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ 1 นั้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรมีลักษณะที่แข็งกว่าขนมเรไรที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ดังนั้นผู้ทดสอบจึงชอบผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ร้อยละ 0.5 มากสุดที่ ซึ่งอยู่ในระดับที่ชอบมากนอกจากนี้ผู้ทดสอบให้การประเมินร้อยละความพอดีมากที่สุดในด้านการกัดขาด ความนุ่ม และความเหนียวของแป้งมากที่สุดในผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่เติม สารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ในปริมาณร้อยละ 0.5 เช่นกัน สำหรับ การวิเคราะห์ค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิดพบว่า ค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ชนิด มีร้อยละค่าดัชนีน้ำตาลที่ลดลงร้อยละ 5.63 ถึง 9.76 และ ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่มีการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 2 ชนิดไม่มีผลต่อค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Substitution reduced glycemic index rice flour to native rice flour in steamed foods
Student	Miss Chanakan Jancila
Student ID.	56608043
Degree	Master of Science
Program	Food Service and Catering Technology
Year	2018
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Napathrapi Luangsakul

ABSTRACT

Nowadays, food consumption of Thai people has changed according to the changing of social life styles. As a result, food consumption behavior has also changed, and it follows which can cause many health problems. Diabetes is the disease that is found most in the world including Thailand. It caused by heredity and consumption food. Diabetes is the disease that makes body unable to control glucose level. It can lead to many chronic and severe diseases. Consumption of low glycemic index (GI) food can control and reduce the risk of diabetes. This research aimed to study the substitution of the two types of reduced- glycemic index rice flour in five kind of steamed food products to low glycemic index. Hommali reduced-glycemic index rice flour (HREGI) and Saohai reduced-glycemic index rice flour (SREGI) rice flour were used in the study. The ratio of native rice flour and HREGI or SREGI were 100:0, 60:40, 50:50 and 40:60 while were used to study the effects of quality of doughs and products of Chinese chive dimpling (Gui-Chai), steamed flower-shaped rice dumpling (Chor-Muang), steamed bird-shaped rice dumpling (Kanom-Jeep-Thai), rice thread (Ray-Rai), rice sandy (Kanom-Kee-Nu). Texture Profile, color and sensory qualities increasing of the reduced-glycemic index rice flour increased the hardness but reduced the adhesiveness, springiness and cohesiveness of all doughs and product. For sensory test, panelists rate overall liking by using 5– point hedonic scale on the ratio of native and reduced-glycemic index rice flour at 60:40 to be much like for all five products. For Just About Right (JAR) test, panelist rated the most percentage of JAR on biteness, tenderness and stickiness on Gui-Chai, Chor-muang, Knom-Jeeb-Thai and Kanom-Kee-Nu made from the substitution of the reduced-glycemic index

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

rice flour of 40 percentage of the native rice flours. However, the Jar' s percentage of Ray-Rai on biteness, tenderness and stickiness were to small Ray-Rai lacked the stability to hold its shapes, easily-torn apart. Its thread didn't have smooth surface. Hence, further study was to improve the text of reduced-glycemic index Ray-Rai by using hydrocolloid 1 and hydrocolloid 2 (0.5 and 1.0 percentage of total flour). It was found that both hydrocolloids could improve Ray-Rai texture to be longer thread, more stable and had smoother surface. However, hydrocolloid 1 made Ray-Rai getting harder than that was added by hydrocolloid 2. As a result, panelists liked much on Ray-Rai substituted with the reduced-glycemic index rice flour adding 0.5 percentage hydrocolloid 2 JAR results also exhibited Ray-Rai substituted reduced-glycemic index rice flour adding 0.5 percentage having the most just about right percent on biteness, tenderness and stickiness. As for glycemic index value, it was found that glycemic index value steamed product de creased glycemic index value of 5.63-9.76 percentage from their counterpart products. The improved Ray-Rai with hydrocolloid 2 had glycemic index value not significant from the nonimproved one.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร. นภัสรพี เหลืองสกุล ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะ ช่วยแก้ปัญหา จนการแก้ไขวิทยานิพนธ์นี้ถูกต้องและเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้กำลังใจ ให้ความรู้และร่วมแบ่งปันประการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า ด้วยความปรารถนาดีเสมอมา ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม คณบดี คณะอุตสาหกรรมเกษตร ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เป็นประธานในการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึงรองศาสตราจารย์ ดร. ระติพร มูลสาร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ยุพร พืชกมุทร ที่กรุณาสละเวลามาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำปรึกษา ชี้แนะ จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานทุกท่านในสถาบัน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือใน รวมถึงการอำนวยความสะดวกด้านการประสานงานต่างๆ จากเจ้าหน้าที่บัณฑิตศึกษา ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอบคุณนางสาววลีพร วสิกรัตน์ ที่คอยสนับสนุนและสละเวลาเพื่อช่วยเหลือข้าพเจ้าในการทำงานทุกๆอย่าง รวมถึงเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆในคณะอุสาหกรรมเกษตร ทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ในยามที่มีปัญหาและต้องการความช่วยเหลือ และขอขอบคุณสมาชิกในห้องวิจัย A22 ทุกคนที่ช่วยให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ในทุกๆด้าน โดยเฉพาะ นางสาวกรรณิการ์ กุลยะนี (พี่อ้อม) และนาสาวอรวรา ฤทธิ์อุดมพล (น้องฝ้าย) ที่คอยเป็นพี่เลี้ยงตลอดจนการทำวิทยานิพนธ์นี้เสร็จสิ้น

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณกมลชนก พุฒวันเพ็ญ (มารดา) คุณชมพูนุท จันทร์ศิลา (น้องสาว) ครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจสำคัญในการทำวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าด้วยดีเสมอมา และ ดร.เศรษฐี จันทร์ศิลา บิดาของข้าพเจ้าที่ล่วงลับไปแล้ว ที่เป็นต้นแบบในด้านการศึกษาและเป็นต้นแบบของความมุ่งมั่น ความทุ่มเทในการทำงาน และเป็นผู้สนับสนุนทุนทรัพย์ให้ข้าพเจ้าตลอดจนการศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นวิทยานิพนธ์เล่มนี้ผู้วิจัยขอน้อมรับผิดแต่เพียงผู้เดียว และยินดีรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

ชนากานต์ จันทร์ศิลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง VIII

สารบัญภาพ XII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3

1.3 ขอบเขตงานวิจัย 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 อาหารว่าง 5

2.2 อาหารว่างประเภทนึ่ง 6

2.3 กลไกลการนึ่ง 9

2.4 ประเภทของแป้งแบ่งตามอัตราการย่อย 10

2.5 แป้งทนย่อย 11

2.6 ค่าดัชนีน้ำตาล 12

2.7 ไฮโดรคอลลอยด์ 15

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20

บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง 23

3.1 วัตถุดิบ 23

3.2 อุปกรณ์เครื่องมือ 23

3.3 ชุดวิเคราะห์ปริมาณสตาร์ชทนย่อย 24

3.4 วิธีการทดลอง 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 36

4.1 ผลของแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลทดแทนในขนกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทราย ต่อคุณทางกายภาพ และคุณภาพทางประสารทสัมผัส 36

4.2 ผลการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์นึ่งที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ปรับปรุงสารไฮโรคอลลอยด์ 87

บทที่ 5 สรุปผลการทอลองและข้อเสนอแนะ 97

5.1 สรุปผลการทดลอง 97

5.2 ข้อเสนอแนะ 98

บรรณานุกรม 100

ภาคผนวก 104

ภาคผนวก ก. การวิเคราะห์กายภาพ และทางเคมี 105

ภาคผนวก ข. ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารนึ่ง 5 ชนิด 110

ภาคผนวก ค. ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ 115

ภาคผนวก ง. แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 117

ประวัติผู้เขียน 129

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 หน้าที่ของไฮโดรคอลลอยด์..... 16
ตารางที่ 3.1 ปริมาณส่วนผสมของผลิตภัณฑ์อาหารว่าง..... 25
ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งของขนมกุยช่ายที่ทดแทน
แป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล..... 37
ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสโดหลังนึ่งของขนมกุยช่ายจากแป้ง
ข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล..... 39
ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าสีโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมกุยช่ายที่ทดแทน
แป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล..... 40
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆ
ของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้
ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยการประเมินแบบ 5 – point hedonic scale (N=30)..... 42
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมกุยช่าย
ที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี
(Just about right, JAR) (N=30)..... 44
ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมกุยช่าย
ที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี
(Just about right, JAR) (N=30)..... 45
ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดหลังนึ่งของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้ง
ข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล..... 47
ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสโดหลังนึ่งของขนมช่อม่วงจากแป้ง
ข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล..... 49
ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ค่าสีโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้ง
ข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล..... 51
ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆของ
ผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้ง
ข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยการประเมินแบบ
5 – point hedonic scale (N=30)..... 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมช่อม่วง ที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)..... 54

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมช่อม่วง ที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)..... 55

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งของขนมจีบไทยจากแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล..... 58

ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสโดหลังนึ่งของขนมจีบไทยจากแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล..... 59

ตารางที่ 4.15 ผลวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยจากแป้งข้าวหอมมะลิก่อนนึ่งและหลังนึ่ง..... 61

ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยการประเมินแบบ 5 – point hedonic scale (N=30)..... 64

ตารางที่ 4.17 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมจีบไทย ที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)..... 64

ตารางที่ 4.18 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมจีบไทย ที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)..... 65

ตารางที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งของขนมเรไรจากแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล..... 67

ตารางที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสโดหลังนึ่งของขนมเรไรจากแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล..... 69

ตารางที่ 4.21 ผลการวิเคราะห์ค่าสีโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล..... 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.22 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยการประเมินแบบ 5 – point hedonic scale (N=30)..... 72

ตารางที่ 4.23 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)..... 73

ตารางที่ 4.24 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)..... 74

ตารางที่ 4.25 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)..... 76

ตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสแป้งผสมหลังนึ่งของขนมทรายจากแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล..... 78

ตารางที่ 4.27 ผลวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมทรายจากแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ ก่อนนึ่งและหลังนึ่ง..... 80

ตารางที่ 4.28 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยการประเมินแบบ 5 – point hedonic scale (N=30)..... 81

ตารางที่ 4.29 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสด้านความนุ่มของขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)..... 82

ตารางที่ 4.30 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสด้านความนุ่มของขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)..... 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.31 ผลการวิเคราะห์ค่าต่างๆของผลิตภัณฑ์นึ่ง 5 ชนิด ที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิ และ แป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล..... 86

ตารางที่ 4.32 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและ แป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์.... 89

ตารางที่ 4.33 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดหลังนึ่งขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและ แป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์.... 89

ตารางที่ 4.34 ผลการวิเคราะห์ค่าสีโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าว หอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงโดยใช้ สารไฮโดรคอลลอยด์..... 90

ตารางที่ 4.35 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ ลดค่าดัชนีน้ำตาลทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์โดย การประเมินแบบ 5 – point hedonic scale (N=30)..... 91

ตารางที่ 4.36 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมเรไรทดแทน แป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ โดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)..... 93

ตารางที่ 4.37 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมเรไรทดแทน แป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ โดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)..... 94

ตารางที่ 4.38 ผลการวิเคราะห์ค่าต่างๆของผลิตภัณฑ์นึ่ง 5 ชนิด ที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิ และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงโดยใช้ สารไฮโดรคอลลอยด์..... 95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ขนมกุยช่าย..... 6
ภาพที่ 2.2 ขนมช่อม่วง..... 6
ภาพที่ 2.3 ขนมจีบไทย..... 7
ภาพที่ 2.4 ขนมเรไร..... 7
ภาพที่ 2.5 ขนมทราย..... 8
ภาพที่ 3.1 การเตรียมผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่าย..... 26
ภาพที่ 3.2 การเตรียมผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วง..... 27
ภาพที่ 3.3 การเตรียมผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทย..... 28
ภาพที่ 3.4 การเตรียมผลิตภัณฑ์ขนมเรไร..... 29
ภาพที่ 3.5 การเตรียมผลิตภัณฑ์ขนมทราย..... 30
ภาพที่ 4.1 โดก่อนนึ่งขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน
ของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน..... 37
ภาพที่ 4.2 โดก่อนนึ่งขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน
ของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน..... 37
ภาพที่ 4.3 โดหลังนึ่งขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน
ของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน..... 39
ภาพที่ 4.4 โดหลังนึ่งขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน
ของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน..... 39
ภาพที่ 4.5 โดก่อนนึ่งขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน
ของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน..... 47
ภาพที่ 4.6 โดก่อนนึ่งขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน
ของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน..... 47
ภาพที่ 4.7 โดหลังนึ่งขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน
ของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน..... 48
ภาพที่ 4.8 โดหลังนึ่งขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน
ของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน..... 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.9 โดก่อนนึ่งขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน 57
ภาพที่ 4.10 โดก่อนนึ่งขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน..... 57
ภาพที่ 4.11 โดหลังนึ่งขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน..... 59
ภาพที่ 4.12 โดหลังนึ่งขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน..... 59
ภาพที่ 4.13 โดก่อนนึ่งขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน..... 68
ภาพที่ 4.14 โดก่อนนึ่งขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน..... 68
ภาพที่ 4.15 โดหลังนึ่งขนมเรไรที่ทดแทนแป้งหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน..... 69
ภาพที่ 4.16 โดหลังนึ่งขนมเรไรที่ทดแทนแป้งหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน..... 69
ภาพที่ 4.17 แป้งผสมก่อนนึ่งขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน 77
ภาพที่ 4.18 แป้งผสมก่อนนึ่งขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน 77
ภาพที่ 4.19 แป้งผสมหลังนึ่งขนมทรายที่ทดแทนแป้งหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน 79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.20 แป้งผสมหลังนึ่งขนมทรายที่ทดแทนแป้งเสาให้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาให้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน 79
ภาพภาคผนวกที่ ก1.1 กราฟแสดงการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทราย 106
ภาพภาคผนวกที่ ก1.2 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทยและขนมเรไร 106
ภาพภาคผนวกที่ ก1.3 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทราย 106
ภาพภาคผนวกที่ ก2.1 เครื่องวัดสี (Chromameter Minolta CR-400) 107
ภาพภาคผนวดที่ ข1 ขั้นตอนการการทำขนมกุยช่าย 110
ภาพภาคผนวดที่ ข2 ขั้นตอนการการทำขนมช่อม่วง 111
ภาพภาคผนวดที่ ข3 ขั้นตอนการการทำขนมจีบไทย 112
ภาพภาคผนวดที่ ข4 ขั้นตอนการการทำขนมเรไร 113
ภาพภาคผนวดที่ ข5 ขั้นตอนการการทำขนมทราย 114
ภาพภาคผนวดที่ ค1 ภาพผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิที่ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงสารไฮโดรคอลลอยด์ 115
ภาพภาคผนวดที่ ค2 ภาพผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวเสาให้ที่ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงสารไฮโดรคอลลอยด์ 116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการบริโภคอาหารของคนไทยเปลี่ยนแปลงไปตามวิถีชีวิตที่เปลี่ยนไปสภาพตามสังคม โดยเฉพาะในสังคมเมืองใหญ่ทุกคนต้องทำงานแข่งกับเวลา สภาพแวดล้อมดังกล่าว ส่งผลให้พฤติกรรมการบริโภคอาหารเปลี่ยนไป ใส่ใจในการรับประทานอาหารน้อยลงไม่มีเวลาดูแลตัวเอง จนทำให้เกิดปัญหาสุขภาพตามมา โดยโรคที่พบมากในประชากรไทยที่สุดเป็นต้นๆ คือ โรคมะเร็ง โรคไขมันในหลอดเลือดสูง โดยเฉพาะโรคเบาหวาน โรคเบาหวานสาเหตุอาจเกิดขึ้นจากพันธุกรรม และพฤติกรรมการบริโภค ทำให้ร่างกายเกิดภาวะที่ไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลให้เป็นปกติได้ ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ ปัจจุบันประชากรไทยวัยผู้ใหญ่ป่วยเป็นโรคเบาหวานถึง 4.8 ล้านคนและหลายๆคน เกิดภาวะแทรกซ้อน เช่น ภาวะแทรกซ้อนทางตา โรคไต โรคหลอดเลือดอุดตัน แผลเบาหวานที่เท้า รวมถึงโรคหัวใจ มีการณ์คาดว่าความชุกของโรคเบาหวานจะเพิ่มสูงขึ้นเป็น 5.3 ล้านคนภายในปีพ. ศ. 2583 ร้อยละ 42.3 ของผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานไม่ทราบว่าตนเองเป็นโรคเบาหวานมาก่อนส่วนผู้ที่เป็นโรคเบาหวานและได้รับการรักษาและควบคุมระดับน้ำตาลได้ดีมีเพียงร้อยละ 23.7 เท่านั้นซึ่งคาดการณ์ว่าในปี พ.ศ. 2568 จะมีผู้เสียชีวิตจากโรคเบาหวาน 4.7 ล้านคนซึ่งไม่รวมถึงผู้มีความเสี่ยงเป็นโรคเบาหวานที่มีอัตราเพิ่มขึ้นทุกๆปี (สปสช. 2560) โรคร้ายแรงที่คร่าชีวิตคนไทยนั้นล้วนแล้วแต่มีสาเหตุมาจากพฤติกรรมการเลือกรับประทานอาหารของคนเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการลดปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรคคือการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคและดูแลสุขภาพตัวเองเป็นประจำ เช่น การออกกำลังกายหรือการหันมาบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพเพื่อลดปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรคในอนาคต

จากผลการสำรวจของหน่วยงาน Euromonitor International (2012) พบว่า มูลค่าตลาดของอาหารเพื่อสุขภาพมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นด้วยอัตราเติบโตเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 6-7 ต่อปี และมูลค่าตลาดอาจสูงถึง 1 ล้านล้านเหรียญสหรัฐ โดยประเทศ จีน บราซิล และสหรัฐอเมริกา ครองอันดับ 1 ถึง 3 ของประเทศที่บริโภคอาหารเพื่อสุขภาพสูงสุดตามลำดับ (เวทย์, 2560) โดยที่ไทยอยู่ในอันดับที่ 19 เห็นได้ว่าอาหารสุขภาพเป็นสิ่งที่กำลังหน้าจับตามองมากที่สุดในอุตสาหกรรมอาหาร ณ ขณะนี้ สาเหตุหลักมาจากปัญหาสุขภาพที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้น ทำให้อาหารแนวสุขภาพเริ่มเพิ่มความสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆ ตามกระแสโลก ไม่ว่าจะเป็นการจำกัดแคลอรี่ในอาหารแต่ละมื้อ การรับประทานอาหารชีวจิต อาหารคลีน หรือการเลือกรับประทานอาหารเสริมวิตามินต่างๆ การบริโภคอาหารแบบพร่องแป้งหรือที่เรียกกันทั่วไปว่า โลว์คาร์บ ก็เป็นทางเลือกสำหรับผู้ที่รักสุขภาพ

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่นกัน นอกจากนี้ยังมีอาหารสุขภาพอีกกลุ่มหนึ่งของผู้ที่ต้องการบริโภคอาหารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ โดยค่าดัชนีน้ำตาลในอาหารนั้นจะเป็นตัวชี้วัดความเร็วในการดูดซึมน้ำตาลเข้าสู่กระแสเลือด แป้งในอาหารจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาล และถูกดูดซึมเพื่อนำไปใช้เผาผลาญเป็นพลังงานของร่างกาย อาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำนั้นจะสามารถทนทานต่อน้ำย่อยในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก ทำให้อาหารที่รับประทานเข้าไปถูกย่อยสลายได้อย่างช้าๆ และดูดซึมได้ช้าลง ทำให้รู้สึกอิ่มนานมากยิ่งขึ้น มีผลทำให้ร่างกายสามารถใช้อินซูลินได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยค่าดัชนีน้ำตาล ที่เหมาะสม จะต้องมีค่าน้อยหรือต่ำ เพื่อให้น้ำตาลที่อยู่ในอาหารถูกย่อยเข้าสู่กระแสเลือดได้ช้าลงกว่าปกติ ค่าดัชนีน้ำตาลสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1 - 55 คือค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ 56 - 69 คือค่าดัชนีน้ำตาลปานกลาง และ 70 – 100 สูง (FAO/WHO, 1998) คือค่าดัชนีน้ำตาลอาหารในกลุ่มของคาร์โบไฮเดรตที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ อาทิเช่น ข้าวบาร์เล่ย์ ถั่วชนิดต่างๆ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง อาหารในกลุ่มของคาร์โบไฮเดรตที่มีค่าดัชนีน้ำตาลปานกลาง เช่น แป้งไม่ขัดขาว ข้าวกล้อง ข้าวซ้อมมือ ขนมปังธัญพืช(โฮลวีต) และอาหารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตที่มีค่าระดับสูงได้แก่ ข้าวขาวหรือข้าวเจ้า ขนมปังขาว ข้าวเหนียว มันฝรั่ง เป็นต้น ในปัจจุบันได้มีการนำแป้งข้าวเจ้าจากธรรมชาติซึ่งมีค่าดัชนีน้ำตาลสูง มาผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อลดค่าดัชนีน้ำตาลลงให้ผู้ที่บริโภคอาหารสุขภาพ หรือ ผู้ป่วยโรคเบาหวานสามารถรับประทานข้าวขัดขาวได้ ในปัจจุบันมีงานวิจัยที่นำแป้งข้าวปกติมาดัดแปรเป็นแป้งข้าวที่มีการทนย่อยสูงซึ่งสามารถช่วยลดค่าดัชนีน้ำตาลลงได้ มาทดแทนในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่นงานวิจัยของ ศันสนีย์ (2558) ได้ศึกษาการใช้แป้งข้าวที่ผ่านการหมักร่วมกับการให้ความร้อนและความชื้น มาใช้ในการผลิตเส้นขนมจีน พบว่า เส้นขนมจีนที่ใช้แป้งข้าวที่ผ่านกระบวนการดัดแปรมีปริมาณแป้งทนย่อยเพิ่มขึ้นจาก 3.26 เป็น 5.92 ซึ่งปริมาณแป้งทนย่อยที่สูงขึ้นจะสัมพันธ์กับค่าดัชนีน้ำตาลที่ลดลง เพราะแป้งข้าวเจ้าทั่วไป จัดเป็นอาหารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตที่ให้พลังงานสูงไม่เหมาะสำหรับกลุ่มผู้ที่รับประทานอาหารสุขภาพ ผู้ที่ควบคุมน้ำหนัก โดยเฉพาะ ผู้ป่วยโรคเบาหวาน ซึ่งหากรับประทานในปริมาณที่ไม่เหมาะสมอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ ดังนั้นการที่ได้บริโภคอาหารแบบปกติที่ดีต่อสุขภาพและไม่ต้องเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตที่มากจนเกินไปนอกจากส่งผลดีในด้านของจิตใจแล้วยังส่งผลดีสำหรับผู้ป่วยที่เป็นป่วยโรคเบาหวานหรือผู้ที่ต้องการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดรวมถึงผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักและสามารถช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคไขมันในหลอดเลือดสูงได้อีกด้วย

สำหรับชาวเอเชียโดยเฉพาะชาวไทย ที่บริโภคข้าวเจ้าเป็นอาหารหลักขาดไม่ได้ในทุกๆมื้อ ทำให้สถานการณ์การควบคุมระดับน้ำตาลของผู้ป่วยโรคเบาหวานเป็นไปได้ยากขึ้น เนื่องจากข้าวเจ้าทั่วไปที่เราบริโภคนั้น มีค่าดัชนีน้ำตาลสูง โดยข้าวเจ้าที่รับประทาน มีค่าดัชนีน้ำตาลสูงถึง 87 - 94 (บุณยานุช, 2558) นอกจากอาหารหลักแล้ว อาหารว่างระหว่างมื้อและขนมไทยหลายชนิด ก็มีส่วนผสมหลักจากแป้งข้าว เช่น อาหารว่างและขนมไทยประเภทนึ่งได้แก่ ขนมขั้น ขนมกุยช่าย

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวเกรียบปากห้อม ช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเปียกปูน ขนมทราย ขนมเรไร ขนมถ้วย เป็นต้น อาหารว่างเหล่านี้ นอกจากมีแป้งข้าวเจ้าเป็นส่วนประกอบหลักแล้วยังมีแป้งข้าวเหนียว แป้งมัน และแป้งท้าวยายม่อม รวมอยู่ในส่วนผสม ซึ่งจัดเป็นแหล่งอาหารพลังงานสูงและมีค่าดัชนีน้ำตาลสูง การนำแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลมาทดแทนบางส่วนในผลิตภัณฑ์อาหารว่างนี้สามารถทำให้ค่าดัชนีน้ำตาลในอาหารลดลงได้ อีกทั้งยังสร้างความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดความน่าสนใจให้กับกลุ่มผู้ที่บริโภคอาหารสุขภาพที่มีเพิ่มขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของการเลือกรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ เพื่อลดปัจจัยเสี่ยงในการเกิดปัญหาสุขภาพในอนาคต

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาผลของการทดแทนแป้งข้าวเจ้าปกติบางส่วนด้วยแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลต่อคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพเนื้อสัมผัส คุณภาพทางประสาทสัมผัส และค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหาว่างประเภทนึ่ง ทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ ขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบ/ไทย ขนมเรไร และขนมทราย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ศึกษาผลของการทดแทนแป้งข้าวปกติด้วยแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลต่อคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ ขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทราย

1.2.2 ศึกษาค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์ในสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลและสูตรที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล ทั้ง 5 ชนิด

1.2.3 ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสและ คุณภาพประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์อาหารนึ่งที่ทดแทนแป้งข้าวลดดัชนีน้ำตาล

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลต่อแป้งข้าวปกติ ในด้านคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ ขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทราย ในอัตราส่วนแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลดังนี้ 100:0, 60:40, 50:50 และ 40:60 โดยทำการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้านค่าความแข็ง (hardness) ค่าแรงในการเกาะพื้นผิว (adhesiveness) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) และค่าแรงในการเกาะตัว (cohesiveness) ด้วยการวิเคราะห์แบบ Texture Profile Analysis (TPA) วิเคราะห์ค่าสี (ค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง(b*)) ของโดก่อนนึ่งและโดหลังนึ่งของผลิตภัณฑ์ที่ และทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5-point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

hedonic scale) ร่วมกับการทดสอบความชอบของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์แบบวัดความพอดี (just about right) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 30 คน และนำผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับได้ ทั้งที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลต่ำและที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ ทั้ง 5 ชนิด มาวิเคราะห์ค่าดัชนีน้ำตาล และนำผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้คุณลักษณะที่ผู้ทดสอบต้องการมาทำการปรับปรุงคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงผลของการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลต่ำต่อแป้งข้าวปกติ ในด้านคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ ขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทราย

1.4.2 ทราบถึงค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์ในสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลและสูตรที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล ทั้ง 5 ชนิด

1.4.3 ทราบถึงผลของการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสและ คุณภาพประสาทสัมผัส ที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์อาหารนึ่งที่ทดลอง

1.4.4. ได้ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทนึ่งที่มีการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อาหารว่าง (อมราภรณ์, 2555)

อาหารระหว่างมื้อ รับประทานระหว่างวัน เป็นอาหารประเภทเบาๆ มีปริมาณอาหารน้อยกว่าอาหารประจำมื้อ อาจจะเป็นอาหารน้ำหรืออาหารแห้งก็ได้ มีทั้งคาวและหวาน เป็นอาหารชิ้นเล็กพอดีคำ หยิบรับประทานได้ง่าย จัดให้สวยงามน่ารับประทานเป็นทั้งอาหารไทยและอาหารนานาชาติ หรือรับประทานควบคู่กับเครื่องดื่มร้อน หรือน้ำผลไม้อย่างใดอย่างหนึ่ง (ศรีสมร, 2542) อาหารว่างได้จัดแยกประเภทไว้ดังนี้

2.1.1 จัดแบ่งตามการประกอบ

2.1.1.1 อาหารว่างประเภทต้มหรือนึ่ง เป็นการทำให้อาหารสุก โดยใช้ไอน้ำและน้ำเดือด ลักษณะอาหารมีความอ่อนนุ่มควรเสิร์ฟขณะร้อน เช่น สาคูไส้หมู ซาลาเปา ขนมจีบ ขนมปุยฝ้าย ขนมกุยช่าย เป็นต้น

2.1.1.2 อาหารว่างประเภททอด เป็นการทำให้ อาหารสุกโดยใช้ความร้อนจากน้ำมัน อาหารที่ได้จะมีลักษณะกรอบ มีกลิ่นหอม ชวนรับประทาน เช่น กระทงทอง ปั้นขลิบทอด โดนัท ขนมปังหน้าต่าง ๆ เป็นต้น

2.1.1.3 อาหารว่างประเภทอบ เป็นการทำให้อาหารสุกโดยใช้ความร้อนแห้ง เช่น ขนมผิง ขนมโสมนัส คุกกี้ ขนมปังหรือ พายต่างๆ เป็นต้น

2.1.1.4 อาหารว่างประเภทปิ้ง ย่าง เป็นการทำให้อาหารสุกโดยใช้ดวามร้อนแห้ง เช่นเดียวกัน เช่น หมูสะเต๊ะ บาร์บีคิว ข้าวตังเสวย เป็นต้น

2.1.2 จัดแบ่งตามลักษณะอาหาร

2.1.2.1 อาหารว่างประเภทน้ำ นิยมเสิร์ฟเป็นอาหารว่างบ่าย หรืออาหารว่างก่อนนอน จะจัดในปริมาณน้อย เช่น ข้าวต้มเครื่อง กระเพาะปลา เกี๊ยวมัจฉา ครองแครงน้ำ เป็นต้น

2.1.2.2 อาหารว่างประเภทแห้ง มีทั้งอาหารคาวและอาหารหวาน นิยมเสิร์ฟทั้งอาหารว่างเช้าและอาหารว่างบ่าย เช่น ข้าวเกรียบปากหม้อ ซาลาเปา ข้าวตังหน้าหมู เป็นต้น

2.1.3 การจัดแบ่งตามรสชาติอาหาร

2.1.3.1.อาหารว่างคาว ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นอาหารคาวที่มีชิ้นขนาดพอคำ การจัดเสิร์ฟทำ ได้อย่างง่าย การจัดแบ่งตามรสชาติ การจัดแบ่งตามลักษณะอาหาร ปั้นขลิบทอด หมูสะเต๊ะ

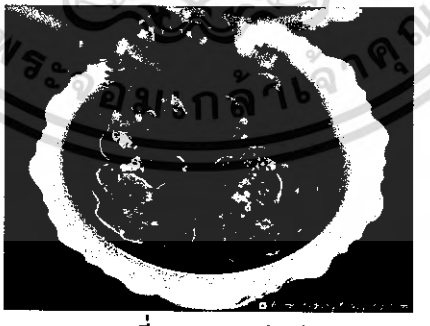
2.1.3.2.อาหารว่างหวาน เป็นอาหารหวานทุกชนิด แต่นิยมเฉพาะอาหารหวานแห้ง ไม่ นิยมของน้ำ ขนาดของปริมาณการจัดเสิร์ฟจะมีขนาดเล็กลงและปริมาณน้อยกว่าปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 อาหารว่างประเภทนึ่ง

ภาพที่ 2.1 ขนมกุยช่าย

2.2.1 กุยช่าย เป็นขนมของชาวจีนแต้จิ๋วหรือเรียกอีกอย่างว่ากุยไช่ก้วย ทำจากแป้งข้าวเจ้าผสมแป้งมัน บางตำรับผสมแป้งข้าวเหนียว ไส้ทำจากใบกุยช่ายเขียว กุยไช่ก้วยของชาวจีนแต้จิ๋วจะหมายถึงชนิดที่ไส้ทำจากกุยช่ายเท่านั้น (ทัศน์, 2556) กุยช่ายแบบจีนนั้นมีแบบที่เป็นติ่มซำ ซึ่งทำชิ้นเล็ก แป้งใช้แป้งตังหมิ่นซึ่งเป็นแป้งสาลีที่นำกลูเตนออกแล้วแทนแป้งข้าวเจ้า มีทั้งแบบนึ่งและทอด แบบทอดจะเรียกกุยช่ายเจี้ยน (ศิริรัตน์, 2556) ในประเทศไทย ขนมกุยช่ายที่ทำจากแป้งอย่างเดียวกันแต่เปลี่ยนไส้เป็นแบบอื่น เช่น ไส้เผือก ไส้หน่อไม้ ไส้มันแกว ล้วนเรียกว่าขนมกุยช่าย ได้จากการนำแป้งข้าวเจ้าหรือแป้งข้าวเจ้าผสมแป้งชนิดอื่นและน้ำในปริมาณที่เหมาะสม อาจเติมน้ำมันด้วย มาตั้งไฟกวนจนแป้งร่อนออกจากภาชนะ นวดจนเนียนนุ่ม แผ่เป็นแผ่นบาง บรรจุไส้ที่ทำจากต้นกุยช่ายที่หั่นเป็นท่อนสั้นๆ ผัดกับน้ำมัน อาจเติมเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ ซอสปรุงรส ซีอิ้ว น้ำตาลห่อให้ปิดสนิทเป็นรูปร่างต่างๆ นำไปนึ่งให้สุกที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม

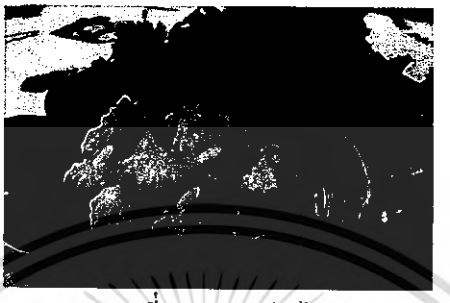


ภาพที่ 2.2 ขนมช่อม่วง

2.2.2 ขนมช่อม่วง ขนมไทยโบราณตั้งแต่โบราณ มีมาตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 2 พระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย ดังปรากฏในกาพย์เห่ชมเครื่องหวาน “ช่อม่วงเหมาะมีรส หอมปรากฏกลโกสุม คิดสีสไบปกคลุม หุ้มห่อม่วงดวงพุดตาน” (ชลดา, 2552) เป็นขนมที่ต้องใช้ความประณีต ในการจับจีบตัวแป้งหลังการห่อหุ้มไส้แล้วให้มีลักษณะเป็นรูปดอกไม้ทำให้มีลักษณะขนมที่ดูนุ่มนวล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่อนหวานแฝงความมีศิลปะของขนมไทยชาววัง ขนมช่อม่วงสูตรดั้งเดิมนั้นตัวไส้จะเป็นฟักเชื่อมแห้ง ถั่วลิสงคั่ว งาขาวคั่ว น้ำตาลทราย เกลือป่น หมูสามชั้นต้มสุก เมื่อนึ่งสุกแล้วจะไม่พรมด้วยกระเทียมเจียวเพราะไม่ใช่ของคาวจัดเป็นของหวานจะต้องพรมด้วยหัวกะทิสดแล้วยกลงทันที จัดใส่จานเสิร์ฟขณะขนมยังอุ่น



ภาพที่ 2.3 ขนมจีบไทย

2.2.3 ขนมจีบไทย เดิมไม่ใช่อาหารที่เกิดจากในราชวงศ์ ในสมัยโบราณเรียกว่าขนมไส้หมู มีปรากฏในกาพย์เห่ชมเครื่องหวาน "ขนมจีบเจ้าจีบห่อ งามสมส่อประพิมพ์ประพาย นึกน้องนุ่งจีบถวาย ชายพกจีบกลีบแนบเนียน" (ชลดา, 2552) ขนมไส้หมู มีรูปทรงเหมือนหม้อดิน ขนาดเล็กยอดเป็นหัวนก ก็กลายเป็นขนมจีบ เพราะรอบๆ ตัวแป้ง ที่เป็นตัวหม้อทำเป็นจีบเล็กๆ เป็นริ้ว จนเปรียบได้กับ การที่นุ่งผ้าจีบชักพกในสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ พระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย โปรด ขนมไส้หมู ของเจ้าครอกวัดโพธิ์อย่างยิ่ง และทรงมีพระราชดำรัสเรียกว่า อากุ ขนมจีบแบบไทยนั้นตามตำรับเดิมคือ แป้งเมื่อนวดแป้งเป็นก้อนกลมแล้วนำลงต้ม เจาะรูตรงกลางพอผิวสุกหนใส ประมาณ 1 เส้นตอก (ประมาณ 1/8 ซม.) ตักขึ้น ล้างเมือกออก แล้วนวดแป้งให้เข้ากันแล้วต้มอีกทำไปจนแป้งเนียน เรียกว่า "หมดเกรียน " แล้วจึงปั้นบรรจุไส้ รวบแป้งห่อให้มิด แล้วดึงรูดขึ้นให้แหลม กดเป็นลักษณะหัวนก ข้างๆจะใช้แหนบหนีบจับเป็นจีบถี่ๆรอบๆแป้ง หรือจะจับจีบ ดั้งแต่ปั้นหม้อ พอใส่ไส้รวบแป้งดึงขึ้นแล้ว จะเห็นเป็นจีบรอบตัวแป้ง (ท่านผู้หญิงเปลี่ยน, 2452)

ภาพที่ 2.4 ขนมเรไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ขนมเรไร เรียกอีกอย่างว่าขมมรังไร สันนิษฐานถึงสาเหตุที่เรียกว่า ขนมเรไร เพราะมีลักษณะเหมือนรังของตัวเรไร ดังปรากฏในกาพย์เห่ชมเครื่องหวาน "รังไรโรยด้วยแป้ง เหมือนนกแกล้งทำรังรวง โอ้อกนกทั้งปวง ยังยินดีด้วยมีรัง" (ชลดา, 2552) และลักษณะเวลากดแป้งออกจากพิมพ์ที่กด จะมีเสียงบีบของตัวแป้งดัง จี๊ดๆเล็กน้อย อนึ่งอาจจะมีลักษณะคล้ายกับรังนกเล็กๆด้วย ขนมเรไรมีสีต่างกันออกไป คือ ชมพู เขียว ฟ้า เหลือง ขาว ม่วงคราม เป็นต้น ขนมเรไรมีส่วนผสมของวัตถุดิบ ที่ทำมาจาก แป้งข้าวเจ้า น้ำลอยดอกมะลิ และกะทิ สีอาจใช้สีจากธรรมชาติหรือสังเคราะห์ นำไปตั้งไฟกวนจนแป้งร่อนออกจากกระทะ ปั้นเป็นก้อนกลมกดใส่พิมพ์เรไร ดะล่อมเป็นทรงกลม จากนั้นจึงนำไปนึ่ง เมื่อสุกยกลง โรยด้วยน้ำกะทิ มะพร้าวขูดขาว และน้ำตาลคลุกงาขาวคั่วบุบ เสริฟในขณะที่ขนมยังอุ่นเล็กน้อย เอกลักษณ์ของขนมเรไรคือความหอมกรุ่นของน้ำลอยดอกมะลิ กะทิสด และความหอมหวานของงาคั่วกับน้ำตาลทราย

ภาพที่ 2.5 ขนมทราย

2.2.5 ขนมทราย มีชื่อเรียกดั่งเดิมว่าขนมขี้หนู เป็นขนมที่มีชื่อเสียงของจังหวัดเพชรบุรี ในสมัยของรัชกาลที่ 4 ของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้เสด็จประพาสจังหวัดเพชรบุรี ข้าราชการชั้นผู้ใหญ่ได้ร่วมกันทำขนมที่มีชื่อเสียงของจังหวัดนี้คือขนมขี้หนูเป็นเครื่องเสวย อีกทั้งยังเป็นขนมที่ รัชกาลที่ 5 ทรงโปรดมากกว่าขนมใดๆ ขนมขี้หนูทำจากแป้งข้าวเจ้า นวดกับน้ำลอยดอกไม้ที่ให้ความหอม เช่น ดอกมะลิ หรือดอกกระดังงา เมื่อนวดแป้งกับน้ำจนได้แป้งที่เป็นก้อนแล้ว นำกระชอนหรือแร่งมาร่อนแป้งบนผ้าที่ปูไว้บนลังถึงสำหรับนึ่ง ร่อนแป้งเสร็จก็นำแป้งนั้นไปนึ่งให้สุก พอแป้งสุกจึงนำแป้งนั้นไปมูนกับน้ำเชื่อมที่ต้องเคี่ยวให้เสร็จเสียก่อน ด้วยการเอาน้ำเชื่อมเทใส่แป้งร้อน ๆ คนด้วยพายให้แป้งเข้ากับน้ำเชื่อม ปิดฝากะเวลาให้ได้ที่จึงเปิดฝาแล้วใช้พายคนตะล่อมให้ขนมที่มูนไว้ ฟู เบา ถ้าต้องการให้ขนมมีสีสันน่ารับประทาน ก็ใส่สีเล็กน้อยในน้ำเชื่อม เมื่อจะรับประทานให้โรยด้วยมะพร้าวขูด การจะทำขนมชนิดนี้ให้อร่อยต้องอาศัยความชำนาญ เนื้อขนมจึงจะนุ่ม ไม่แข็งกระด้างหรือ แฉะเละจนกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 กลไกลการนึ่ง (Steaming mechanism)

2.3.1 การนึ่งอาหาร (Steaming)

วิธีการทำอาหารให้สุกด้วยการใช้ความร้อนจากไอน้ำร้อนที่ได้จาก การต้มน้ำเดือด การนึ่งโดยทั่วไปจะทำที่ความดันบรรยากาศปกติที่อิ่มตัวด้วยไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 100 - 105 องศาเซลเซียส ความร้อนจากไอน้ำจะถูกถ่ายเทไปยังผิวหน้าของชิ้นอาหารด้วยการพาความร้อน และเข้าสู่ภายในชิ้นอาหารด้วยการนำความร้อน ความร้อนจากการนึ่งเป็นความร้อนที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Moist heat) ทำให้แป้งหรือสตาร์ช เกิดการเจลาติไนซ์ (Gelatinization) และโปรตีนสูญเสียสภาพธรรมชาติ (Protein denaturation) จึงทำให้อาหารสุก อาหารที่ผ่านการนึ่งให้สุกจะชุ่มชื้น ผิวนุ่ม ไม่เกิดชั้นผิวที่แห้งกรอบ (นิธิยา, 2560)

2.3.2 การเจลาติไนเซชัน (Gelatinization)

การเจลาติไนซ์ เป็นการสุกของแป้งซึ่งเกิดจากการให้ความร้อนแก่อาหารที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบโดยการใช้ความร้อน อุณหภูมิที่สตาร์ชเริ่มเกิดการเจลาติไนซ์อยู่ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 60 - 70 องศาเซลเซียส เรียกว่า gelatinization temperature หรือ pasting temperature ขึ้นอยู่กับชนิดของแป้ง เมื่อแป้งหรืออาหารที่มีส่วนประกอบของแป้งได้รับความร้อนทำให้แป้งเกิดการเปลี่ยนแปลงในภายในโมเลกุลของเม็ดแป้งเนื่องจากความร้อนจะไปทำลายพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของสตาร์ชในเม็ดแป้ง สายพอลิเมอร์ของอะมิโลส และอะมิโลเพกทิน ที่อัดแน่นอยู่ในเม็ดแป้งจะคลายตัวและรวมกับน้ำที่ล้อมรอบ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏ เม็ดแป้งพองตัว และความหนืดของน้ำแป้งเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ความหนืดจะเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งถึงจุดที่เม็ดแป้งเกิดการพองตัวสูงสุด และให้ความหนืดสูงสุด (maximum visicosity) จากนั้นเม็ดแป้งจะแตก หรือถ้ามีการกวนอย่างรุนแรงจนเม็ดแป้งแตกออก ก็จะไม่สามารถคืนสภาพได้ อุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดและสายพันธุ์ของแป้ง อาจเป็นเพราะว่าเม็ดแป้งจากแต่ละสายพันธุ์มีโครงสร้างผลึก ที่แตกต่างกันทั้งระดับการจับกัน (degree of association) และความสม่ำเสมอของการเกิดเจลาติไนซ์ที่ไม่พร้อมกันทุกเม็ด เม็ดแป้งชนิดเดียวกันจากแหล่งเดียวกันปกติจะเกิดเจลาติไนเซชันในช่วงอุณหภูมิที่ห่างกัน 8-10 องศาเซลเซียส เม็ดแป้งขนาดใหญ่จะเกิดเจลาติไนซ์ได้ก่อนขนาดเล็ก (Collison, 1968)

2.3.3 การเกิดรีโทรเกรเดชัน (Retrogradation)

แป้งที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนและเกิดการเจลาติไนซ์ (gelatinization) มาแล้ว และปล่อยให้เย็นตัวลง โมเลกุลของอะมิโลส (amylose) และ อะมิโลเพกทิน (amylopectin) ซึ่งเคยรวมตัวกับน้ำแล้วเกิดเป็นเจล จะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กัน โมเลกุลน้ำตาลกลูโคสในสายจะมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อมต่อกันเองใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจน ทำให้เกิดเป็นผลึกใหม่ คล้ายร่างแหสามมิติโครงสร้างใหม่ที่สามารถอุ้มน้ำ และไม่มีการดูดน้ำเข้ามาอีก มีความหนืดคงตัวมากขึ้น แป้งจะมีลักษณะแข็งขึ้น และเมื่อลดอุณหภูมิต่ำ ลงไปลักษณะการเรียงตัวของ โครงสร้างจะแน่นมากขึ้นไปอีก โมเลกุลของน้ำอิสระที่อยู่ภายในจะถูกบีบออกมานอกเจล ซึ่งเรียกว่า syneresis ปรากฏการณ์ทั้งสองนี้จะทำให้เจลมีลักษณะขาวขุ่น และมีความหนืดมากขึ้น ถ้าแป้งสุกมีความเข้มข้นต่ำการจัดเรียงตัวของโมเลกุลเหล่านั้นจะทำ ให้เกิดลักษณะตะกอนขุ่นขาว แต่ถ้าน้ำแป้งสุกมีความเข้มข้นสูงเช่นแป้งข้าวโพดความเข้มข้นร้อยละ 7 โดยน้ำหนักจำนวนโมเลกุลที่มาจัดเรียงตัวกันใหม่มีมากและระหว่างเคลื่อนที่เข้ามาจับกันจะสามารถเก็บกักน้ำไว้ได้ทำให้ความหนืดเพิ่มขึ้นและในที่สุดจะเกิดลักษณะเจลที่อ่อนนุ่ม (Ott และ Hester, 1965) แป้งแต่ละชนิดมีอัตราการคืนตัวของน้ำแป้งสุกแตกต่างกัน พบว่าแป้งจากรากพืช และพืชหัวมีอัตราการคืนตัวช้ากว่าแป้งจากธัญพืช (Whistler และ Deniel, 1948) ทั้งนี้เป็นเพราะแป้งจากรากและหัว เมื่อได้รับความร้อนจะพองตัวมากและเร็วและเม็ดแป้งแตกง่าย ทำ ให้โมเลกุลแป้งทั้งหมดกระจายอยู่ทั่วไปในน้ำแป้งยากที่โมเลกุลอะมิโลสจะมาจัดเรียงตัวกันได้ใหม่ แต่แป้งจากธัญพืชเมื่อได้รับความร้อนจะพองตัวน้อยกว่า นอกจากนี้ขนาดโมเลกุลของอะมิโลสในแป้งแต่ละชนิดมีผลในการเกิดการคืนตัวของน้ำแป้งสุกด้วยโมเลกุลอะมิโลส ที่มีขนาดพอเหมาะในการเคลื่อนที่มาจับกัน คือในช่วง 100 - 200 หน่วยกลูโคส ถ้าโมเลกุลใหญ่ เช่น แป้งมันฝรั่งมีอะมิโลสขนาดใหญ่ประมาณ 1,000 - 6,000 หน่วยกลูโคส (Whistler และ Deniel, 1948) จะเคลื่อนที่เข้ามาจับกันได้ยากและถ้าโมเลกุลสั้นเกินไปจะเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา (Brownian movement) ทำให้จับกันยากเช่นกัน

2.4 ประเภทของแป้งแบ่งตามอัตราการย่อย (Starch digestibility)

ในกระบวนการย่อยอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตหรือสตาร์ช เริ่มตั้งแต่อาหารเข้าสู่ปาก ฟันจะทำหน้าที่เคี้ยวบดอาหารให้มีขนาดเล็กลง ในน้ำลายมีเอนไซม์ชื่อแอลฟา-อะมิเลส (∝-amylase) ซึ่งสามารถย่อยสตาร์ชให้มีขนาดเล็กลงเป็นเดกซตริน (dextrin) แต่การย่อยอาหารในปากจะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย เพราะอาหารอยู่ในปากเป็นช่วงระยะเวลาสั้น ๆ จากนั้นอาหารจะถูกกลืนผ่านหลอดอาหารไปยังกระเพาะอาหาร ซึ่งมีเอนไซม์อะมิเลสอยู่แต่ไม่สามารถทำงานได้เนื่องจากอะมิเลสไม่ทำงานในสภาวะที่มีความเป็นกรดสูง ดังนั้นในกระเพาะอาหารจึงเกิดกระบวนการไฮโดรไลซิส คือการแตกตัวของคาร์โบไฮเดรตทำให้แป้งโมเลกุลใหญ่มีขนาดเล็กลง จากนั้นกระบวนการย่อยแป้งที่แท้จริงจะเกิดที่ลำไส้เล็กซึ่งมีสภาพเป็นด่างที่เหมาะสมกับสภาวะการย่อยโดยน้ำดีทำให้ลำไส้เล็กสามารถย่อยสตาร์ชจนสุดท้ายได้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่สามารถดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้ ดังนั้นในเชิงโภชนาการสตาร์ช (Nutritional starch) โดยทั่วไปแบ่งสตาร์ชออกเป็น 3 ประเภทตามอัตราและระยะเวลาในการย่อย (Englyst และ Hudson, 1992) ได้แก่ สตาร์ชที่สามารถถูกย่อยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างรวดเร็ว (rapidly digestible starch, RDS) สตาร์ชที่สามารถถูกย่อยได้อย่างช้าๆ (slowly digestible starch, SDS) และสตาร์ชทนย่อยต่อเอนไซม์ (resistant starch, RS)

2.4.1 แป้งที่สามารถถูกย่อยสลายได้อย่างรวดเร็ว (Rapidly digestible starch; RDS) แป้งชนิดนี้สามารถพบได้ในอาหารที่มีส่วนประกอบของแป้งเมื่อผ่านการหุงใหม่ ๆ สามารถย่อยสลายไป เป็นน้ำตาลกลูโคสในลำไส้เล็กได้อย่างรวดเร็วภายใน 20 นาที

2.4.2 แป้งที่สามารถถูกย่อยสลายได้อย่างช้าๆ (Slowly digestible starch; SDS) พบในธัญพืชสด ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเส้นที่ทำสุกแล้ว สามารถย่อยสลายได้อย่างช้าๆ แต่ก็ยังถูกย่อยไปเป็นน้ำตาลกลูโคสได้อย่างสมบูรณ์ โดยใช้เวลาตั้งแต่ 20 ถึง 110 นาที

2.4.3 แป้งที่ไม่สามารถถูกย่อยสลายได้ด้วยเอนไซม์ (Enzyme-resistant starch; RS) พบ ในเมล็ดธัญพืชที่ถูกบด หรือแป้งที่เกิดการคืนตัว ซึ่งทนทานต่อการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในลำไส้เล็ก

2.5 แป้งทนย่อย (Resistant starch, RS)

แป้งทนย่อย คือ สตาร์ชที่ทนต่อการย่อยของเอนไซม์ (RS) Resistant starch หรือแป้งทนย่อย หมายถึง สตาร์ชและผลิตภัณฑ์ของสตาร์ชที่ไม่สามารถถูกย่อยด้วยเอนไซม์และถูกดูดซึมในลำไส้เล็กของมนุษย์ได้ (Euresta, 1993) RS แสดงพฤติกรรมคล้ายคลึงกับใยอาหาร จากนั้นแป้งทนย่อยถูกส่งผ่านไปยังลำไส้ใหญ่และถูกหมักด้วยจุลินทรีย์ภายในลำไส้ใหญ่ได้ผลิตภัณฑ์ออกมาเป็นกรดไขมันสั้นๆ เช่น acetic acid, propionic acid และ butyric acid เป็นต้น โดยทั่วไป RS สามารถแบ่งได้เป็น 5 ประเภท คือ (Sajilata, 2006) ได้แก่

2.5.1 Physically inaccessible starch (RS1) หมายถึง สตาร์ชที่ไม่สามารถถูกย่อยได้ด้วยเอนไซม์เนื่องจากเม็ดสตาร์ชถูกห่อหุ้มอยู่ในร่างแหของโปรตีน หรือถูกตรึงอยู่ภายในเซลล์หุ้มเมล็ดพืช ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถเข้าไปทำปฏิกิริยาได้ ซึ่งแป้งทนย่อยประเภทนี้สามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติแต่เป็นส่วนน้อย โดยส่วนใหญ่พบในเมล็ดพืช เช่น ถั่วหรือเมล็ดธัญพืชที่ผ่านการโม่บดโดยเหลือส่วนของเม็ดสตาร์ชติดอยู่กับผนังเซลล์ อาหารที่ทำจากสตาร์ชชนิดนี้ทนต่อความร้อนในการทำอาหารปกติและสามารถใช้เป็นส่วนผสมในอาหารได้หลากหลาย

2.5.2 Resistant granular starch (RS2) เป็นสตาร์ชที่เม็ดสตาร์ชมีคุณสมบัติทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ตามลักษณะของโครงสร้างที่เป็นธรรมชาติของเม็ดสตาร์ชที่ไม่มีรูหรือช่องเปิดให้เอนไซม์เข้าไปในเม็ดสตาร์ชซึ่งมีลักษณะรวมตัวกันอย่างหนาแน่นในแนวแผ่รัศมีจึงทำให้โครงสร้างมีข้อจำกัดยากต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ โดยส่วนใหญ่ RS ชนิดนี้จะอยู่ในรูแขของเม็ดสตาร์ชดิบพบได้ในสตาร์ชมันฝรั่ง (potato starch) และ กล้วยดิบ (green banana)

2.5.3 Retrogradation starch (RS3) คือ สตาร์ชที่ทนต่อการย่อยของเอนไซม์ ซึ่งเกิดจากการจัดเรียงตัวใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของสายอะมิโลสระหว่างการทำการลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิของสตาร์ชที่ผ่านการเกิดเจลาติไนเซชันซึ่งเรียกวากระบวนการเกิดรีโทรเกรเดชัน เกิดเป็นโครงสร้างตาข่ายสามมิติที่มีความแข็งแรงและสามารถทนต่อการย่อยของเอนไซม์

2.5.4 Chemically modification starch (RS4) เป็นสตาร์ชชนิดใหม่เกิดจากการดัดแปรทางเคมีที่ทำให้มีพันธะที่ต่างไปจาก ∞-(1,4) หรือ ∞-(1,6) โดยปฏิกิริยาการดัดแปรทางเคมีแบ่งออกเป็น 3ชนิด คือ ครอสลิงกิง (Cross linking) เอสเทอร์ริฟิเคชัน (Esterification) และ อีเทอร์ริฟิเคชัน (Etherification)

2.5.5 Amylose-lipid complexed starch (RS5) เป็นสตาร์ชทนต่อการย่อยของเอนไซม์ที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหวางโมเลกุลอะมิโลสกับไขมันเกิดเป็นโครงสร้างที่แข็งแรง มีความเสถียรต่อความร้อนสูงและสามารถทนต่อการย่อยของเอนไซม์ได้ (Jane และคณะ, 2011)

2.6 ค่าดัชนีน้ำตาล

ค่าดัชนีน้ำตาลเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพของอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตโดยวิเคราะห์ว่าคาร์โบไฮเดรตที่บริโภคจะย่อยยากง่าย และเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดในเวลา 2 ชั่วโมงหลังจากรับประทาน และเข้าสู่ระบบการย่อยและดูดซึมของร่างกายสามารถเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดได้มากหรือน้อยโดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน คือ น้ำตาลกลูโคส หรือขนมปังขาวซึ่งมีค่าดัชนีน้ำตาลเท่ากับ 100 ในการรับประทานอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลสูงในปริมาณมาก คาร์โบไฮเดรตในอาหารจะถูกย่อยเป็นกลูโคส และถูกดูดซึมอย่างรวดเร็ว มีผลไปกระตุ้นให้มีการหลั่งฮอร์โมนอินซูลิน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่ทำให้กลูโคสถูกนำเข้าสู่เซลล์ต่างๆ ในร่างกายเพื่อเผาผลาญให้เป็นพลังงาน แต่หลังจากการรับประทานอาหารไปแล้ว 2 - 4 ชั่วโมง ปริมาณอาหารที่ถูกดูดซึมในทางเดินอาหารจะลดลง แต่ฤทธิ์ของอินซูลินยังคงอยู่ ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลงมามากจนเกินไป จนอาจทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดต่ำ และทำให้รู้สึกอยากอาหาร ส่วนคนที่รับประทานอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ ระดับน้ำตาลในเลือดยังคงอยู่ในระดับปกติ หลังจากการรับประทานอาหาร 4 - 6 ชั่วโมง (Frost และคณะ, 1999) กล่าวได้ว่าการรับประอาหารที่มีค่า ดัชนีน้ำตาล ต่ำจะช่วยให้เซลล์ร่างกายของใช้อินซูลินได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด ซึ่งเป็นการช่วยควบคุมสถานการณ์เบาหวานให้ดีขึ้นได้ ดังนั้น ผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานควรคำนึงถึงค่าดัชนีน้ำตาล ของอาหารที่บริโภค และควรบริโภคอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำเพราะนอกจากประโยชน์อื่นๆ ที่เกิดจากการย่อย และดูดซึมช้า ยังเป็นอาหารที่ช่วยให้รู้สึกอิ่มง่ายและนาน ทำให้เกิดผลดีต่อสุขภาพในระยะยาว ค่าดัชนีน้ำตาลต่ำในอาหารโดยทั่วไปสามารถแบ่งกลุ่ม ตามปริมาณของคาร์โบไฮเดรตของอาหาร ได้ออกเป็น 3 กลุ่มคือ (FAO/WHO, 1998)

2.6.1 อาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ ระดับน้ำตาลในเลือดเท่ากับ 55 หรือ น้อยกว่าเมื่อเปรียบกับสารมาตรฐาน อาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาล ต่ำ เช่น ถั่วชนิดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผักและอาหารที่มีเส้นใยสูง ธัญพืชที่มีน้ำตาลต่ำ โยเกิร์ตไขมันต่ำและไม่หวาน เกรฟฟรุต แอปเปิล และมะเขือเทศ หรือแป้งดัชนีน้ำตาลต่ำ เป็นต้น แป้งดัชนีน้ำตาลต่ำเป็นแป้งธรรมชาติที่นำมาผ่านกระบวนการต่างจนมี คุณสมบัติเทียบเท่าเส้นใยอาหาร จะไม่สามารถถูกย่อยด้วยเอนไซม์และถูกดูดซึมในลำไส้เล็กของมนุษย์ จึงสามารถจัดเป็นแป้งที่มีปริมาณแป้งทนย่อยสูงหรือแป้งลดค่าดัชนีน้ำตาล

2.6.2 อาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลปานกลาง จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือดเท่ากับ 56-69 เมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน อาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาล ปานกลางจะเป็นอาหารประเภทเส้น ถั่วดั่ว ถั่วฝักเขียว มันเทศ น้ำส้มคั้น บลูเบอรี่ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดดั่ว ซุปถั่ว และข้าวกล้อง เป็นต้น

2.6.3 อาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลสูง จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือดเท่ากับ 70 หรือ มากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน ประเภทของอาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาล สูง ได้แก่ ขนมปังขาว corn-flake ข้าวเมล็ดสั้น มันฝรั่งอบ มันฝรั่งทอด (French fries) ไอศกรีม ลูกเกด ผลไม้อบแห้งกล้วย แครอท ผลไม้ที่มีรสหวาน เช่น แตงโม เป็นต้น

2.6.4 การดัดแปรแป้งเพื่อให้เป็นแป้งที่มีปริมาณสตาร์ชทนย่อยสูงหรือมีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ

การดัดแปรแป้งที่มีอยู่ในธรรมชาติให้เป็นแป้งดัชนีน้ำตาลต่ำเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าและเพื่อเป็นการเพิ่มคุณสมบัติในกลายเป็นแป้งที่มีปริมาณสตาร์ชทนย่อยเพิ่มมากขึ้น โดยในปัจจุบันกระบวนการดัดแปรแป้งสามารถทำได้หลายวิธีเช่น ด้วยวิธีทางกายภาพ ด้วยกระบวนการทางเคมี หรือด้วยการใช้เอนไซม์

2.6.4.1 วิธีทางกายภาพ

การดัดแปรแป้งทางกายภาพ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยทำให้โครงสร้างโมเลกุลภายในเม็ดแป้งเกิดการเปลี่ยนแปลง เมื่อโครงสร้างโมเลกุลภายในเม็ดสตาร์ชได้ถูกเปลี่ยนแปลงไป สมบัติของสตาร์ชก็เปลี่ยนไปสามารถทำได้หลายวิธี เช่น

1) การดัดแปรสตาร์ชด้วยความร้อนร่วมกับความชื้น (Heat-moisture treatment, HMT)

เป็นการดัดแปรทางกายภาพวิธีหนึ่งที มีขั้นตอนการผลิตที ไม่ใช้สารเคมี และปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม มีผลทำให้สมบัติของสตาร์ชเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการจัดเรียงตัวภายในโมเลกุลของสตาร์ชแกรนูล โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างของสตาร์ชแกรนูล การใช้ความร้อนร่วมกับความชื้น มีความเกี่ยวข้องกับสตาร์ชที่มีปริมาณน้ำและความชื้นต่ำกว่าปริมาณน้ำและความชื้นที่ทำให้เกิดเจลาทิไนซ์ แต่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิการเกิดเจลาติไนซ์ จะเรียกว่าการใช้ความร้อนร่วมกับความชื้น (Lim และคณะ, 2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การดัดแปรด้วยแบบวิธีแอนนีลลิ่ง (Annealing, ANN)

การดัดแปรสตาร์ชด้วยวิธี ANN โดยมีการควบคุม อุณหภูมิ และเวลาในการดัดแปร มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของเมล็ดสตาร์ช และสตาร์ชมีปริมาณน้ำหรือความชื้นสูงกว่า การดัดแปรสตาร์ชด้วยความร้อนร่วมกับความชื้น และมีปริมาณความชื้นที่ จะทำให้เกิดเจลาติไนซ์ แต่ใช้อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่ทำให้เกิดเจลาติไนซ์ (Eliasson และ Gudmundsson, 1996)

2.6.4.2 วิธีทางเคมี

การดัดแปรทางเคมีส่วนใหญ่ที่มีการผลิตและใช้ในระดับอุตสาหกรรม แป้งที่ผ่านการดัดแปรรโครงสร้างด้วยกระบวนการทางเคมีมีหลายชนิด ขึ้นกับชนิดของสารเคมีที่ใช้ และระดับการดัดแปร เช่น

1) การดัดแปรด้วยวิธีการเชื่อมข้าม (cross-linked starch)

การดัดแปรด้วยวิธีการเชื่อมข้าม เป็นการแป้งโดยใช้สารเคมีที่มีหมู่ฟังก์ชันมากกว่า 1 หมู่ โดยเรียกสารเคมีนั้นว่า cross-linking reagent เช่น โซเดียมไตรเมตาฟอสเฟส ฟอสฟอรัสออกไซด์ และ อิพิคลอโรไฮดิน เป็นต้น สารเคมีที่ใช้นี้สามารถทำปฏิกิริยากับหมู่ไฮดรอกซิลของหมู่โมเลกุลได้มากกว่า 1 หมู่ โดยสภาวะที่ทำการดัดแปรจะแตกต่างกันไปตามชนิดของสารเคมีที่ใช้ โดยทั่วไปจะทำในอุณหภูมิห้องประมาณ 35 องศาเซลเซียส จนถึง 50 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะความเป็นกลางหรือเบสเล็กน้อยและเมื่อถึงการเชื่อมข้านในระดับที่ต้องการจะหยุดปฏิกิริยายาด้วย การปรับค่าให้เป็น pH7 (Rutenberg และ Solalek, 1984)

2.6.4.3 วิธีทางเอนไซม์

การใช้เอนไซม์ในการย่อยแป้งเพื่อเพิ่มอัตราการเกิด รีโทรเกรเดชัน เช่น การใช้เอนไซม์ ∞-amylase เพื่อลดขนาดโมเลกุลของแป้งให้ได้เป็น มอลโตเดรกติน ที่มีระดับการย่อยต่ำ โดยการใช้เอนไซม์ตัดพันธะกิ่ง (Chin และคณะ, 1994) เป็นต้น เป็นการเพิ่มศักยภาพในการเตรียมแป้งทนย่อยจากแป้งชนิดที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ การใช้เอนไซม์ในการตัดพันธะกิ่งสามารถเพิ่ม ปริมาณของแป้งทนย่อยได้ เนื่องจากเมื่ออะมิโลเพกตินที่ถูกตัดกิ่งจะสามารถเกิดการจัดเรียงตัวเป็นผลึกได้ง่ายขึ้น จึงสามารถเพิ่มปริมาณ แป้งทนย่อย ได้ นอกจากนี้การดัดแปรโดยเอนไซม์สามารถเพิ่มปริมาณแป้งทนย่อยได้สูงกว่าวิธีอื่นๆ อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 การวิเคราะห์ค่าดัชนีน้ำตาลในอาหาร

การวัดค่าดัชนีน้ำตาล สามารถทำได้ 2 วิธีการหลักๆ ดังนี้

1) *in vitro* **digestibility**

เป็นการวัดปริมาณกลูโคสจาการวิเคราะห์ในห้องทดลอง ซึ่งเป็นระบบการวิเคราะห์ โดยใช้วิธีการเลียนแบบการย่อยอาหารประเภทแป้งในระบบการย่อยอาหารในร่างกายของมนุษย์ โดยใช้เอนไซม์ที่เหมือนร่างกายมนุษย์ในอาหารที่จะทำการทดสอบ และจึงทำการย่อยในสภาวะควบคุมจนถึงเวลาที่กำหนด จากนั้นจึงวัดปริมาณกลูโคสที่เกิดขึ้นและนำมาคำนวณค่าดัชนีน้ำตาล

2) *in vivo* **digestibility**

เป็นการวัดปริมาณกลูโคสในเลือกของสัตว์หรือมนุษย์ที่อยู่ภายใต้การควบคุม ซึ่งการทดสอบจะให้ผู้ทดสอบรับประทานอาหารที่ต้องการทดสอบและวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคสในเลือด (Wiseman และคณะ, 2000)

2.7 ไฮโดรคอลลอยด์

ไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloids) เป็นสารพอลิแซ็คคาไรด์ หรือเป็นโปรตีนที่เป็นพอลิเมอร์ โมเลกุลเดี่ยวมาต่อกันจนมีน้ำหนักโมเลกุลที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งได้จากการสกัด จากพืช สาหร่าย และเชื้อจุลินทรียรวมทั้งกัมที่ได้จากยางของพืช และไบโอพอลิเมอร์ดัดแปรซึ่ง ได้จากการทำปฏิกิริยาทางเคมีหรือเอนไซม์ในแป้งหรือเซลลูโลส นอกจากนี้ยังรวมถึงเจลาตินซึ่ง เปนโปรตีนชนิดหนึ่งด้วย สารกลุ่มนี้จะไม่ละลายในน้ำ แต่จะแขวนลอย (disperse) อยู่ในน้ำ โดยจับกับโมเลกุลของน้ำ

ในอุตสาหกรรมอาหารนิยมใช้สารไฮโรคอลลอยด์ ในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ของอาหาร ช่วยในการเพิ่มความข้นหนืด การดูดซับน้ำเพื่อลดการสูญเสียน้ำจากอาหาร เพิ่มความเสถียรในผลิตภัณฑ์อิมัลชั่น เป็นต้น การเลือกใช้ไฮโดรคอลลอยด์ใน ผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ ต้องพิจารณาถึงลักษณะของผลิตภัณฑ์เป็นอันดับแรก แล้วจึงเลือกไฮโดรคอลลอนด์เข้ามาเป็นตัวช่วยในการปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัส และลักษณะของผลิตภัณฑ์ ดังนั้น การเลือกใช้ไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมถือเป็นสิ่งสำคัญ หากเลือกไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะกับผลิตภัณฑ์จะส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีคุณภาพ มีอายุการเก็บที่ยาวนาน และเสื่อมเสียได้ยาก ส่วนใหญ่ไฮโดรคอลลอยด์ที่นำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร เป็นไฮโดรคอลลอยด์ จากธรรมชาติหรือดัดแปรจากธรรมชาติ ไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิด จะมีสมบัติแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 หน้าที่ของไฮโดรคอลลอยด์

ชนิดของไฮโดรคอลลอยด์	หน้าที่ของไฮโดรคอลลอยด์		
	สารเพิ่มความข้นหนืด	สารที่ทำให้เกิดเจล	สารเพิ่มความคงตัว
กัว กัม (Guar gum)	+	-	-
โลคัสบีน กัม (Locust bean gum)	+	-	-
เพคติน (Pectin)	-	+	+
แอลจิเนต (Alginate)	+	+	+
อะการ์ (Agar)	-	+	+
คาราจีแนน (Carrageenan	-	+	+
เซลลูโลส (Cellulose derivatives)	+	-	-
กัมทรากาแคนท์ (Gum tragacanth)	+	+	-
อะราบิก กัม (Gum arabic)	+	-	+
แป้ง (Starches)	+	-	+
แซนแทน กัม (Xanthan gum)	+	-	+

ที่มา: Sharma (1981)

2.7.1 ตัวอย่างไฮโดรคอลลอยด์ที่มีสมบัติเป็นสารเพิ่มความหนืด (thickener)

2.7.1.1 กัมทรากาแคนท์ (Gum tragacanth) เป็นยางที่ได้จากต้น *Astragalus microcephalus*, *Astragalusgummifer* และ *Astragalus kurdicus* พบมากบริเวณกึ่งทะเลทรายและบนภูเขาของประเทศอิหร่าน ซีเรีย และตุรกี ยางที่ได้เป็นของเหลวข้นเหนียว กัมตาร์ตาแคนท์ประกอบด้วยโมโนแซคคาไรด์หลายๆ ชนิดผสมกัน ได้แก่ D-galacturonicacid, D-galactose, L-fucose, Dxylose และ Larabinose และ Lrhamnose กัมทรากาแคนท์ จัดเป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่มีความหนืดมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากพืชทั้งหมด มีลักษณะเนื้อคล้ายเจลที่ค่อนข้างนุ่ม กัมตาร์ตาแคนท์ สามารถละลายได้ในน้ำเย็น มีความคงตัวต่อความร้อนและทนกรดได้เป็นอย่างดีจนถึง pH 2 นิยมใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวให้กับน้ำสลัด มายองเนส และซอส เพราะผลิตภัณฑ์อาหารเหล่านี้มีลักษณะเนื้อเป็นครีม จึงต้องการความคงตัวสูง และยังใช้สามารถใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตไอศกรีมทำให้ไอศกรีมมีลักษณะเนื้อเนียนและมีความคงตัวดี นอกจากนี้ยังสามารถเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ในการผลิตขนมปังเพื่อเพิ่มความเหนียวในเนื้อขนมปังได้อีกด้วย (Stephen, 1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.2 แซนแทนกัม (Xanthan gum) เป็นกัมที่ได้โดยการหมักด้วยเชื้อแบคทีเรีย บริสุทธิ์ คือ *Xanthomonas campestris* หลังจากกระบวนการหมักแล้วจะนำมาตกตะกอนด้วย ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ แยกเอา แซนแทนกัมออกมาทำให้แห้งแล้วบดให้ละเอียด แซนแทนกัมสามารถละลายได้ทั้งในน้ำเย็นและน้ำร้อน สารละลายที่ได้มีความหนืดสูง ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ มีความคงตัวสูงต่อความร้อนและกรด ความหนืดของ แซนแทนกัม จะคงที่ถึงแม้อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงในช่วง 0 – 100 องศาเซลเซียส หรือ pH จะเปลี่ยนแปลงในช่วง 1 - 13 ก็ตาม สารละลาย แซนแทนกัมใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความหนืดเพิ่มความคงตัวและทำให้อนุภาคแขวนลอยได้ดี เช่น ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัวให้กับไอศกรีม ถ้านำ แซนแทนกัมมาผสมกับ โลคัสบีกัม จะนิยมนำมาใช้กับอาหารประเภท ขนมหวาน ซอส มะเขือเทศสำหรับ พิซซ่า ไส้ขนมอบ ผลิตภัณฑ์ขนมอบ และไส้พาย เป็นต้น (Stephen, 1995

2.7.1.3 กัวกัม (Guar gum) ได้จาก endosperm ของเมล็ดต้น guar (Cyamopsis tetragonolobus) มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดียและปากีสถาน ปัจจุบันมีปลูกในรัฐเทกซัส สหรัฐอเมริกา โครงสร้างของ Guar gum เป็น โพลิเมอร์สายยาวของ mannose ที่ต่อกันด้วยพันธะ1,4 และมีกิ่งแขนงของกลูโคส โดยทุก ๆ 2 โมเลกุลของน้ำตาลแมนโนส (mannose) ต่อกับ 1 โมเลกุลของกลูโคส ด้วยพันธะ 1,6 กัวกัมไม่มสมบัติ แต่กระจายตัวและอุ้มน้ำได้ดีในน้ำเย็น จึงใช้ทำหน้าที่หลักเป็นสารเพิ่มความหนืด เพิ่มความคงตัวและอุ้มน้ำ และทนต่อ pH ช่วงกว้างตั้งแต่ 4-10 และมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้สูงสุดที่ pH 7.5-9.5 ผลิตภัณฑ์อาหารที่นำกัวร์กัม ไปใช้ได้แก่ ขนมหวาน ซอส ซุป ไอศกรีม น้ำสลัด ซุปผงและใช้เป็นส่วนผสมของน้ำเกรวี (นิธิยา, 2534)

2.7.1.4 โลคัสบีนกัม (Locust bean gum) โครงสร้างโมเลกุลของ โลคัสบีน กัม เป็น พอลิเมอร์สายยาว ประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 ชนิดคือ น้ำตาลแมนโนส (mannose) เป็นส่วนที่เป็นสายหลัก สลับกับน้ำตาลกาแล็กโทส (galactose) ที่เป็นกิ่งแขนงสายหลักของน้ำตาลแมโนสต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic bond) ชนิดบีตา-1,4 และมีกิ่งแขนงของ กลูโคสต่อกันด้วยพันธะชนิดแอลฟา - 1,6 สมบัติของ โลคัสบีน กัม ไม่ละลายในน้ำเย็น แต่พองตัวได้สามารถละลายได้ดีในน้ำร้อน จะให้สารละลายที่มีความหนืดสูงที่สุดเมื่อรับความร้อนสูงถึง 95 องศาเซลเซียสโลคัสบีน กัม ไม่สามารถเกิดเจลได้ต้องนำมาผสมกับแซนแทนกัมจึงจะทำให้เกิดเจล โลคัสบีนกัมใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดได้แก่ อาหารกระป๋อง ซอส ขนมหวาน เนยแข็ง ไอศกรีม เครื่องดื่ม และผลิตภัณฑ์เนื้อ (PhillipsและWilliams, 2000)

2.7.1.5 แอลจิเนต (Alginate) แอลจิเนตหรืออัลจินเป็นสารที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล (Phaeophyceae) สาหร่ายเหล่านี้พบได้ทั่ว ๆไปในโลก ประเทศที่ผลิตอัลจิเนต มาก คือ อเมริกา อังกฤษ ฝรั่งเศส สเปน นอร์เวย์ แคนนาดา และญี่ปุ่น แอลจิเนตที่ผลิตจำหน่ายเป็นการค้ามีหลายอนุพันธ์มีสมบัติการละลายในน้ำที่แตกต่างกัน อนุพันธ์เหล่านี้จะละลายได้ทั้งในน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร้อนและน้ำเย็น ความหนืดของสารละลายแอลจิเนตที่ได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเข้มข้น น้ำหนักโมเลกุล และการมีโลหะประจุบวก อัลจิเนตไม่ทุกชนิดมีคุณสมบัติเป็นเจลและจะเกิดเจลได้ต่อเมื่อมีการทำปฏิกิริยากับแคลเซียม คุณสมบัติของแอลจิเนตคือการทำให้เกิต Irreversible gel ในน้ำเย็นเมื่อมีสารประกอบแคลเซียมรวมอยู่ด้วย ซึ่งคุณสมบัติในการเกิตเจลที่อุณหภูมิต่ำนี้ทำให้แอลจิเนตแตกต่างจากไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากสาหร่ายชนิตอื่น อัลจิเนตถูกนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดตั้งแต่ปี ค.ศ. 1920 โดยเติมในอาหารกระป๋องบางชนิด ใช้เป็นสารเพิ่มความหนืต สารเพิ่มความคงตัว ทำให้อีมัลชันคงตัวและ สารทำให้เกิดเจล (Stephen, 1995)

2.7.2 ตัวอย่างไฮโดรคอลลอยด์ที่มีสมบัติเป็นสารที่ทำให้เกิดเจล (gelling agent)

2.7.2.1 อะการ์ (Agar) อะการ์หรือวุ้นเป็นสารที่สกัตได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง (Rhodophyceae) ที่นิยมใช้มากคือ *Gelidium cartilagineum*, *Gracilaria confervoides* และ *Pteroclaia capillacea* ซึ่งสองชนิดแรกใช้ผลิตอะการ์ทางการค้า ประเทศที่ผลิตได้แก่ ญี่ปุ่น สเปน ชิลี และเกาหลี อะการ์ประกอบด้วย agarose และ agaropectin ซึ่ง agarose เป็นโพลีแซคคาไรด์ประกอบด้วย 1,4 linked 3,6-anhydro-L-galactose และ 1,3 linked b-D-galactose เรียงสลับกัน อะการ์จะไม่ละลายในน้ำเย็น ละลายได้อย่างช้าๆ ในน้ำร้อน ละลายได้ดีที่ความเข้มข้นไม่เกิน 4% ในน้ำเดือด ถ้าใช้ที่ความเข้มข้นสูงให้ autoclave ที่ 120 เซลเซียส เพื่อช่วยในการละลาย อะการ์มีความสามารถดูดน้ำได้ดีทำให้เกิดเจลได้ที่ความเข้มข้นต่ำเพียงร้อยละ 0.04 เกิดเจลได้โดยไม่ต้องอาศัยสารอื่นๆช่วยในการเกิดเจล โดยทั่วไปอุณหภูมิเกิดเจลประมาณ 35 - 40 องศาเซลเซียส และมีจุดหลอมเหลวอยู่ในช่วง 85 - 90 องศาเซลเซียส เจลที่ได้มีลักษณะเนื้อแข็ง ขุ่นสีเหลืองอ่อน เปราะแตกได้ง่าย (นิธิยา, 2534)

2.7.2.2 คาราจีแนน (Carrageenan) คาร์ราจีแนนเป็นสารที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดงแดง (Rhodophyceae) มีโครงสร้างหลักเป็นกลูโคส (galactose) เชื่อมต่อกันด้วยพันธะกลูโคซิดิก (glycosidic) คาร์ราจีแนนทุกชนิดละลายได้ในน้ำร้อน ถ้าเป็นเกลือ sodium ของ คาราจีแนน ชนิด Kappa และ Iota จะสามารถละลายได้ในน้ำเย็น คาราจีแนนชนิด Kappa และ Iota มีความสามารถที่จะเกิดเจลได้เมื่อสารละลายของ คาราจีแนนเย็นตัวลง ซึ่งเจลเหล่านี้จะเป็น thermoreversible aqueous gel คือ สามารถที่จะละลายเมื่อได้รับความร้อนและเกิดเจลอีกครั้งเมื่อเย็นตัวลง ในการนำคาราจีแนนไปใช้ในอุตสาหกรรมต้องคำนึงถึง ประจุของผลิตภัณฑ์นั้นๆ ด้วย เช่น ใช้คาราจีแนนผสมลงในอาหารที่มีโปรตีน หมู่ซัลเฟตในโมเลกุลของคาราจีแนน จะทำปฏิกิริยากับหมู่ที่มีประจุในโมเลกุลของโปรตีนได้ ได้แก่ การนำ คาราจีแนน ไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม ซึ่งจะเติมคาราจีแนนลงในส่วนผสมของไอศกรีมเพื่อเป็นสารเพิ่มความคงตัว ช่วยให้ส่วนผสมของไอศกรีมผสมเป็นเนื้อเดียวกันได้ง่าย และไม่มีส่วนที่เป็นของเหลวแยกตัวออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 ตัวอย่างไฮโดรคอลลอยด์ที่มีสมบัติเป็นสารเพิ่มความคงตัว (stabilizer)

2.7.3.1 เพคติน (Pectin) เพคตินได้จากการ breakdown ของ Protopectin ที่มีอยู่ในเนื้อเยื่อพืช จะประกอบไปด้วย neutral sugars หลายชนิด เช่น rhamnose, galactose, arabinose และน้ำตาลอื่นๆ จำนวนเล็กน้อย ประเภทของเพคตินตามค่า DM หรืออัตราส่วนของหมู่ methylated galacturonic acid ต่อหมู่ galacturonic acid ทั้งหมดที่มีอยู่ในโมเลกุลของเพคติน แบ่ง ได้เป็น 2 ชนิดคือ ชนิด Low methoxyl (LM) ซึ่งจะมีค่า DM น้อยกว่าร้อยละ 50 และชนิด high methoxyl (HM) ซึ่งมีค่า DM มากกว่าร้อยละ 50 เพคตินที่สกัดได้จากธรรมชาติจะเป็นชนิด HM ที่มีค่า DM สูงถึงร้อยละ75 เมื่อนำมาทำให้เกิดปฏิกิริยา de-esterification จะได้เพคตินชนิด LM เพคตินทั้งชนิด LM และ HM จะมีสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน โดย เพคตินชนิด LM สามารถเกิดเจลโดยมีปริมาณของแคลเซียมในระดับหนึ่ง และมีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดตั้งแต่ร้อยละ10-80 ที่ pH ช่วงกว้างตั้งแต่ 2.9 - 5.5 เจลที่ได้จะเป็นชนิด thermoreverible ลักษณะเนื้อสัมผัสของเจลจะมีความอ่อนนุ่มและยืดหยุ่นมากกว่าเจลที่ได้จากเพคตินชนิด HM หรืออะการ์ และเพคตินชนิด HM ใช้กับอาหารที่มี pH ตั้งแต่ 2.0 - 3.5 และต้องมีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมากกว่า ร้อยละ 55 ถึงจะเกิดเจลได้

2.7.3.2 อะราบิกกัม (Gum arabic) เป็น กัม ที่ได้จากต้น *Acacia Senegal* และ *Acacia seyal* ซึ่งเป็น พลีแซคคาไรด์เชิงซ้อนและมีไนโตรเจนจำนวนเล็กน้อย องค์ประกอบทางเคมีจะแตกต่างกันเล็กน้อยตามแหล่งที่มา ภูมิอากาศ ฤดูกาลและอายุของต้น อะราบิก กัม สามารถ ละลายได้ในน้ำและให้สารละลายใสที่มีสีตั้งแต่เหลืองอ่อนจนถึงน้ำตาลส้ม แต่ กัม ที่ได้จาก *Acacia Senegal* มีโครงสร้างที่เป็นกิ่งแขนงมากและโมเลกุลอัดกันแน่น จึงทำได้สารละลายที่ข้นหนืดที่ความเข้มข้นสูง สามารถละลายได้ที่ความเข้มข้นสูงถึงร้อยละ 55% และสารละลายที่ได้มีความหนืดต่ำ จึงทำให้ อะราบิก กัม มีสมบัติที่แตกต่างจากไฮโดรคอลลอยต์ชนิดอื่นซึ่งสามารถละลายได้สูงสุดเพียงร้อยละ 5 เท่านั้นเนื่องจากสารละลายที่ได้มีความหนืดสูง อะราบิก กัม จึงถูกนำมาใช้มากที่สุดในกลุ่มของไฮโดรคอลลอยต์ที่ได้จากพืช เพราะละลายได้ดีในน้ำและทนต่อ pH ส่วนใหญ่ อะราบิก กัม จะนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ อาหารประเภท ขนมหวาน เช่น มาชเมลโล่ และ ลูกอม เพราะทำหน้าที่ยับยั้งการตกผลึกของน้ำตาลและช่วยให้เกิดอิมัลชั่นได้ดี ในอุตสาหกรรมการผลิตสารที่ให้กลิ่นจะใช้ อะราบิก กัม เป็น ตัวรักษาสภาพเซลล์ของผลิตภัณฑ์ (Fixative) เพราะขณะทำการพ่นสารที่ให้กลิ่นลงบนผลิตภัณฑ์อาหาร อะราบิก กัม จะช่วยเคลือบผิวนอกของผลิตภัณฑ์อาหาร ทำให้สารที่ให้กลิ่นติดอยู่บนผิวของอาหาร ช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นและการระเหยของสารที่ให้กลิ่นออกไปจากอาหารอีกด้วย และยังใช้เป็นตัวกักเก็บกลิ่นรส (Flavor encapsulating agent) เพื่อนำไปใช้ในพวกผลิตภัณฑ์แบบผง เช่น ซุปผง ในเบียร์ อะราบิก กัม จะช่วยทำให้ฟองเบียร์คงตัว ได้อีกด้วย (Stephen และ Churm, 1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัชชาและคณะ (2553) ศึกษาการพัฒนาอาหารว่างซาลาเปาด้วยการใช้แป้งข้าวกล้องและสารให้ความหวานพาลาทีน (ไอโซมอลทูโลส) เพื่อลดค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ โดยการแปรปริมาณน้ำตาล 2 ระดับ ร้อยละ 25 และ ร้อยละ 50 โดยการแปรปริมาณข้าวกล้อง 4 ระดับ ร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 พบว่า การใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนได้ในระดับ ร้อยละ 40 ของน้ำหนักแป้งสาลี และใช้สารให้ความหวานได้ ร้อยละ 50 ของปริมาณน้ำตาลทั้งหมด และสามารถลดค่าดัชนีน้ำตาลลงได้ ร้อยละ 33.23 ค่าดัชนีน้ำตาลอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ (น้อยกว่า 55) คือ 43.69

พร้อมลักษณ์ และ คณะ (2555) ศึกษาการพัฒนาคุกกี้ข้าวกล้องสินเหล็ก โดยการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องสินเหล็ก ในอัตราส่วน 0:100, 20:80, 40:60, 60:40 และ 80:20 พบว่า อัตราส่วนต่อแป้งข้าวกล้องสินเหล็กที่เหมาะสมในการผลิตคุกกี้คือ 40:60 ซึ่งมีคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุด และ ค่าดัชนีน้ำตาลอยู่ในระดับต่ำ (น้อยกว่า55)

วนัสนันท์ (2555) ศึกษาการใช้แป้งกล้วยน้ำว้าดิบต่อแป้งข้าวเจ้าในเส้นก๋วยเตี๋ยวเพื่อเพิ่มปริมาณแป้งทนย่อยอัตราส่วนร้อยละ 0, 20, 40, 60, 80 และ 100 โดยน้ำหนัก พบว่า เส้นก๋วยเตี๋ยวที่ทดแทนแป้งกล้วยน้ำว้าดิบในอัตราส่วนมากขึ้นส่งผลทำให้ มีค่าความสว่าง (L*) ลดลง ในขณะที่ค่าสีแดง (a*) ค่าสีเหลือง (b*) มีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อนำไปทดสอบความต้านทานต่อแรงดึง (tensile strength) และค่าความแข็ง (hardness) ของเส้นก๋วยเตี๋ยว พบว่ามีค่าสูงขึ้น

วนัส และคณะ (2556) ศึกษาผลของแป้งถั่วแปะยีต่อค่าดัชนีน้ำตาลและคุณภาพของมักกะโรนีโดย โดยใช้แป้งถั่วแปะยีมาผสมกับน้ำในอัตราส่วนแป้งต่อน้ำเท่ากับ 1:4 หมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง และนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง จากนั้นนำมาทำเส้นมักกะโรนี โดยนำมาแปรอัตราส่วนระหว่างแป้งเซโมลินาต่อแป้งถั่วแปะยี 100:0, 90:10, 85:15, 80:20, 75:25 และ70:30 โดยน้ำหนัก พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งถั่วแปะยี ส่งผลทำให้ค่าสีแดง(a*) และค่าสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น แต่ค่าความแน่นเนื้อ (firmness) และค่าความเหนียว(stickiness) ลดลง เมื่อนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าอัตราส่วนที่ผู้บริโภคยอมรับอยู่ที่ 85:15 ความชอบโดยรวมอยู่ที่ ความชอบเล็กน้อย และเมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์ แป้งเซโมลินาต่อแป้งถั่วแปะยี ร้อยละ 85:15 โดยมีค่าดัชนีน้ำาตาลลดลงร้อยละ13 ซึ่งค่าดัชนีน้ำตาลลดลงมาจาก 77 เหลือเพียง 64

ธัญสินี (2557) ได้ศึกษาการลดค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมไทย ได้แก่ ขนมดอกจอก ขนมแป้งถั่วทอด และขนมเข่งโดยใช้แป้งทนย่อย สูง 4 ชนิด เป็นแป้งจากแหล่งธรรมชาติ 2 ชนิด ได้แก่แป้งกล้วย และ แป้งหัวพุทธรักษาและเป็นแป้งดัดแปรทางการค้า 2 ชนิด ได้แก่ Hi-maiza 260 และ T-fiber โดยทำการแทนที่แป้งข้าวด้วยแป้งทนย่อยสูง ที่ระดับร้อยละ 15, 20 และ 30 จากนั้นนำมาวิเคราะห์อัตราการย่อยสตาร์ช วิเคราะห์ค่า ดัชนีน้ำตาล สมบัติด้านเนื้อสัมผัส และ ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า แป้งที่มีคุณสมบัติทนย่อยสูงทุกชนิด จะส่งผลให้ค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ต่ำลง จากระดับสูง (มากกว่า 70) ลดลงมาอยู่ที่ระดับกลาง (59 - 56) และพบว่าแป้งกล้วยมีสมบัติในการทำให้ค่าดัชนีน้ำตาลลดลงได้มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม แป้งที่มีปริมาณแป้งทนย่อยสูง จะส่งผลต่อคุณภาพเนื้อสัมผัสและคะแนนการยอมรับลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งทนย่อยที่สูงขึ้น

ณัฐปภัสร์ (2557) ศึกษาผลของปริมาณอะมิโลสต่ออัตราการย่อยสตาร์ชและค่าดัชนีน้ำตาลของเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยการเติมแป้งอะมิโลสสูงลงไป ร้อยละ 5, 10, 15, 20 และ 25 จากนั้นนำแป้งผสมทุกสูตรมาผลิตเป็นก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็กอบแห้งทดสอบสมบัติด้านการย่อยของผลิตภัณฑ์ ด้วยวิธีแบบ *In-vitro* ประมาณค่าดัชนีน้ำตาลของเส้นก๋วยเตี๋ยวและทำการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส รวมถึงการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยว ผลการทดลองในส่วนของสมบัติแป้งผสมพบว่าเมื่อปริมาณอะมิโลสเพิ่มสูงขึ้นเนื้อสัมผัสของเจลแป้ง ได้แก่ ค่าความแข็ง (hardness) ความยืดหยุ่น (springiness) ความเหนียว (gumminess) และความทนต่อการเคี้ยว (chewiness) มีค่าเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณอะมิโลส ในส่วนของสมบัติการย่อยสตาร์ช พบว่าอัตราการย่อยและค่าดัชนีน้ำตาลของเส้นก๋วยเตี๋ยวลดลงเมื่อปริมาณอะมิโลสเพิ่มขึ้น โดยที่ค่าดัชนีน้ำตาล ลดลงจาก 79.0 มาที่ 73.2, 74.6, 69.6, 66.6 และ 57.1 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามปริมาณอะมิโลสที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นก๋วยเตี๋ยวเปลี่ยนไปโดยจะมีค่าความต้านทานต่อแรงดึงลดลงและระดับความชอบที่ลดลง

ศันสนียและคณะ (2558) ศึกษาการใช้แป้งข้าวที่ผ่านการหมักร่วมกับการให้ความร้อนและความชื้น (fermentation and heat moisture treatment, FHMT) ในการผลิตขนมจีน โดยนำแป้ง FHMT ที่ผ่านการหมัก 1 วัน และผ่านกระบวนการให้ความร้อนร่วมกับความชื้นที่ระดับความชื้นร้อยละ 25 และอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณแป้งที่ที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ (resistant starch, RS) เท่ากับร้อยละ 5.92 มาผลิตเป็นเส้นขนมจีน จากการศึกษาพบว่าแป้ง FHMT ทำให้ เส้นขนมจีนมีปริมาณแป้งทนย่อยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ3.26 เป็นร้อยละ 5.92 เมื่อนำแป้ง FHMT มาผลิตเป็นเส้นขนมจีนทำให้เส้นขนมจีนมีสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น เนื้อสัมผัสมีความแข็งเพิ่มขึ้น และค่าการเกาะติดพื้นผิวลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นขนมจีนที่ทำจากแป้งข้าวปกติ

Brennan และคณะ (2004) ได้ศึกษาถึงอิทธิพลของการเพิ่มอินนูลินต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและลักษณะเฉพาะทางด้านโภชนาการของแป้งพาสต้า พบว่าการเพิ่มอินนูลิน (inulin) จะส่งผลต่อค่าการพองตัว (swelling index) และความแน่นเนื้อ (firmness) ต่ำลง แต่จะไม่มีผลต่อค่าแรงยึดเกาะพื้นผิว (adhesiveness) และ ความยืดหยุ่น (elasticity) ของผลิตภัณฑ์พาสต้า นอกจากนี้ยังสามารถลดการสูญเสียน้ำระหว่างกรรมวิธีการปรุงได้ ส่วนทางด้านโภชนาการ พบว่า การย่อยน้ำตาลระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการ *in vitro* starch digestion เป็นไปอย่างช้าๆ และส่งผลทำให้ค่าดัชนีน้ำตาลของเส้นพาสต้าลดลงจาก 44 เหลือ 37 หรือลดลงประมาณร้อยละ 15 เมื่อเทียบกับแป้งพาสต้าปกติ

Sozer (2009) ได้ศึกษาการเตรียมโดพาสต้าจากแป้งข้าวเจ้าโดยใช้กัวร์กัม ร้อยละ 0.5 เคซีน ร้อยละ 0.1 ไข่ขาว ร้อยละ 1 และ ใช้แป้งข้าวเจ้าทนย่อยพรีเจลาติไนซ์ร่วมกับแป้งข้าวเจ้าทนย่อยที่ไม่ได้ผ่านการพรีเจลาติไนซ์ในอัตราส่วน 0:100, 75:25, 50:50 และ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเจ้าทนย่อยพรีเจลาติไนซ์ส่งผลให้โดพาสต้ามีความหยืดหยุ่นมากขึ้น อย่างไรก็ตามโดพาสต้าที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวเจ้าทนย่อยพรีเจลาติไนซ์ในอัตราส่วน 0:100 และ 75:25 ทำให้โดมีความหยืดหยุ่นมากขึ้นจริง แต่ส่งผลให้ค่าความแข็งเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วยเมื่อตรวจสอบด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส นอกจากนี้ยังส่งผลให้ผิวสัมผัสของโดไม่เรียบเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับโดพาสต้าอยู่ที่อัตราส่วน 50:50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์

3.1.1 ข้าวเจ้าหอมมะลิ 105	ตลาดเกรียงไกร, ลาดกระบัง, ประเทศไทย
3.1.2 ข้าวเจ้าเส้าไห้สระบุรี	ตลาดเกรียงไกร, ลาดกระบัง, ประเทศไทย
3.1.3 แป้งมันสำปะหลัง	ตราปลาไทย5ดาว, อีทีซีเอี๊ยบตงจั่น, ประเทศไทย
3.1.4 แป้งข้าวเหนียว	ตราปลาไทย5ดาว, อีทีซีเอี๊ยบตงจั่น, ประเทศไทย
3.1.5 แป้งเท้ายายม่อม	ตราปลาไทย5ดาว, อีทีซีเอี๊ยบตงจั่น, ประเทศไทย
3.1.6 กะทิ	ตราอร่อยดี, ไทยอกริฟู้ดส์, ประเทศไทย
3.1.7 น้ำมัน	ตรามรกต, มรกต อินดัสตรี้ส์, ประเทศไทย
3.1.8 สารไฮโดรคอลลอยด์ 1	บริษัท วังเคมี จำกัด, ประเทศไทย
3.1.9 สารไฮโดรคอลลอยด์ 2	บริษัท วังเคมี จำกัด, ประเทศไทย

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.2.1 เครื่องชั่งละเอียด 2 ตำแหน่ง	Mettler Toledo, PB3002-L, Switzerland
3.2.2 เครื่องชั่งละเอียด 4 ตำแหน่ง	Mettler Toledo, ML204, Switzerland
2.2.3 เครื่องหมุนเหวี่ยง	Thermo Fisher, LegendMach1.6R, Germany
3.2.4 UV - VIS Spectrophotometer	Shimadzu, UV-1601, Japan
3.2.5 อ่างควบคุมอุณหภูมิ	Memmert, WNB 7-45, Germany
3.2.6 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง	Mettler Toledo, delta 320, USA
3.2.7 เครื่องดูดจ่ายสารละลาย	Mettler Toledo, Switzerland
3.2.8 เครื่องกวนสารละลาย	IKA-Werke GmbH, C-MAG MS 7,Germa
3.2.9 เครื่อง vortex mixer	Scientific Industries รุ่น G560E, USA
3.2.10 เครื่องวัดสี	Minolta, CR-410, Japan
3.2.11 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส	Texture Analyzer, TA-XT Plus, UK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.12 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอินฟาเรด Holdpeak รุ่น 550 IR, Chaina

3.2.13 เครื่องรีดเส้นพาสต้า MarcatoA, ATLAS I50, France

3.2.14 อุปกรณ์เครื่องแก้ว

3.2.15 อุปกรณ์ครัว

3.3 ชุดวิเคราะห์ปริมาณสตาร์ชทนย่อย

3.3.1 ชุดวิเคราะห์ปริมาณสตาร์ชทนย่อย Resistant starch assay procedure
K-RSTAR , 100 assays per kit
Megazyme, Ireland

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเตรียมแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าข้าวลดดัชนีน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทราย

3.4.1.1 การเตรียมแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล

นำข้าวสายพันธุ์หอมมะลิ105 และ ข้าวเสาไห้ มาบดละเอียดโดยใช้ เครื่อง Pin mill ผ่านรูตะแกรงขนาด 250 ไมครอน (80 เมช) แปรปริมาณความชื้นของแป้งให้ได้ร้อยละ 30 ใส่ภาชนะปิดสนิท บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำเข้าตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer) อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้น นำเข้าตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงนำไปทำแห้งในตู้อบลมร้อนแบบถาด (tray dryer) อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง (Gonzalez-Soto, 2004) หรือจนมีความชื้นเหลืออยู่ที่ร้อยละ 13 ± 0.5

3.4.1.2 การเตรียมสูตรและผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทราย

ทำการเตรียมส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ชนิด ตังสูตรในตารางที่ 3.1 และ วิธีทำดังภาพที่ 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 และ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ปริมาณส่วนผสมของผลิตภัณฑ์อาหารว่าง

ส่วนผสม (กรัม)	ขนมกุยช่าย (อมราภรณ์, 2553)	ขนมช่อม่วง (เพ็ญพรรณ, 2556)	ขนมจีบไทย (แม่บ้าน, ม.ป.ป)	ขนมเรไร (กิจติยา, 2557)	ขนมทราย (กิจติยา, 2557)
แป้งข้าว	100	100	100	100	100
แป้งมัน	15	5	5	-	-
แป้งข้าวเหนียว	15	-	5	-	-
แป้งท้าวยายม่อม	-	5	5	15	-
น้ำมันพืช	15	15	15	-	-
กะทิ	-	-	-	120	10
น้ำสะอาด (นวด)	75	75	75	-	25
น้ำสะอาด (กวน)	175	175	175	130	-
น้ำเชื่อม	-	-	-	-	65
แป้งมัน (โรยนวล)	20	20	20	20	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นวดส่วนผสมแป้งข้าว แป้งมัน แป้งข้าวเหนียว กับน้ำและน้ำมันพืช 2 นาที

↓

เติมน้ำสำหรับกวน กวนแป้งจนแป้งร่อนออกจากกระทะ
ใช้เวลา 4 นาที นับตั้งแต่เปิดไฟปานกลาง (อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส)

↓

นำก้อนโดมานวดกับแป้งนวล 2 นาที

↓

คลึงโดเป็นก้อนกลม น้ำหนัก 15 กรัม นาน 3 วินาที

↓

รีดแป้งให้เป็นแผ่น ด้วยเครื่องรีดเส้นพาสต้าที่เบอร์ 4

↓

ใส่ไส้ห่อให้มิด

↓

นึ่งอุณหภูมิมีน้ำเดือด 95 องศาเซลเซียส 5 นาที

↓

ขนมกุยช่าย

ภาพที่ 3.1 การเตรียมผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่าย (ดัดแปลงจาก อมราภรณ์, 2553)
(รายละเอียดแสดงดังภาคผนวก ข1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นวดแป้งข้าวและแป้งมันกับน้ำและน้ำมัน 2 นาที

↓

นำไปกวนจนแป้งร่อนออกจากกระทะ
ใช้เวลา 4 นาที นับตั้งแต่เปิดไฟปานกลาง (อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส)

↓

นำก้อนโดมานวดกับแป้งนวล 30 วินาที

↓

คลึงโดเป็นก้อนกลม น้ำหนัก 8 กรัม

↓

รีดแป้งให้เป็นแผ่น ด้วยเครื่องรีดเส้นพาสต้าที่เบอร์ 4

↓

ใส่ไส้ห่อให้มิด

↓

ใช้แหนบจับจีบเป็นแนวนอนรอบตัวแป้งคล้ายดอกไม้

↓

นึ่งอุณหภูมิมีน้ำเดือด 95 องศาเซลเซียส 5 นาที

↓

ขนมช่อม่วง

ภาพที่ 3.2 การเตรียมผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วง (ดัดแปลงจาก เพ็ญพรรณ, 2556)
(รายละเอียดแสดงดังภาคผนวก ข2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นวดแป้งข้าว แป้งมัน แป้งข้าวเหนียวและแป้งท้าวยายม่อม
กับน้ำและน้ำมัน 2 นาที
↓
นำไปกวนจนแป้งร่อนออกจากกระทะ
ใช้เวลา 4 นาที นับตั้งแต่เปิดไฟปานกลาง (อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส)
↓
นำก้อนโดมานวดกับแป้งนวล 30 วินาที
↓
คลึงโดเป็นก้อนกลม น้ำหนัก 8 กรัม
↓
รีดแป้งให้เป็นแผ่น ด้วยเครื่องรีดเส้นพาสต้าที่เบอร์ 4
↓
ใส่ไส้ห่อให้มิด ใช้แหนบจับจีบเป็นริ้วแนวตั้งเป็นรอบตัวแป้ง
↓
นึ่งอุณหภูมิน้ำเดือด 95 องศาเซลเซียส 5 นาที
↓
ขนมจีบไทย

ภาพที่ 3.3 การเตรียมผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทย (ดัดแปลงจาก เพ็ญพรรณ, 2556)
(รายละเอียดแสดงดังภาคผนวก ข3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมแป้งข้าวและแป้งท้าวยายม่อมกับน้ำและกะทิ คนจนแป้งละลาย

↓

นำไปกวนแป้งจนแป้งร่อนออกจากกระทะ
ใช้เวลา 4 นาที นับตั้งแต่เปิดไฟปานกลาง (อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส)

↓

นำก้อนโดมานวดกับแป้งนวล 30 วินาที

↓

ดึงโดเป็นก้อนกลม น้ำหนัก 15 กรัม

↓

วางลงบนพิมพ์กดขนมเรไร กดเป็นเส้น และ ตะล่อมให้เป็นทรงกลม

↓

นึ่งไฟกลาง อุณหภูมิน้ำ 70 องศาเซลเซียส 5 นาที

↓

หยอดหน้าด้วยหัวกะทิผสมเกลือเคี่ยวจนข้น

↓

โรยหน้าด้วยน้ำตาลทรายผสมงาขาวคั่วบุบและมะพร้าวทึนทึกขูด

↓

ขนมเรไร

ภาพที่ 3.4 การเตรียมผลิตภัณฑ์ขนมเรไร (ดัดแปลงจาก กิจติยา, 2557)
(รายละเอียดแสดงดังภาคผนวก ข4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นวดแป้งกับน้ำกะทิและน้ำสะอาด 5 นาที จนได้ลักษณะเป็นผงหยาบ

↓

นำแป้งขนมทรายมาร่อนผ่านตะแกง 25 เมช

↓

นึ่งอุณหภูมิมีน้ำเดือด 95 องศาเซลเซียส 10 นาที

↓

เติมน้ำเชื่อมลงในแป้งที่นึ่งสุกแล้ว
พักไว้ให้แป้งดูดน้ำเชื่อมจนอิ่มตัว 4 ชั่วโมง

↓

ใช้ส้อมขูดก้อนแป้งให้เป็นผง

↓

โรยหน้าด้วยมะพร้าวทึนทึกขูด

↓

ขนมทราย

ภาพที่ 3.5 การเตรียมผลิตภัณฑ์ขนมทราย (ดัดแปลงจาก กิจติยา, 2557)
(รายละเอียดแสดงดังภาคผนวก ข5)

3.4.2 ศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งข้าวปกติในผลิตภัณฑ์ 5 ชนิด

ทำการทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลต่ออัตราส่วนแป้งข้าวปกติดังนี้ 100:0, 60:40, 50:50 และ 40:60 จากนั้นนำไปทำขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทราย ตามกรรมวิธีดังภาพ 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 และ 3.5 และนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของโดก่อนนึ่งและหลังนึ่ง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1) การเตรียมโดก่อนนึ่งและหลังนึ่ง

1.1) การเตรียมโดก่อนนึ่ง

- **ขนมกุยช่าย ขมนช่อม่วง ขนมจีบไทย และขนมเรไร**

นำโดขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทยและ ขนมเรไร ที่ได้จากการเตรียมดังภาพที่ 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 และ 3.5 มาคลึงเป็นก้อนกลม หนัก 3 กรัม นาน 3 วินาที พักในอุณหภูมิห้อง 35 องศาเซลเซียส พักไว้ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาวิเคราะห์เนื้อสัมผัสและคุณภาพทางด้านสี ต่อไป

- **ขนมทราย**

นำแป้งขนมทรายก่อนนึ่งที่ได้จากการเตรียมดังภาพที่ 3.5 น้ำหนัก 50 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาวิเคราะห์เนื้อสัมผัสและคุณภาพทางด้านสี ต่อไป

1.2) การเตรียมโดหลังนึ่ง

- **ขนมกุยช่าย ขมนช่อม่วง ขนมจีบไทย**

นำโดขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทยและ ขนมเรไร ที่ได้จากการเตรียมดังภาพที่ 3.1, 3.2, 3.3, และ 3.4มาคลึงเป็นก้อนกลม หนัก 3 กรัม นาน 3 วินาที พักในอุณหภูมิห้อง 35 องศาเซลเซียส พักไว้ 1 ชั่วโมง นำไปนึ่ง อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส 5 นาที พักไว้ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาวิเคราะห์เนื้อสัมผัสและคุณภาพทางด้านสี ต่อไป

- **ขนมเรไร**

นำโดขนมเรไร ที่ได้จากการเตรียมในข้อ 3 มากดลงในพิมพ์ขนมเรไรให้เป็นเส้น ตะล่อมขนมให้เป็นทรงกลมโดยใช้พิมพ์แก้วเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร พักในอุณหภูมิห้อง 35 องศาเซลเซียส พักไว้ 1 ชั่วโมง นำไปนึ่ง อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 5 นาที พักไว้ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาวิเคราะห์เนื้อสัมผัสและคุณภาพทางด้านสี ต่อไป

- **ขนมทราย**

นำแป้งขนมทรายที่ผ่านการนึ่งและใช้ส้อมขูดก้อนแป้งให้เป็นผง ใส่น้ำหนัก 50 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร พักในอุณหภูมิห้อง 35 องศาเซลเซียส พักไว้ 1 ชั่วโมง จากนั้นนำมาวิเคราะห์เนื้อสัมผัสและคุณภาพทางด้านสี ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) วิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อสัมผัส

นำโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมกุยช่าย ขมนช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทราย ที่เตรียมได้มาวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสเครื่อง Texture analyzer รุ่น TA.XT plus โดยทำการด้วยการวิเคราะห์แบบ Texture Profile Analysis ใช้หัววัดแบบ Cylinder ทรงกระบอก ขนาด 25 มิลลิเมตร(P/25) Pre-Test-Speed 1.00 mm/sec และ Post-Test-Speed 1.00 mm/sec โดยวัดแรงกด (compression) กดลงไปร้อยละ 90 วิเคราะห์ค่าความแข็ง (hardness) (กิโลกรัมแรง) ค่าแรงในการเกาะพื้นผิว (adhesiveness) (กิโลกรัมแรง.วินาที) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) (มิลลิเมตร) และค่าแรงในการเกาะตัว (cohesiveness)

3) วิเคราะห์คุณภาพด้านสี

นำโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมกุยช่าย ขมนช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทรายนำผลิตภัณฑ์หลังนึ่ง ทั้ง 5 ชนิด มาวิเคราะห์ ค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง(b*) ด้วยระบบ Chroma meter ด้วยเครื่อง Minolta CR-400

3.4.2.2 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทรายที่ทดแทนอัตราส่วนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ที่ใส่ไส้เรียบร้อยแล้ว ตามกรรมวิธีดังภาพที่ 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 และ 3.5 มาทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการประเมินแบบ 5 – point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด 2 ไม่ชอบ 3= เฉยๆ 4=ชอบปานกลาง และ 5=ชอบมากที่สุด) ร่วมกับการทดสอบความชอบของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดยวัดความพอดี (Just About Right, JAR) (น้อยไป, พอดี และ มากไป) โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 30 คน ดังนี้ (รายละเอียดแบบทดสอบแสดงในภาคผนวก ค1)

- **ขนมกุยช่าย**

ทำการทดสอบแบบ 5 – point hedonic scale ด้านความหนาของแป้ง กลีบ สี กลิ่นรสของแป้ง รสชาติโดยรวม การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว และความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว และทำการทดสอบแบบวัดความพอดี Just About Right ด้านการกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว และความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย**

ทำการทดสอบแบบ 5 – point hedonic scale ด้านความหนาของแป้ง ความชัดเชนของกลีบ สี กลิ่นรสของแป้ง รสชาติโดยรวม การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว และความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว และทำการทดสอบแบบวัดความ (Just About Right, JAR) ด้านการกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว และความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว

- **ขนมเรไร**

ทำการทดสอบแบบ 5 – point hedonic scale ด้านความคงตัวของเส้น สี กลิ่นรสของแป้ง รสชาติโดยรวม การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว และความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว และทำการทดสอบแบบวัดความพอดี (Just About Right, JAR) ด้านการกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว และความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว

- **ขนมทราย**

ทำการทดสอบแบบ 5 – point hedonic scale ด้านความฟูเบาของแป้ง สี กลิ่นรสของแป้ง รสชาติโดยรวม ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยวและทำการทดสอบแบบวัดความพอดี (Just About Right, JAR) ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว

3.4.2.3 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์นึ่ง 5 ชนิด แยกเป็นผลิตภัณฑ์นึ่งแต่ละชนิดในข้อที่ 3.2.1 ใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ (SPSS 20.0)

วิเคราะห์ข้อมูลทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านความชอบของผลิตภัณฑ์นึ่งทั้ง 5 ชนิด แยกเป็นผลิตภัณฑ์นึ่งแต่ละชนิดโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized complete Block Design, RCBD) และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ผลทางสถิติ (SPSS 20.0) และวิเคราะห์ผลการประเมินความพอดีความพอดี (Just About Right, JAR) เป็นค่าร้อยละของจำนวผู้ทดสอบที่ตอบในเกณฑ์ น้อยไป พอดี และมากไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.4 วิเคราะห์ค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์นึ่ง 5 ชนิด

เลือกผลิตภัณฑ์นึ่งที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลจากอัตราส่วนที่เลือกในข้อที่ 3.4.2.ทั้งที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล รวมทั้งผลิตภัณฑ์นึ่งทั้ง 5 ชนิด ที่ไม่ได้ทดแทนด้วยแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลมาวิเคราะห์ค่า ดัชนีน้ำตาลในหลอดทดลองโดยใช้ชุดตรวจสอบ Mgazyme Resistant Starch Assay Kit อ้างอิงตามวิธีของ AOAC (2002.02)

โดยศึกษาอัตราการย่อยแป้ง (*In vitro* starch digestibility) ศึกษาที่เวลา 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 นาที โดยพล็อตกราฟระหว่าง Total starch hydrolysis กับ เวลา (นาที) ค่านวณค่า Hydrolysis index (HI) ตามวิธีของ Goni และคณะ (1997) ดังสมการ

A first order equation ดังนี้

$$C = C_{\infty}(1 - e^{-kt})$$

C	=	ความค่าความเข้มข้นของการย่อยที่เวลา t
C_{∞}	=	สมดุลของความเข้มข้นของการย่อย
k	=	The kinetic constant
t	=	เวลา (นาที)

หลังจากนั้นค่านวณพื้นที่ใต้กราฟ (AUC) ดังสมการ

$$AUC = C_{\infty}(t_f - t_0) - (C_{\infty}/k)[1 - Exp[-k[t_f - t_0]$$

คำนวนค่าดัชนีการย่อย (Hydrolysis index, HI) ดังสมการ

HI = (AUC of test food / AUC of reference sample) ×100

*หมายเหตุ ตัวอย่างอ้างอิง คือ ขนมปังขาว

ค่าดัชนีน้ำตาล (Glycemic Index, GI) โดยใช้สมการต่อไปนี้

GI = 39.71 + (0.549 x HI)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ประเภทนึ่งที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

นำผลิตภัณฑ์ที่มีการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่เลือกมา 1 ชนิด จากการทดลองที่ 3.4.2 มาทำการปรับปรุงคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยทำการใช้ สารไฮโดรคอลลอยด์ 1 และ สารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ในปริมาณร้อยละ 0.5 และ 1.0 ต่อปริมาณแป้งทั้งหมด จากนั้นนำมาวิเคราะห์เนื้อสัมผัสและคุณภาพทางด้านสี ตามวิธีในข้อที่ 3.4.2.1 และทำการทดสอบคุณภาพทางประสามสัมผัสโดยการประเมินแบบ 5 – point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด 2 ไม่ชอบ 3=เฉยๆ 4=ชอบปานกลาง 5=ชอบมากที่สุด) โดยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 30 คน ผลิตภัณฑ์ที่เลือกและทำการทดสอบแบบวัดความพอดี (Just About Right, JAR) ตามคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ตามวิธีในข้อที่ 3.4.2.2 และนำข้อมูลที่ได้ มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ตามวิธีในข้อที่ 3.4.2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลของแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลทดแทนในขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทราย ต่อคุณทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ใช้แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล โดยแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล มีค่าดัชนีน้ำตาลอยู่ที่ 76 ± 1.15 และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลอยู่ที่ 65 ± 1.45 มาทำการทดแทนในขนม 5 ชนิด ได้แก่ ได้แก่ ขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทราย โดยใช้อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าปกติต่อแป้งข้าวลดดัชนีน้ำตาล 100:0, 60:40, 50:50 และ 40:60 จากนั้นนำโดแป้งก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมทั้ง 5 ชนิด มาทำการวิเคราะห์ค่าความแข็ง (hardness) ค่าแรงในการเกาะพื้นผิว (adhesiveness) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) และค่าแรงในการเกาะตัว (cohesiveness) ด้วยการวิเคราะห์แบบ Texture Profile Analysis (TPA) วิเคราะห์ค่าสี โดยทำการวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของผลิตภัณฑ์ และจึงนำผลิตภัณฑ์ที่นึ่งแล้วไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนทั้งหมด 30 คน โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบ 5 – point hedonic scale และแบบทดสอบความพอดี (Just About Right, JAR) ผลการวิเคราะห์ต่างๆ แสดงดามชนิดของขนมดังต่อไปนี้

4.1.1 ขนมกุยช่าย

4.1.1.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

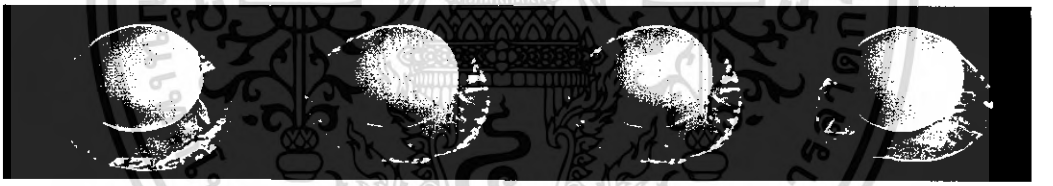
ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันทั้งก่อนนึ่งและหลังนึ่ง แสดงผลดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งของขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

	อัตราส่วนแป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล	ค่าความแข็ง (กิโลกรัมแรง)	ค่าแรงในการเกาะพื้นผิว (กิโลกรัมแรง.วินาที)	ค่าความยืดหยุ่น (มิลลิเมตร)	ค่าแรงในการเกาะตัว
แป้งข้าวหอมมะลิ	100:0	2,255.5^{d} ± 44.7	784.4^{a} ± 13.1	0.55^{a} ± 0.00	0.57^{a} ± 0.00
	60:40	2,859.2^{c} ± 42.9	561.9^{b} ± 6.4	0.35^{b} ± 0.00	0.51^{b} ± 0.00
	50:50	3,130.9^{b} ± 22.2	372.9^{c} ± 26.7	0.29^{c} ± 0.00	0.45^{c} ± 0.00
	40:60	3,363.5^{a} ± 70.5	194.4^{d} ± 0.2	0.18^{d} ± 0.00	0.41^{d} ± 0.00
แป้งข้าวเสาไห้	100:0	2,955.7^{d} ± 57.4	123.7^{a} ± 1.7	0.35^{a} ± 0.00	0.24^{a} ± 0.02
	60:40	3,541.3^{c} ± 118.8	112.2^{a} ± 2.1	0.32^{a} ± 0.00	0.19^{b} ± 0.00
	50:50	4,140.6^{b} ± 64.0	90.5^{b} ± 0.8	0.21^{b} ± 0.01	0.13^{c} ± 0.01
	40:60	5,047.8^{a} ± 5.5	56.5^{c} ± 7.0	0.13^{c} ± 0.05	0.12^{c} ± 0.00

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



100:0 40:60 50:50 40:60

ภาพที่ 4.1 โดก่อนนึ่งขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน

100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.2 โดก่อนนึ่งขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งของขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันพบว่า เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีค่าความแข็งของโดเพิ่มขึ้นแต่ค่าแรงในการเกาะพื้นผิวลดลง จึงทำให้การนวดแป้งก่อนนำมาขึ้นรูปของแป้งทั้ง 2 ชนิดมีความแฉะและเหนียวติดมือ โดยโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลจะแฉะและเหนียวติดมือมากกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ซึ่งเห็นผลได้จากค่าแรงในการเกาะตัวของโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลมีค่าสูงกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ด้านความยืดหยุ่นของโดที่มีการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด มีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลซึ่งเห็นได้จากการนำโดแป้งมาขึ้นรูปเป็นทรงกลมโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลสามารถขึ้นรูปได้ง่ายกว่าโดที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ด้านแรงในการเกาะตัวของโดนั้นมีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำเช่นกัน สังเกตได้จากภาพที่ 4.1 และ 4.2 ผิวโดที่มีการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล มีลักษณะที่แห้งทำให้โดแป้งมีความร่วนและเสียรูปทรงได้ง่าย โดยโดจากแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีความร่วนและเสียรูปทรงได้ง่ายกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ซึ่งเห็นได้จากค่าในการเกาะตัวของโตที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล มีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสโดหลังนึ่งของขนมกุยช่ายจากแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

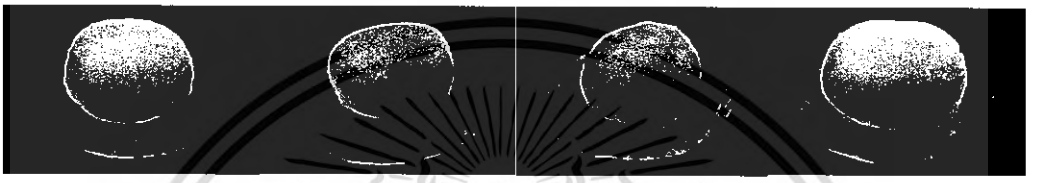
	อัตราส่วนแป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล	ค่าความแข็ง (กิโลกรัมแรง)	ค่าแรงในการเกาะพื้นผิว (กิโลกรัมแรง.วินาที)	ค่าความยืดหยุ่น (มิลลิเมตร)	ค่าแรงในการเกาะตัว
แป้งข้าวหอมมะลิ	100:0	2,050.80^{d} ± 42.16	2,111.42^{a} ± 99.81	0.38^{a} ± 0.00	0.67^{a} ± 0.01
	60:40	2,893.66^{c} ± 90.78	1,921.13^{b} ± 58.97	0.31^{b} ± 0.00	0.63^{b} ± 0.00
	50:50	3,410.50^{b} ± 196.43	1,223.06^{c} ± 8.81	0.23^{c} ± 0.00	0.55^{c} ± 0.00
	40:60	4,782.63^{a} ± 263.10	868.33^{d} ± 6.68	0.18^{d} ± 0.04	0.46^{d} ± 0.01
แป้งข้าวเสาไห้	100:0	4,485.66^{d} ± 164.34	1,737.67^{a} ± 32.72	0.31^{a} ± 0.00	0.39^{a} ± 0.01
	60:40	5,503.71^{c} ± 41.37	1,286.96^{b} ± 65.93	0.29^{b} ± 0.01	0.36^{b} ± 0.00
	50:50	5,817.61^{b} ± 61.72	782.13^{c} ± 7.28	0.21^{c} ± 0.00	0.31^{c} ± 0.00
	40:60	6109.82^{a} ± 37.87	643.86^{d} ± 67.44	0.09^{d} ± 0.01	0.29^{d} ± 0.00

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.3 โดหลังนึ่งขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน



100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.4 โดหลังนึ่งขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดหลังนึ่งของขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันพบว่าโดขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล โดยโดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีค่ามีความแข็งมากกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ด้านค่าแรงในการเกาะพื้นผิวของโดขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวทั้ง 2 ชนิด มีค่าลดลง โดยโดของขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีความแฉะและเหนียวติดมือ มากกว่าโดขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลแป้งข้าว จึงทำให้ค่าในการพื้นผิวโดของขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลมีค่าสูงกว่าโดขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ด้านความยืดหยุ่นของโดที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีทั้ง 2 ชนิด มีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล โดยโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลมีความยืดหยุ่นมากกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลเมื่อใช้นิ้วกด ในด้านการเกาะตัวของโดที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิดมีค่าลดลงเช่นกัน สังเกตได้จาก ภาพที่ 4.3 และ 4.4 ผิวของโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีความเงาและฉ่ำกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ทำให้โดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีความแห้งและร่วนมากกว่าจึงทำให้ค่าการเกาะตัวของโดที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีค่าต่ำโดที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสีโดของขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

จากการวิเคราะห์ค่าสีโดก่อนึ่งและหลังนึ่งของขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ที่ทำการทดแทนแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวลดดัชนีน้ำตาลต่ำในอัตราส่วน 100:0 60:40 50:50 และ 40:60 จากนั้นนำโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมกุยช่ายที่ทำการทดแทนแป้งลดค่าดัชนีน้ำตาล มาวิเคราะห์ค่าสี ระบบ CIE ด้วยเครื่อง Minolta รุ่น CR 400 โดยทำการวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ค่าสีโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

อัตราส่วน แป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล		ก่อนนึ่ง		หลังนึ่ง	
		ความสว่าง (L*)	ค่าสีเหลือง (b*)	ความสว่าง (L*)	ค่าสีเหลือง (b*)
แป้งข้าวหอมมะลิ	100	$72.58^{a} \pm 0.05$	$3.37^{c} \pm 0.23$	$67.16^{a} \pm 0.10$	$2.41^{a} \pm 0.67$
	60:40	$71.50^{b} \pm 0.46$	$4.62^{b} \pm 0.16$	$67.22^{a} \pm 0.17$	$4.29^{b} \pm 0.12$
	50:50	$71.87^{ab} \pm 0.47$	$4.64^{b} \pm 0.28$	$64.67^{b} \pm 0.37$	$4.91^{c} \pm 0.04$
	40:60	$69.15^{c} \pm 0.68$	$6.61^{a} \pm 0.15$	$66.67^{c} \pm 0.21$	$6.65^{d} \pm 0.20$
แป้งข้าวเสาไห้	100	$72.44^{a} \pm 0.37$	$4.58^{c} \pm 0.15$	$67.28^{a} \pm 0.13$	$4.06^{a} \pm 0.08$
	60:40	$72.24^{a} \pm 0.05$	$7.25^{b} \pm 0.24$	$66.56^{b} \pm 0.33$	$8.09^{b} \pm 0.50$
	50:50	$72.51^{ab} \pm 0.48$	$8.47^{a} \pm 0.18$	$64.15^{a} \pm 0.01$	$8.03^{b} \pm 0.38$
	40:60	$71.51^{b} \pm 0.32$	$8.80^{a} \pm 0.33$	$64.14^{a} \pm 0.28$	$8.42^{b} \pm 0.64$

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ค่าสีโดก่อนนึ่ง และหลังนึ่งของขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ทั้ง ในอัตราส่วนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่แตกต่างกัน พบว่า ค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มลดลง และ ความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ทั้งในโดแป้งของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายจากแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ ก่อนนึ่ง และหลังนึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.3 ผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนด้วยแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล และสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล ระดับต่างๆ โดยใช้การประเมินแบบ 5 – point hedonic scale และแบบทดสอบความพอดี (Just About Right, JAR) แสดงผลดังตารางที่ 4.4 4.5 และ 4.6

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยการประเมินแบบ 5 – point hedonic scale (N=30)

	คุณลักษณะ	อัตราส่วนแป้งข้าวปกติ:แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล			
		100:0	60:40	50:50	40:60
แป้งข้าวหอมมะลิ	ความหนาของแป้ง^{ns}	3.30 ± 0.65	3.40 ± 0.49	3.30 ± 0.65	3.40 ± 0.49
	สี^{ns}	3.40 ± 0.93	2.90 ± 0.95	3.00 ± 1.01	3.20 ± 1.18
	กลิ่นรสของแป้ง	3.40^{a} ± 0.67	3.20^{ba} ± 0.76	2.90^{cb} ± 0.95	2.60^{c} ± 0.49
	รสชาติของแป้ง	3.90^{a} ± 0.54	3.80^{a} ± 0.40	3.20^{b} ± 0.88	2.50^{c} ± 1.04
	การกัดขาดของแป้ง	4.30^{a} ± 0.46	3.50^{b} ± 0.50	3.10^{c} ± 0.71	2.07^{d} ± 1.11
	ความนุ่มของแป้ง	4.20^{a} ± 0.40	3.80^{a} ± 0.40	3.10^{c} ± 1.03	2.60^{c} ± 1.15
	ความเหนียวของแป้ง	4.10^{a} ± 0.71	3.90^{a} ± 0.54	2.70^{b} ± 1.20	2.20^{c} ± 1.09
	ความชอบโดยรวม	4.10^{a} ± 0.71	4.30^{a} ± 0.46	2.80^{b} ± 1.09	2.20^{c} ± 0.88
แป้งข้าวเสาไห้	ความหนาของแป้ง^{ns}	3.43 ± 0.56	3.23 ± 0.43	3.46 ± 0.57	3.50 ± 0.50
	สี	3.26^{a} ± 0.82	3.16^{b} ± 0.69	2.80^{cb} ± 0.99	2.60^{c} ± 0.93
	กลิ่นรสของแป้ง	3.73^{a} ± 0.58	3.23^{a} ± 0.72	2.70^{c} ± 0.87	2.60^{c} ± 0.77
	รสชาติของแป้ง	3.90^{a} ± 0.48	4.10^{a} ± 0.40	2.80^{b} ± 0.88	2.33^{c} ± 0.95
	การกัดขาดของแป้ง	4.50^{a} ± 0.50	3.76^{a} ± 0.56	2.60^{b} ± 0.72	2.13^{c} ± 0.88
	ความนุ่มของแป้ง	4.36^{a} ± 0.49	3.80^{b} ± 0.48	2.36^{c} ± 1.15	2.10^{c} ± 1.03
	ความเหนียว	3.90^{a} ± 0.45	3.90^{a} ± 0.45	2.33^{bc} ± 1.15	2.40^{b} ± 1.03
	ความชอบโดยรวม	4.08^{a} ± 0.17	4.06^{a} ± 0.36	2.46^{b} ± 1.07	1.86^{c} ± 1.10

หมายเหตุ : ^{a,bc}อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} อักษรที่ไม่มีความแตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายจากแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนด้วยแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลและสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลใน ระดับต่างๆ โดยการประเมินแบบ 5 – point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คนพบว่า ความชอบในด้านความหนา ของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายทั้งที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล และที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ความชอบในด้านสีของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและสูตรที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ไม่มีความแตกต่างกัน แต่ผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่มีการทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีคะแนนความชอบด้านสีลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล สำหรับความชอบในด้าน กลิ่นรสของแป้ง รสชาติของแป้ง การกัดขาดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง ความเหนียวของแป้ง และความชอบโดยรวม ของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล มีคะแนนด้านความชอบลดลงในทุกด้าน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีค่าลดลงมากกว่าผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล

เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ สัมพันธ์กับผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสในตารางที่ 4.2 ที่แสดงค่าความยืดหยุ่นและค่าการเกาะตัวที่ลดลงทำให้ผู้ทดสอบรับรู้ถึงความเหนียวและความนุ่มของผลิตภัณฑ์ที่มีน้อยลง ซึ่งผู้ทดสอบยังชอบผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่ยังมีค่าความยืดหยุ่นและค่าการเกาะตัวสูงโดยอัตราส่วนผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิดัชนีและผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ดัชนีลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ผู้ทดสอบยอมรับมีคะแนน4.30 และ 4.06 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ระดับคะแนนชอบมาก คืออัตราส่วนแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ 60:40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)

อัตราส่วนแป้งข้าวปกติ:แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล	คุณลักษณะ	จำนวนคนที่เลือก(ร้อยละ)		
		น้อยไป	พอดี	มากไป
100:0	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	0	80	20
	ความนุ่มของแป้ง	6.7	86.7	6.6
	ความเหนียวของแป้ง	0	96.6	3.4
60:40	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	6.7	83.3	10
	ความนุ่มของแป้ง	6.7	90	3.3
	ความเหนียวของแป้ง	0	96.6	3.4
50:50	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	66.8	16.6	16.6
	ความนุ่มของแป้ง	63.3	20	16.7
	ความเหนียวของแป้ง	86.6	13.3	0
40:60	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	86.6	13.4	0
	ความนุ่มของแป้ง	96.6	3.4	0
	ความเหนียวของแป้ง	93.3	6.7	0

จากตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในระดับต่างๆ โดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) พบว่ามีร้อยละความพอดีในด้านความหนาของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลพอดีสำหรับผู้ทดสอบในทุกตัวอย่างที่ทำการทดสอบ ในด้านการกัดขาดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และความเหนียวของแป้ง ที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน 50:50 และ 40:60 ผู้ทดสอบประเมินว่าผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายในอัตราส่วนนี้กัดขาดง่ายจนเกินไป และมีความนุ่ม ความเหนียวที่น้อยเกินไป ซึ่งสัมพันธ์กับค่าการเกาะตัวและค่าความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยืดหยุ่นที่ลดลงเมื่อมีการเมื่อปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลดังแสดงในตารางที่ 4.2 เมื่อค่าแรงในการเกาะตัวและค่าความยืดหยุ่นลดลงทำให้การกัดขาดทำได้ง่ายขึ้นและขาดความนุ่มเหนียว ไม่พอดีสำหรับผู้ทดสอบ ส่วนผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ผู้ทดสอบให้ความพอดีมากที่สุด คือ คือ ผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน 60:40 ซึ่งสอดคล้องกับผลทดสอบด้านความชอบโดยรวม ที่ผู้ทดสอบให้ผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)

อัตราส่วน แป้งข้าวปกติ:แป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ	คุณลักษณะ	จำนวนคนที่เลือก(ร้อยละ)		
		น้อยไป	พอดี	มากไป
100:0	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	13.4	86.6	0
	ความนุ่มของแป้ง	10	90	0
	ความเหนียวของแป้ง	0	100	0
60:40	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	26.7	73.3	0
	ความนุ่มของแป้ง	33.6	66.4	0
	ความเหนียวของแป้ง	40	60	0
50:50	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	90	10	0
	ความนุ่มของแป้ง	96.6	3.4	0
	ความเหนียวของแป้ง	100	0	0
40:60	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	100	0	0
	ความนุ่มของแป้ง	96.6	3.4	0
	ความเหนียวของแป้ง	100	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล และสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในระดับต่างๆ โดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) พบว่า มีความพอดีในด้านความหนาของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลพอดีสำหรับผู้ทดสอบในทุกตัวอย่างที่ทำการทดสอบ ในด้านความหนาของแป้ง การกัดขาดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และ ความเหนียวของแป้ง ในอัตราส่วนที่ 50:50 และ 40:60 ผู้ทดสอบประเมินว่าผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายในอัตราส่วนนี้กัดขาดง่ายจนเกินไป โดยเฉพาะด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่ผู้ทดสอบร้อยละ 100 ประเมินว่า ความเหนียวในผลิตภัณฑ์นี้น้อยเกินไป สัมพันธ์กับค่าวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้านค่าความยืดหยุ่นที่ลดลงดังแสดงในตารางที่ 4.2 และยังสัมพันธ์กับคะแนนความชอบด้านความเหนียวของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่มีคะแนนลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ในอัตราส่วนที่มีคะแนนร้อยละที่ผู้ทดสอบให้ความพอดีสูงสุด คือผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน 60:40 ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนในด้านความชอบโดยรวมสูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 4.4

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดก่อนนึ่งหลังและหลังนึ่งของขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลพบว่าเมื่อมีการเพิ่มปริมาณการแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลในโตก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลนั้นส่งผลต่อค่าความแข็งเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยโดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลส่งผลต่อค่าความแข็งมากกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้งก่อนนึ่งและหลังนึ่ง เนื่องจาก ข้าวเสาไห้จัดเป็นข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูง หรือ มีปริมาณอะมิโลสประมาณร้อยละ 26-35 และข้าวหอมมะลิจัดเป็นข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ หรือประมาณร้อยละ 10-19 (กรมการข้าว, 2551) นอกจากนี้ขนมกุยช่ายที่มีการทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีความยืดหยุ่นน้อยและมีค่าแรงในการเกาะตัวที่ลดลง โดยเฉพาะเมื่อนำมารีดเป็นแผ่นบางจึงฉีกขาดและเสียรูปทรงได้ง่ายขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล และจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบและการทดสอบความพอดี ของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งลดค่าดัชนีน้ำตาลส่งผลให้ค่าความชอบในด้านต่างๆลดลง โดยเฉพาะในด้านความนุ่มและความเหนียวของแป้ง โดยผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีค่าคะแนนความชอบในด้านความนุ่มและความเหนียวมีค่าลดลงมากกว่าผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายจากแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความนุ่มและความเหนียวค่อนข้างมากการเพิ่มปริมาณทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายขาดความเหนียว ผู้ทดสอบจึงยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายในด้านความชอบอยู่ในระดับที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชอบมากและประเมินร้อยละความพอดีของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน แป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ 60:40 ซึ่งมีความพอดีในด้านการกัดขาด ความนุ่มและความเหนียว อยู่ในระดับที่พอดีมากที่สุด

4.1.2 ขนมช่อม่วง

4.1.2.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันทั้งก่อนนึ่งและหลังนึ่ง แสดงผลดังตารางที่ 4.7 และ 4.8

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

	อัตราส่วน แป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล	ค่าความแข็ง (กิโลกรัมแรง)	ค่าแรงในการเกาะพื้นผิว (กิโลกรัมแรง.วินาที)	ค่าความยืดหยุ่น (มิลลิเมตร)	ค่าแรงในการเกาะตัว
แป้งข้าวหอมมะลิ	**100:0**	2,487.6^{d} ± 91.8	1,660.2^{a} ± 35.4	0.42^{a} ± 0.00	0.43^{a} ± 0.00
	60:40	3,137.9^{c} ± 74.4	1,092.1^{b} ± 76.5	0.35^{b} ± 0.00	0.28^{b} ± 0.00
	50:50	3,441.8^{b} ± 36.7	784.9^{c} ± 1.5	0.31^{c} ± 0.00	0.23^{c} ± 0.00
	40:60	3,964.0^{a} ± 55.5	558.5^{d} ± 5.9	0.22^{d} ± 0.00	0.20^{d} ± 0.00
แป้งข้าวเสาไห้	**100:0**	3,159.4^{d} ± 83.7	248.1^{a} ± 7.5	0.27^{a} ± 0.00	0.23^{ns} ± 0.15
	60:40	3,502.3^{c} ± 15.2	207.6^{b} ± 6.5	0.23^{b} ± 0.00	0.14^{ns} ± 0.00
	50:50	4,128.7^{b} ± 61.2	173.5^{c} ± 6.6	0.19^{c} ± 0.00	0.11^{ns} ± 0.00
	40:60	4,703.8^{a} ± 6.5	122.9^{d} ± 4.2	0.15^{d} ± 0.00	0.10^{ns} ± 0.00

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.5 โดก่อนนึ่งขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน

100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.6 โดก่อนนึ่งขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน

จากตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันพบว่า พบว่า เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีค่าความแข็งของโดเพิ่มขึ้นแต่ค่าแรงในการเกาะพื้นผิวลดลง โดยโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีความแฉะ เหนียวติดมือ และติดแหนบทองเหลือง มากกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล เห็นผลได้จากโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลมีค่าแรงในการเกาะพื้นผิวสูงกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ด้านความยืดหยุ่นของโดที่มีการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด มีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลซึ่งเห็นได้จากการขึ้นรูปและทำกลับของขนมช่อม่วง โดยโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิในอัตราส่วนที่น้อยมีการหดตัวกลับได้มากกว่าจึงทำให้เห็นรอยกลับที่ตื้นไม่ชัดเจนแต่เมื่อมีการเพิ่มปริมาณเพิ่มปริมาณแป้งหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลทำให้กลับของขนมช่อม่วงมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นซึ่งเป็นลักษณะที่ดีของขนมช่อม่วง สังเกตได้จากภาพที่ 4.5 และ 4.6 ด้านแรงในการเกาะตัวของโดที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิดนั้นมีค่าลดลงทำให้กลับของโดขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลความขาดและแตกง่ายเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล โดยโดขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้มีค่าแรงในการเกาะตัวน้อยกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำดาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

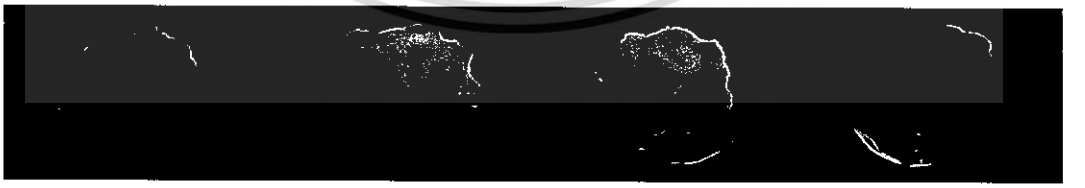
ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสโดหลังนึ่งของขนมช่อม่วงจากแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

	อัตราส่วน แป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล	ค่าความแข็ง (กิโลกรัมแรง)	ค่าแรงในการเกาะพื้นผิว (กิโลกรัมแรง.วินาที)	ค่าความยืดหยุ่น (มิลลิเมตร)	ค่าแรงในการเกาะตัว
แป้งข้าวหอมมะลิ	**100:0**	2,083.3^{d} ± 71.8	2,011.7^{a} ± 11.5	0.32^{a} ± 0.00	0.72^{a} ± 0.01
	60:40	2,529.6^{c} ± 25.4	1,813.2^{b} ± 45.7	0.26^{b} ± 0.01	0.63^{b} ± 0.01
	50:50	3,158.6^{b} ± 85.5	1,143.8^{c} ± 12.4	0.25^{b} ± 0.00	0.53^{c} ± 0.01
	40:60	3,516.0^{a} ± 60.5	839.9^{d} ± 5.8	0.18^{c} ± 0.00	0.41^{d} ± 0.01
แป้งข้าวเสาไห้	**100:0**	4,222.7^{d} ± 19.4	309.3^{a} ± 7.7	0.23^{a} ± 0.00	0.17^{a} ± 0.00
	60:40	4,857.3^{c} ± 32.5	282.6^{b} ± 10.7	0.19^{b} ± 0.00	0.15^{b} ± 0.00
	50:50	5,293.6^{b} ± 72.7	225.5^{c} ± 22.4	0.12^{c} ± 0.01	0.13^{c} ± 0.00
	40:60	5,540.40^{a} ± 53.29	193.0^{d} ± 4.2	0.10^{d} ± 0.00	0.11^{d} ± 0.00

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.7 โดหลังนึ่งขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน



100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.8 โดหลังนึ่งขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโคก่อนนึ่งของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่แดกต่างกันพบว่า โดขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล แต่ค่าความแข็งที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้กลีบของขนมช่อม่วงจะอยู่ตัวมากขึ้น สังเกตได้จาก ภาพที่ 4.7 และ 4.8 โดยโดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีค่ามีความแข็งมากกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ด้านค่าแรงในการเกาะพื้นผิวของโดขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวทั้ง 2 ชนิด มีค่าลดลง โดยโดขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีความแฉะและเหนียวติดมือ มากกว่าโดขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าตัชนีน้ำตาล จึงทำให้ค่าในการเกาะพื้นผิวโดของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลมีค่าสูงกว่าโดขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ในด้านความยืดหยุ่นของโดที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิดมีค่าลดลงเมื่อกดลงไปบนกลีบช่อม่วง กลีบของช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลมีความยืดหยุ่นมากกว่า กลีบของช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล เช่นเดียวกับค่าแรงในการเกาะตัวของโดขนมช่อม่วงที่มีการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด มีค่าลดลงเมื่อไปบนกลีบของโดขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล กลีบจะร่วนและแตกหักง่ายกว่ากลีบของโดขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ซึ่งเห็นได้จากค่าแรงในการเกาะตัวของของโดขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้างเสาไห้มีค่าแรงในการเกาะตัวน้อยว่าโดขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล

4.1.2.3 ผลการวิเคราะห์ค่าสีโดของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

จากการวิเคราะห์ค่าสีโดก่อนึ่งและหลังนึ่งของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ที่ทำการทดแทนแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวลดดัชนีน้ำตาลต่ำในอัตราส่วนที่แดกต่างกัน มาวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) แสดงดังตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ค่าสีโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

อัตราส่วน แป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล		ก่อนนึ่ง		หลังนึ่ง	
		ความสว่าง (L*)	ค่าสีเหลือง (b*)	ความสว่าง (L*)	ค่าสีเหลือง (b*)
แป้งข้าวหอมมะลิ	100	$70.90^{ad} \pm 0.29$	$1.58^{a} \pm 0.15$	$69.30^{d} \pm 0.43$	$1.42^{b} \pm 0.01$
	60:40	$71.54^{a} \pm 0.33$	$3.19^{c} \pm 0.28$	$69.49^{a} \pm 0.43$	$3.42^{b} \pm 0.07$
	50:50	$71.48^{a} \pm 0.74$	$4.26^{b} \pm 0.08$	$69.16^{a} \pm 0.17$	$3.58^{b} \pm 0.10$
	40:60	$70.14^{b} \pm 0.30$	$5.33^{a} \pm 0.14$	$68.01^{b} \pm 0.54$	$4.11^{a} \pm 0.16$
แป้งข้าวเสาไห้	100	$73.84^{a} \pm 0.91$	$3.40^{c} \pm 0.30$	$69.84^{a} \pm 0.31$	$2.57^{c} \pm 0.12$
	60:40	$71.83^{b} \pm 0.64$	$6.17^{b} \pm 0.14$	$69.37^{b} \pm 0.43$	$6.58^{b} \pm 0.25$
	50:50	$71.86^{b} \pm 0.78$	$7.24^{a} \pm 0.28$	$69.46^{b} \pm 0.56$	$6.96^{b} \pm 0.32$
	40:60	$69.40^{c} \pm 0.10$	$7.75^{a} \pm 0.16$	$68.11^{b} \pm 0.44$	$8.50^{a} \pm 0.04$

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ค่าสีโดก่อนนึ่ง และหลังนึ่งของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนแป้งข้าวหอมมะลิปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ และ แป้งข้าวเสาไห้ปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ที่แตกต่างกัน พบว่า ค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มลดลง และ ความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ทั้งในโดแป้งของผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงจากแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ ก่อนนึ่งและหลังนึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4.1.2.4 ผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนด้วยแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล และสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล ระดับต่างๆ โดยใช้การประเมินแบบ 5 – point hedonic scale และแบบทดสอบความพอดี (Just About Right, JAR) แสดงผลดังตารางที่ 4.10 4.11 และ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยการประเมินแบบ 5 – point hedonic scale (N=30)

	คุณลักษณะ	อัตราส่วนแป้งข้าวปกติ:แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล			
		100:0	60:40	50:50	40:60
แป้งข้าวหอมมะลิ	ความหนาของแป้ง^{ns}	3.00 ± 0.64	3.20 ± 0.40	3.16 ± 0.74	3.30 ± 0.49
	ความชัดของกลีบ	2.13^{c} ± 0.93	2.96^{c} ± 0.61	3.88^{b} ± 0.37	4.46^{a} ± 0.77
	สี	3.56^{a} ± 0.81	3.36^{a} ± 0.49	2.80^{c} ± 0.40	2.80^{c} ± 0.40
	รสชาติของแป้ง	3.56^{a} ± 0.71	3.63^{b} ± 0.49	3.46^{b} ± 0.77	3.46^{b} ± 0.77
	กลิ่นรสของแป้ง	4.10^{ba} ± 0.64	4.30^{a} ± 0.79	3.83^{cb} ± 0.37	3.56^{c} ± 0.72
	การกัดขาดของแป้ง	4.50^{a} ± 0.50	4.03^{b} ± 0.61	3.40^{c} ± 0.77	3.23^{c} ± 0.89
	ความนุ่มของแป้ง	4.50^{a} ± 0.50	4.20^{c} ± 0.40	3.20^{b} ± 1.17	2.83^{a} ± 1.08
	ความเหนียว	4.20^{a} ± 0.40	4.10^{a} ± 0.30	3.63^{b} ± 1.40	3.16^{b} ± 1.31
	ความชอบโดยรวม	4.36^{a}±0.49	4.23^{a}±0.72	3.66^{b}±0.75	3.56^{b}±0.72
แป้งข้าวเสาไห้	ความหนาของแป้ง^{ns}	3.43 ± 0.56	3.23 ± 0.43	3.46 ± 0.57	3.50 ± 0.50
	ความชัดของกลีบ	3.63^{c} ± 0.99	3.10^{c} ± 0.92	4.23^{b} ± 0.72	4.73^{a} ± 0.52
	สี	3.26^{a} ± 0.82	3.16^{a} ± 0.69	2.80^{ab} ± 0.99	2.60^{b} ± 0.93
	รสชาติของแป้ง	3.73^{a} ± 0.48	3.23^{b} ± 0.72	2.70^{c} ± 0.67	2.60^{c} ± 0.77
	กลิ่นรสของแป้ง	3.90^{a} ± 0.48	4.10^{a} ± 0.40	2.80^{b} ± 0.88	2.33^{c} ± 0.95
	การกัดขาดของแป้ง	4.50^{a} ± 0.50	3.76^{b} ± 0.56	2.60^{c} ± 0.72	2.33^{c} ± 0.88
	ความนุ่มของแป้ง	4.36^{a} ± 0.49	3.80^{b} ± 0.48	2.36^{c} ± 1.15	2.40^{c} ± 1.03
	ความเหนียว	3.90^{a} ± 0.48	3.90^{a} ± 0.52	2.33^{b} ± 1.08	1.73^{c} ± 1.08
	ความชอบโดยรวม	4.20^{a} ± 0.17	4.06^{a} ± 0.36	2.46^{b} ± 1.07	1.86^{c} ± 1.10

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} อักษรที่ไม่มีความแตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงจากแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนด้วยแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลและสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลใน ระดับต่างๆ โดยการประเมินแบบ 5 – point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คนพบว่า ความชอบในด้านความหนา ของผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงทั้งที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล และที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ความชอบในด้านความชัดเจนของกลีบ มีค่าคะแนนความชอบเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดดัชนีน้ำตาลในแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด เนื่องจากเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทำให้กลีบของผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด มีกลีบที่ชัดเจนมากขึ้นและคงตัวมากขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสในด้านความแข็งที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล ดังแสดงในตารางที่ 4.8 ความชอบในด้านสีรสชาติของแป้ง กลิ่นรสของแป้ง การกัดขาดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง ความเหนียว และความชอบโดยรวม ของผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2ชนิด มีค่าคะแนนความชอบลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีค่าลดลงมากกว่าผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล โดยอัตราส่วนผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ดัชนีลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ผู้ทดสอบยอมรับอยู่ในระดับคะแนน 4.23 และ 4.26 ซึ่งอยู่ในระดับความชอบมาก คืออัตราส่วนแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ 60:40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)

อัตราส่วน แป้งข้าวปกติ:แป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ	คุณลักษณะ	จำนวนคนที่เลือก(ร้อยละ)		
		น้อยไป	พอดี	มากไป
100:0	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	0	86.7	13.3
	ความนุ่มของแป้ง	0	86.7	13.3
	ความเหนียวของแป้ง	10	83.3	6.6
60:40	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	16.6	86.6	0
	ความนุ่มของแป้ง	20	80	0
	ความเหนียวของแป้ง	23.7	76.6	0
50:50	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	80	20	0
	ความนุ่มของแป้ง	80	20	0
	ความเหนียวของแป้ง	90	10	0
60:40	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	96.7	3.3	0
	ความนุ่มของแป้ง	100	0	0
	ความเหนียวของแป้ง	100	0	0

จากตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และสูตที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในระดับต่างๆ โดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) พบว่าความพอดีในด้านความหนาของผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลพอดีสำหรับผู้ทดสอบในทุกอัตราส่วน ในด้านการกัดขาดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และความเหนียวของแป้ง ผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน 50:50 และ 40:60 ผู้ทดสอบประเมินว่าผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงในอัตราส่วนนี้กัดขาดง่ายจนเกินไป และมีความนุ่ม ความเหนียวที่น้อยเกินไป สัมพันธ์กับค่าการเกาะตัวและค่าความยืดหยุ่นที่ลดลงเมื่อมีการเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ดังแสดงในตารางที่ 4.8 ซึ่งไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอดีสำหรับผู้ทดสอบ ส่วนผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ผู้ทดสอบให้ความพอดีมากที่สุดในด้านการกัดขาด ความนุ่มและความเหนียว คือ ผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน 60:40 ซึ่งสอดคล้องกับผลทดสอบด้านความชอบโดยรวม ที่ผู้ทดสอบให้ผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)

อัตราส่วน แป้งข้าวปกติ:แป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ	คุณลักษณะ	จำนวนคนที่เลือก (ร้อยละ)		
		น้อยไป	พอดี	มากไป
100:0	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	13.3	86.7	0
	ความนุ่มของแป้ง	10	90	0
	ความเหนียวของแป้ง	20	80	0
60:40	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	23.3	76.7	0
	ความนุ่มของแป้ง	33.3	66.7	0
	ความเหนียวของแป้ง	46.6	53.7	0
50:50	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	86.7	13.3	0
	ความนุ่มของแป้ง	90	10	0
	ความเหนียวของแป้ง	100	0	0
40:60	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	86.7	13.3	0
	ความนุ่มของแป้ง	96.7	3.3	0
	ความเหนียวของแป้ง	100	0	0

จากตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล และสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในระดับต่างๆ โดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) พบว่า ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนาของผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่มีการทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในทุกอัตราส่วนมีความพอดี ในด้านการกัดขาดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และความเหนียวของแป้ง ผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่มีการทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน 50:50 และ 40:60 ผู้ทดสอบประเมินผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ในด้านการกัดขาดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และความเหนียวของแป้ง อยู่ในระดับที่น้อยเกินไปในทุกๆ ด้าน เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีความร่วนมากขึ้น จึงทำให้ผู้ทดสอบใช้แรงในการกัดน้อย ขาดความนุ่ม และขาดความเหนียว ซึ่งสัมพันธ์กับค่าการเกาะตัวและค่าความยืดหยุ่นที่ลดลงเมื่อมีการเมื่อปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ดังแสดงในตารางที่ 4.8 ส่งนผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ผู้ทดสอบให้ความพอดีมากที่สุดในด้านการกัดขาด ความนุ่ม และความเหนียว คือผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน 60:40 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่สอดคล้องกับผลทดสอบด้านความชอบโดยรวม ที่ผู้ทดสอบให้ผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.10

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลพบว่า โดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลนั้น ส่งผลต่อ ค่าความแข็งเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นมากกว่าโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ส่วนหนึ่งมาจากปริมาณ อะมิโลสที่มีเพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล และการเกิดรีโทรเกรเดชั่น ทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น โดยส่วนมากแป้งข้าวเจ้าจะมีปริมาณอะมิโลส อยู่ประมาณ ร้อยละ 10-34 ซึ่งปริมาณอะมิโลสที่เพิ่มมากขึ้นเป็นสาเหตุที่ทำให้แป้งที่ผ่านการเจลาติไนซ์แบบสมบูรณ์แล้ว มีความแข็งมากขึ้นเมื่อมีการเกิดรีโทรเกเดชั่นและมีความเหนียวลดลงหรือร่วนมากขึ้น และยังทำให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่มน้อยลง (กรมการข้าว, 2551) นอกจากนี้ สายโซ่อะมิโลสในแป้งข้าวเสาไห้ยังมีสายโซ่ที่สั้นกว่าแป้งข้าวหอมมะลิ ทำให้แป้งที่มีอะมิโลสสายยาวจะให้เจลที่มี ลักษณะยืดหยุ่นมากกว่าเจลแป้งที่มี อะมิโลสสายสั้น ซึ่งสัมพันธ์กับผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัส ของโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมช่อม่วงที่มีค่าแรงในการเกาะพื้นผิว ค่าความยืดหยุ่นและค่าแรงในการเกาะตัวที่มีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล โดยโดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีค่าลดลงมากกว่าโดที่ทนแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ในทางกลับกันค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด ที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้นส่งผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้กลีบของขนมช่อม่วงมีความคงตัว ชัดเจนและสวยงามมากขึ้น เนื่องจาก แป้งที่มีปริมาณอะมิโลสสูงจะมีแนวโน้มความคงตัวของแป้งสุกมากกว่าแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ โดยในงานวิจัยของ งามชื่น (2559) ที่ศึกษาคุณภาพทางเคมีของข้าวหอมมะลิ ที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำพบว่า ข้าวหอมมะลิ มีแนวโน้มความคงตัวหลังการสุกอยู่ในระดับที่อ่อน ดังนั้นขนมช่อม่วงจากแป้งข้าวเสาไห้มีความชัดเจนมากกว่ากลีบของขนมช่อม่วงจากแป้งข้าวหอมมะลิซึ่งสัมพันธ์กับทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบ ในความคงตัวของกลีบของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล มีค่าคะแนนมากกว่าขนมช่อม่วงจกแป้งข้าวหอมมะลิ แต่ในผลิตภัณฑ์ของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล มีความชอบในด้านความนุ่ม และความเหนียวของแป้งลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล โดยผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้มีคะแนนความชอบ ด้านความนุ่ม และความเหนียวของแป้งลดลงมากกว่าผลิตภัณฑ์ของขนมช่อม่วงที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ผู้ทดสอบจึงยอมรับขนมช่อม่วงทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิที่ 60:40 และ เป็นอัตราส่วนที่มีความพอดีจากผู้ทดสอบ ด้านการกัดขาด ความนุ่มและความเหนียว มากที่สุด

4.1.3 ขนมจีบไทย

4.1.3.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันทั้งก่อนนึ่งและหลังนึ่ง แสดงผลดังตารางที่ 4.13 และ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งของขนมจีบไทยจากแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

	อัตราส่วน แป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล	ค่าความแข็ง (กิโลกรัมแรง)	ค่าแรงในการเกาะพื้นผิว (กิโลกรัมแรง.วินาที)	ค่าความยืดหยุ่น (มิลลิเมตร)	ค่าแรงในการเกาะตัว
แป้งข้าวหอมมะลิ	100:0	2,289.5^{d} ± 49.6	2,182.9^{a} ± 38.2	0.68^{a} ± 0.00	0.65^{a} ± 0.00
	60:40	2,627.0^{c} ± 18.6	1,750.8^{b} ± 55.3	0.41^{b} ± 0.00	0.61^{b} ± 0.00
	50:50	2,790.0^{b} ± 60.7	1,218.6^{c} ± 16.3	0.30^{c} ± 0.00	0.53^{c} ± 0.00
	40:60	3128.0^{a} ± 28.2	1,034.9 ± 68.0	0.24^{d} ± 0.00	0.45^{d} ± 0.00
จิบไทยแป้งเสาไห้	100:0	2,906.6^{d} ± 12.6	145.5^{a} ± 5.43	0.18^{a} ± 0.00	0.17^{a} ± 0.00
	60:40	3,396.6^{c} ± 90.7	84.0^{b} ± 7.20	0.12^{b} ± 0.00	0.15^{b} ± 0.00
	50:50	3,756.2^{b} ± 37.5	62.1^{c} ± 37.6	0.11^{b} ± 0.00	0.13^{c} ± 0.00
	40:60	4,155.2^{a} ± 48.5	57.4^{d} ± 48.55	0.08^{c} ± 0.00	0.13^{d} ± 0.00

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.9 โดก่อนนึ่งขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน

100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.10 โดก่อนนึ่งขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

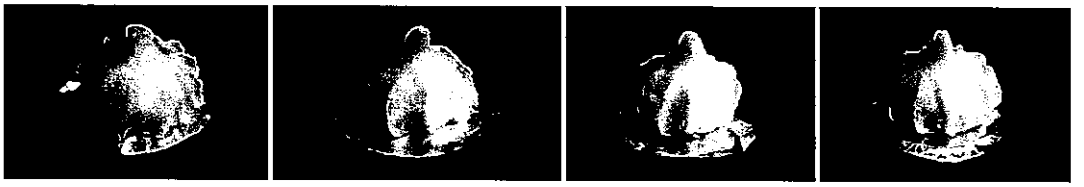
จากตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันพบว่า เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีค่าความแข็งของโดเพิ่มขึ้นแต่ค่าแรงในการเกาะพื้นผิวลดลงโดยโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีความแฉะ เหนียวติดมือ และติดแหนบทองเหลืองมากกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล เช่นเดียวกับขนมช่อม่วง เห็นผลได้จากโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลมีค่าแรงในการเกาะพื้นผิวสูงกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ด้านความยืดหยุ่นของโดที่มีการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด มีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลซึ่งเห็นได้จากการขึ้นรูปและทำริ้วของขนมจีบไทย โดยโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิในอัตราส่วนที่น้อย จะเห็นริ้วที่ไม่ชัดเจน แต่เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลทำให้ริ้วของขนมจีบไทยมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น สังเกตได้จากภาพที่ 4.9 และ 4.10 ด้านแรงในการเกาะตัวของโดที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิดนั้นมีค่าลดลงทำให้ริ้วของโดขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลความขาดและแตกง่ายเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล โดยโดขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้มีค่าแรงในการเกาะตัวน้อยกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล

ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสโดหลังนึ่งของขนมจีบไทยจากแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

อัตราส่วน แป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล		ค่าความแข็ง (กิโลกรัมแรง)	ค่าแรงในการเกาะพื้นผิว (กิโลกรัมแรง.วินาที)	ค่าความยืดหยุ่น (มิลลิเมตร)	ค่าแรงในการเกาะตัว
แป้งข้าวหอมมะลิ	**100:0**	$2,820.2^{d} \pm 21.6$	$1072.6^{a} \pm 68.3$	$0.23^{a} \pm 0.04$	$0.32^{a} \pm 0.05$
	60:40	$3,071.9^{c} \pm 62.3$	$990.4^{b} \pm 2.7$	$0.20^{b} \pm 0.00$	$0.27^{b} \pm 0.00$
	50:50	$3,227.8^{b} \pm 2.6$	$756.8^{c} \pm 9.9$	$0.24^{c} \pm 0.02$	$0.24^{c} \pm 0.07$
	40:60	$3,421.0^{a} \pm 11.6$	$657.5^{d} \pm 8.4$	$0.19^{d} \pm 0.00$	$0.19^{d} \pm 0.00$
แป้งข้าวเสาไห้	**100:0**	$3,221.7^{d} \pm 17.6$	$215.3^{a} \pm 7.4$	$0.26^{a} \pm 0.00$	$0.19^{a} \pm 0.04$
	60:40	$3,638.9^{c} \pm 61.0$	$182.3^{b} \pm 5.7$	$0.22^{b} \pm 0.00$	$0.18^{b} \pm 0.05$
	50:50	$4,096.2^{b} \pm 90.8$	$107.7^{c} \pm 4.9$	$0.15^{c} \pm 0.04$	$0.15^{c} \pm 0.0$
	40:60	$4,384.5^{a} \pm 56.5$	$94.49^{d} \pm 4.007$	$0.12^{d} \pm 0.00$	$0.14^{d} \pm 0.00$

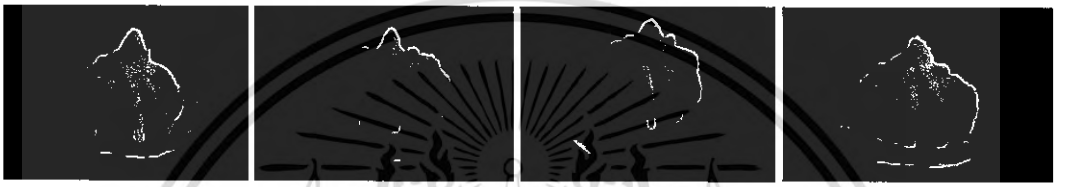
หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.11 โดหลังนึ่งขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน



100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.12 โดหลังนึ่งขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน

จากตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันพบว่า โดขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล แต่ค่าความแข็งที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ริ้วของขนมจีบไทยจะอยู่ตัวมากขึ้น สังเกตได้จาก ภาพที่ 4.11 และ 4.12 โดยโดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีค่ามีความแข็งมากกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ด้านค่าแรงในการเกาะพื้นผิวของโดขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวทั้ง 2 ชนิด มีค่าลดลง โดยโดขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีความแฉะและเหนียวติดมือ น้อยกว่าโดขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล จึงทำให้ค่าในการเกาะพื้นผิวโดของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีค่าต่ำกว่าโดขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ในด้านความยืดหยุ่นของโดที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิดมีค่าลดลงเมื่อกดลงไปบนริ้วขนมจีบไทย ริ้วของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลมีความยืดหยุ่นมากกว่าซึ่งทำให้ริ้วของขนมจีบไทยไม่แตกและขาดง่าย เหมือนริ้วของจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล เช่นเดียวกับค่าแรงในการเกาะตัวของโดขนมจีบไทยที่มีการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด มีค่าลดลงเมื่อกดลงไปบนริ้วของโดขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ริ้วของขนมจีบไทยจะร่วน เปราะ และแตกหักง่ายกว่าริ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของโดขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ซึ่งเห็นได้จากค่าแรงในการเกาะตัวของของโดขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้มีค่าแรงในการเกาะตัวน้อยว่าโดขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล

4.1.3.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสีโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

จากการวิเคราะห์ค่าสีโดก่อนึ่งและหลังนึ่งของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ที่ทำการทดแทนแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวลดดัชนีน้ำตาลต่ำในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน มาวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.15 ผลวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยจากแป้งข้าวหอมมะลิ ก่อนนึ่งและหลังนึ่ง

อัตราส่วน แป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล		ก่อนนึ่ง		หลังนึ่ง	
		ความสว่าง (L*)	ค่าสีเหลือง (b*)	ความสว่าง (L*)	ค่าสีเหลือง (b*)
แป้งข้าวหอมมะลิ	100	$76.57^{a} \pm 0.39$	$2.94^{c} \pm 0.05$	$68.23^{a} \pm 0.08$	$2.29^{c} \pm 0.12$
	60:40	$72.84^{c} \pm 0.24$	$4.53^{b} \pm 0.31$	$68.54^{a} \pm 0.19$	$4.40^{b} \pm 0.04$
	50:50	$72.40^{b} \pm 0.61$	$4.73^{b} \pm 0.07$	$67.33^{b} \pm 0.62$	$4.72^{a\,b} \pm 0.17$
	40:60	$73.53^{b} \pm 0.22$	$5.35^{a} \pm 0.23$	$67.10^{b} \pm 0.33$	$4.89^{a} \pm 0.29$
แป้งข้าวเสาไห้	100	$73.78^{a} \pm 0.17$	$4.03^{c} \pm 0.44$	$68.9^{a} \pm 90.80$	$4.30^{b} \pm 0.46$
	60:40	$72.61^{b} \pm 0.47$	$8.15^{ab} \pm 0.17$	$66.55^{b} \pm 0.25$	$8.35^{a} \pm 0.05$
	50:50	$69.95^{c} \pm 0.16$	$8.03^{b} \pm 0.10$	$65.21^{c} \pm 0.11$	$8.11^{a} \pm 0.63$
	40:60	$71.79^{b} \pm 0.90$	$8.65^{a} \pm 0.16$	$64.50^{c} \pm 0.25$	$8.88^{a} \pm 0.17$

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์ค่าสีโดก่อนนึ่ง และหลังนึ่งของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ทั้งในอัตราส่วนแป้งข้าวหอมมะลิปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ และ แป้งข้าวเสาไห้ปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ที่แตกต่างกัน พบว่า ค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มลดลง และ ความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ทั้งในโดแป้งของผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยจากแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ ก่อนนึ่ง และหลังนึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3.3 ผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนด้วยแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล และสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล ระดับต่างๆ โดยใช้การประเมินแบบ 5 – point hedonic scale และแบบทดสอบความพอดี (Just About Right, JAR) แสดงผลดังตารางที่ 4.16 4.17 และ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยการประเมินแบบ 5 – point hedonic scale (N=30)

	คุณลักษณะ	อัตราส่วนแป้งข้าวปกติ:แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล			
		100:0	60:40	50:50	40:60
แป้งข้าวหอมมะลิ	ความหนาของแป้ง^{ns}	3.30 ± 0.68	3.49 ± 0.46	3.39 ± 0.72	3.40 ± 0.62
	ความชัดของริ้ว	3.10^{b} ± 2.15	3.21^{b} ± 1.20	4.20^{a} ± 0.61	4.20^{a} ± 0.69
	สี^{ns}	3.40 ± 0.17	2.91 ± 0.57	3.10 ± 1.13	2.87 ± 0.89
	รสชาติของแป้ง	3.40^{a} ± 0.67	3.50^{a} ± 0.80	2.80^{b} ± 0.85	2.60^{c} ± 0.49
	กลิ่นรสของแป้ง	3.90^{a} ± 0.84	3.67^{ba} ± 0.46	3.20^{cb} ± 0.28	2.50^{c} ± 1.4
	การกัดขาดของแป้ง	4.60^{a} ± 0.36	3.70^{b} ± 0.50	3.14^{b} ± 0.67	3.70^{c} ± 12.1
	ความนุ่มของแป้ง	4.50^{a} ± 0.40	3.70^{a} ± 0.14	2.40^{c} ± 1.01	3.10^{b} ± 4.15
	ความเหนียว	4.19^{a} ± 0.71	3.89^{a} ± 0.44	2.60^{b} ± 1.30	2.20^{c} ± 1.07
แป้งข้าวเสาไห้	ความหนาของแป้ง^{ns}	3.16 ± 0.53	3.20 ± 0.40	3.16 ± 0.53	3.23 ± 0.43
	ความชัดของริ้ว	3.33^{c} ± 1.06	3.33^{c} ± 1.02	4.10^{b} ± 0.54	4.56^{a} ± 0.77
	สี	3.43^{a} ± 0.54	2.83^{b} ± 0.53	2.96^{b} ± 0.85	2.8^{b} ± 1.20
	กลิ่นรสของแป้ง	3.33^{a} ± 0.54	3.16^{a} ± 0.4	2.53^{b} ± 0.73	2.40^{b} ± 0.49
	รสชาติของแป้ง	3.83^{a} ± 0.37	3.86^{a} ± 0.34	2.70^{b} ± 0.87	2.16^{b} ± 0.69
	การกัดขาดของแป้ง	4.63^{a} ± 0.37	3.36^{b} ± 0.34	2.60^{c} ± 0.87	2.16^{d} ± 0.69
	ความนุ่มของแป้ง	4.10^{a} ± 0.30	3.83^{a} ± 0.30	2.03^{b} ± 1.15	2.13^{b} ± 1.22
	ความเหนียว	3.93^{a} ± 0.44	3.91^{b} ± 0.42	2.36^{c} ± 0.99	1.63^{c} ± 0.88
	ความชอบโดยรวม	4.36^{c}±0.71	4.10^{c}±0.30	2.50^{b}±1.07	1.66^{a}±0.38

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} อักษรที่ไม่มีความแตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยจากแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนด้วยแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลและสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลใน ระดับต่างๆ โดยการประเมินแบบ 5 – point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน พบว่า ความชอบในด้านความหนา ของผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยทั้งที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล และที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) ความชอบในด้านความชัดเจนของริ้ว มีค่าคะแนนความชอบเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดดัชนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลในแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด เนื่องจากเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทำให้ริ้วของผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด มีริ้วที่ชัดเจนและคงตัวมากขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสในด้านความแข็งที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล ดังแสดงในตารางที่ 4.13 ความชอบในรสชาติของแป้ง กลิ่นรสของแป้ง การกัดขาดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง ความเหนียว และ ความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2ชนิด มีค่าคะแนนความชอบลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีค่าลดลงมากกว่าผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล โดยอัตราส่วนผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ดัชนีลดค่าดัชนีน้ำตาล ผู้ทดสอบยอมรับอยู่ในระดับชอบมาก คืออัตราส่วนแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล 60:40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)

อัตราส่วนแป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล	คุณลักษณะ	จำนวนคนที่เลือก(ร้อยละ)		
		น้อยไป	พอดี	มากไป
100:0	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	0	86.7	13.3
	ความนุ่มของแป้ง	0	100	0
	ความเหนียวของแป้ง	0	100	0
60:40	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	10	90	0
	ความนุ่มของแป้ง	3.3	96.7	0
	ความเหนียวของแป้ง	6.6	93.3	0
50:50	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	63.3	36.7	0
	ความนุ่มของแป้ง	80	20	0
	ความเหนียวของแป้ง	96.7	3.3	0
40:60	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	90	10	0
	ความนุ่มของแป้ง	80	20	0
	ความเหนียวของแป้ง	96.7	3.3	0

จากตารางที่ 4.17 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในระดับต่างๆ โดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) พบว่าความพอดีในด้านความหนาของผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลพอดีสำหรับผู้ทดสอบในทุกอัตราส่วน ในด้านการกัดขาดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และความเหนียวของแป้ง ผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน 50:50 และ 40:60 ผู้ทดสอบประเมินว่าผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยในอัตราส่วนนี้มีความร่วนเกินไปทำให้กัดขาดได้ง่าย และมีความนุ่ม ความเหนียวที่น้อยเกินไป ซึ่งสัมพันธ์กับค่าการเกาะตัวและค่าความยืดหยุ่นที่ลดลงเมื่อมีการเมื่อปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ดังแสดงใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ส่วนผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ผู้ทดสอบให้ความพอดีมากที่สุด คือ ผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน 60:40 ซึ่งสอดคล้องกับผลทดสอบด้านความชอบโดยรวม ที่ผู้ทดสอบให้ผลิตภัณฑ์ขนมขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.18 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)

อัตราส่วนแป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล	คุณลักษณะ	จำนวนคนที่เลือก(ร้อยละ)		
		น้อยไป	พอดี	มากไป
100:0	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	0	100	0
	ความนุ่มของแป้ง	0	96.7	3.3
	ความเหนียวของแป้ง	3.3	96.7	0
60:40	ความหนาของแป้ง	0	100	0
	การกัดขาดของแป้ง	10	90	0
	ความนุ่มของแป้ง	6.7	93.3	0
	ความเหนียวของแป้ง	3.3	96.7	0
50:50	ความหนาของแป้ง	96.7	3.3	0
	การกัดขาดของแป้ง	63.3	36.6	0
	ความนุ่มของแป้ง	80	20	0
	ความเหนียวของแป้ง	80	20	0
40:60	ความหนาของแป้ง	93.3	6.7	0
	การกัดขาดของแป้ง	86.7	13.3	0
	ความนุ่มของแป้ง	93.7	6.6	0
	ความเหนียวของแป้ง	100	0	0

จากตารางที่ 4.18 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล และสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในระดับต่างๆ โดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) พบว่า ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอดีในด้านความหนาของผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่มีการทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล พอดีสำหรับผู้ทดสอบในทุกอัตราส่วน ในด้านการกัดขาดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และความเหนียวของแป้ง ผลิดภัณฑ์ขนมจีบไทยที่มีการทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน 50:50 และ 40:60 ผู้ทดสอบประเมินผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ในด้านการกัดขาดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และความเหนียวของแป้ง อยู่ในระดับที่น้อยเกินไปในทุกๆ ด้าน เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีความร่วนมากขึ้น จึงทำให้ผู้ทดสอบใช้แรงในการกัดน้อย ขาดความนุ่ม และขาดความเหนียว ซึ่งสัมพันธ์กับค่าการเกาะตัวและค่าความยืดหยุ่นที่ลดลงเมื่อมีการเมื่อปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และผลิตภัณฑ์ขนมจีบที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ผู้ทดสอบให้ความพอดีมากที่สุดในด้านการกัดขาด ความนุ่มและความเหนียว คือ ผลิดภัณฑ์ขนมจีบที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน 60:40 ซึ่งสอดคล้องกับผลทดสอบด้านความชอบโดยรวม ที่ผู้ทดสอบให้ผลิดภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.16

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลพบว่า โดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลนั้น ส่งผลต่อ ค่าความแข็งเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นมากกว่าโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล แต่ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด ที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้นส่งผลทำให้ริ้วของขนมจีบไทยมีความคงตัว ชัดเจนและสวยงามมากขึ้น เช่นเดียวกับขนมช่อม่วง เพราะแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสสูงจะมีแนวโน้มความคงตัวของแป้งสุกมากกว่าแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ โดยริ้วของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีความคงตัวมากกว่าริ้วของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล โดยผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้มีคะแนนความชอบ ด้านความคงตัวของริ้วมากกว่าผลิดภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล แต่ในผลิดภัณฑ์ของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและผลิดภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล มีความชอบในด้านความนุ่ม และความเหนียวของแป้งลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล โดยผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้มีคะแนนความชอบ ด้านความนุ่ม และความเหนียวของแป้งลดลงมากกว่าผลิดภัณฑ์ของขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมลดค่าดัชนีน้ำตาล ผู้ทดสอบจึงยอมรับและประเมินความพอดีของผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทยที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน แป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ 60:40 ซึ่งอยู่ในระดับที่ชอบมาก

4.1.4 ขนมเรไร

4.1.4.ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันทั้งก่อนนึ่งและหลังนึ่ง แสดงผลดังตารางที่ 4.19 และ 4.20

ตารางที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งของขนมเรไรจากแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

	อัตราส่วน แป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล	ค่าความแข็ง (กิโลกรัมแรง)	ค่าแรงในการเกาะพื้นผิว (กิโลกรัมแรง.วินาที)	ค่าความยืดหยุ่น (มิลลิเมตร)	ค่าแรงในการเกาะตัว
แป้งข้าวหอมมะลิ	100:0	2,163.6^{d} ± 17.5	382.8^{a} ± 7.5	0.31^{a} ± 0.00	0.39^{a} ± 0.00
	60:40	3,732.5^{c} ± 29.9	315.0^{b} ± 6.1	0.27^{b} ± 0.00	0.35^{b} ± 0.00
	50:50	4,166.7^{b} ± 81.6	257.3^{c} ± 9.9	0.19^{c} ± 0.00	0.29^{c} ± 0.00
	40:60	5,665.6^{a} ± 28.1	198.3^{d} ± 0.9	0.14^{d} ± 0.00	0.22^{d} ± 0.01
แป้งข้าวเสาไห้	100:0	3,050.7^{d} ± 5.6	253.8^{a} ± 2.4	0.24^{a} ± 0.00	0.27^{a} ± 0.00
	60:40	4,590.4^{c} ± 177.9	215.7^{b} ± 6.2	0.21^{b} ± 0.00	0.21^{b} ± 0.00
	50:50	5171.1^{b} ± 36.5	194.0^{c} ± 2.6	0.16^{c} ± 0.00	0.20^{c} ± 0.00
	40:60	6532.2^{a} ± 41.9	134.1^{d} ± 2.1	0.11^{d} ± 0.00	0.11^{d} ± 0.00

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.13 โดก่อนนึ่งขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน

100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.14 โดก่อนนึ่งขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน

จากตารางที่ 4.19 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันพบว่า เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีค่าความแข็งของโดเพิ่มขึ้นแต่ค่าแรงในการเกาะพื้นผิวลดลงโดยโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีความแฉะ เหนียวติดมือ และติดพิมพ์กดขนมเรไรมากกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล เห็นผลได้จากโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลมีค่าแรงในการเกาะพื้นผิวสูงกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ด้านความยืดหยุ่นของโดที่มีการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด มีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลซึ่งเห็นได้จากการขึ้นรูปและขณะที่กดโดออกมาเป็นเส้น โดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้จะมีความเหนียวน้อยกว่าโดขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิจึงทำให้เวลากดโดขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้จะขาดเป็นท่อนๆ เช่นเดียวกันกับค่าแรงในการเกาะพื้นผิวที่มีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล สังเกตได้จาก ภาพที่ 4.13 และ 4.14 จะเห็นได้ว่าเส้นของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งลดค่าดัชนีน้ำตาลที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้เส้นขาดง่าย ไม่เกาะตัวกันเป็นเส้นยาว โดยที่เส้นขนมเรไรจากแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีการขาดมากกว่า ในขณะที่ เส้นขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิไม่ขาดออกจากกันแต่ผิวเส้นของขนมเรไรมีความเรียบเนียนน้อยลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสโดหลังนึ่งของขนมเรไรจากแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

	อัตราส่วน แป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล	ค่าความแข็ง (กิโลกรัมแรง)	ค่าแรงในการเกาะพื้นผิว (กิโลกรัมแรง.วินาที)	ค่าความยืดหยุ่น (มิลลิเมตร)	ค่าแรงในการเกาะตัว
แป้งข้าวหอมมะลิ	**100:0**	$1100.3^{d} \pm 23.2$	$550.3^{a} \pm 4.8$	$0.71^{a} \pm 0.00$	$0.66^{a} \pm 0.01$
	60:40	$2095.7^{c} \pm 49.3$	$491.6^{b} \pm 8.2$	$0.61^{b} \pm 0.00$	$0.59^{b} \pm 0.00$
	50:50	$2557.1^{b} \pm 14.1$	$451.0^{c} \pm 4.0$	$0.52^{c} \pm 0.02$	$0.51^{c} \pm 0.04$
	40:60	$3081.5^{a} \pm 60.2$	$392.5^{d} \pm 4.6$	$0.44^{d} \pm 0.01$	$0.45^{d} \pm 0.02$
แป้งข้าวเสาไห้	**100:0**	$1262.6^{d} \pm 50.7$	$459.9^{a} \pm 1.9$	$0.49^{a} \pm 0.004$	$0.58^{a} \pm 0.09$
	60:40	$2120.6^{c} \pm 60.0$	$411.4^{b} \pm 9.53$	$0.32^{b} \pm 0.04$	$0.51^{b} \pm 0.00$
	50:50	$2970.1^{b} \pm 60.2$	$334.1^{c} \pm 10.6$	$0.28^{c} \pm 0.00$	$0.47^{c} \pm 0.03$
	40:60	$4181.4^{a} \pm 52.9$	$293.0^{d} \pm 5.9$	$0.21^{d} \pm 0.00$	$0.40^{d} \pm 0.00$

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.15 โดหลังนึ่งขนมเรไรที่ทดแทนแป้งหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน

100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.16 โดหลังนึ่งขนมเรไรที่ทดแทนแป้งหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน

จากตารางที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันพบว่า โดขนมเรไรที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล มีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล แต่ค่าความแข็งที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้เส้นของขนมเรไรอยู่ตัว ไม่ยุบตัว และเห็นเป็นเส้นมากขึ้น เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล สังเกตได้จาก ภาพที่ 4.15 และ 4.16 โดยโดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีค่ามีความแข็งมากกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ด้านค่าแรงในการเกาะพื้นผิวของโดขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวทั้ง 2 ชนิด มีค่าลดลง โดยโดขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีความเหนียวติดมือ มากกว่าโดขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล จึงทำให้ค่าในการเกาะพื้นผิวโดของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลมีค่าสูงกว่าโดขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ด้านความยืดหยุ่นของโดที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีทั้ง 2 ชนิด มีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล โดยโดที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลมีความยืดหยุ่นมากกว่าโดที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลเมื่อใช้นิ้วกด ในด้านค่าแรงในการเกาะตัวของโดขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด มีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล สังเกตได้จากเส้นของขนมเรไรแตก แประ และเสียรูปได้ง่ายกว่าเส้นของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล เห็นได้จากค่าแรงในการเกาะตัวของโดขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิมีค่าสูงกว่าโดขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

4.1.4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสีโดของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

จากการวิเคราะห์ค่าสีโดก่อนึ่งและหลังนึ่งของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ที่ทำการทดแทนแป้งข้าวปกติด่อแป้งข้าวลดดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่แดกด่างกัน มาวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) แสดงดังตารางที่ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 ผลการวิเคราะห์ค่าสีโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

	อัตราส่วนแป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล	ก่อนนึ่ง		หลังนึ่ง	
		ความสว่าง (L*)	ค่าสีเหลือง (b*)	ความสว่าง (L*)	ค่าสีเหลือง (b*)
แป้งข้าวหอมมะลิ	100	$76.58^{a} \pm 0.14$	$4.44^{d} \pm 0.11$	$69.81^{a} \pm 0.04$	$2.29^{d} \pm 0.11$
	60:40	$73.52^{b} \pm 0.22$	$7.25^{c} \pm 0.24$	$68.19^{b} \pm 0.15$	$4.20^{c} \pm 0.42$
	50:50	$71.82^{c} \pm 0.13$	$8.43^{b} \pm 0.06$	$67.71^{c} \pm 0.09$	$4.72^{b} \pm 0.17$
	40:60	$70.54^{d} \pm 0.09$	$8.94^{a} \pm 13$	$66.60^{d} \pm 0.20$	$5.56^{a} \pm 0.43$
แป้งข้าวเสาไห้	100	$72.44^{a} \pm 0.37$	$4.58^{c} \pm 0.15$	$67.28^{a} \pm 0.13$	$4.06^{a} \pm 0.08$
	60:40	$72.24^{a} \pm 0.05$	$7.25^{b} \pm 0.24$	$66.56^{b} \pm 0.33$	$7.09^{b} \pm 0.50$
	50:50	$72.51^{ab} \pm 0.48$	$8.47^{a} \pm 0.18$	$64.15^{a} \pm 0.01$	$8.03^{b} \pm 0.38$
	40:60	$71.51^{b} \pm 0.32$	$8.80^{a} \pm 0.33$	$64.14^{a} \pm 0.28$	$8.42^{b} \pm 0.64$

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จาตารางที่ 4.21 ผลการวิเคราะห์ค่าสี โดก่อนนึ่ง และหลังนึ่งของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนแป้งข้าวหอมมะลิปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ และ แป้งข้าวเสาไห้ปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ที่แตกต่างกัน พบว่า ค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มลดลง และ ความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ ทั้งในโดแป้งของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรจากแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ ก่อนนึ่ง และหลังนึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4.1.4.3 ผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนด้วยแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล และสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล ระดับต่างๆ โดยใช้การประเมินแบบ 5 – point hedonic scale และแบบทดสอบความพอดี (Just About Right, JAR) แสดงผลดังตารางที่ 4.22 4.23 และ 4.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยการประเมินแบบ 5 – point hedonic scale (N=30)

	คุณลักษณะ	อัตราส่วนแป้งข้าวปกติ:แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล			
		100:0	60:40	50:50	40:60
แป้งข้าวหอมมะลิ	ความคงตัวของเส้น	$3.93^{b} \pm 1.26$	$4.20^{b} \pm 0.45$	$4.70^{a} \pm 0.93$	$4.98^{a} \pm 0.20$
	สี	$4.03^{a} \pm 0.81$	$3.97^{a} \pm 0.77$	$3.73^{ab} \pm 0.64$	$3.57^{b} \pm 0.68$
	รสชาติของแป้ง	$3.90^{a} \pm 0.92$	$3.67^{ab} \pm 0.71$	$3.27^{b} \pm 0.79$	$3.27^{b} \pm 0.79$
	กลิ่นรสของแป้ง	$4.83^{a} \pm 0.38$	$4.27^{b} \pm 0.45$	$3.30^{c} \pm 0.47$	$3.10^{c} \pm 0.48$
	การกัดขาดของแป้ง	$3.97^{a} \pm 0.99$	$4.33^{a} \pm 0.48$	$3.43^{b} \pm 1.00$	$2.67^{c} \pm 0.76$
	ความนุ่มของแป้ง	$4.37^{a} \pm 0.77$	$3.80^{b} \pm 0.85$	$3.80^{b} \pm 1.06$	$3.43^{b} \pm 1.06$
	ความเหนียว	$4.93^{a} \pm 0.25$	$4.43^{b} \pm 0.77$	$3.17^{c} \pm 0.87$	$2.57^{d} \pm 1.07$
	ความชอบโดยรวม	$4.93^{a} \pm 0.25$	$4.43^{b} \pm 0.50$	$2.60^{c} \pm 0.72$	$2.43^{c} \pm 0.68$
แป้งข้าวเสาไห้	ความคงตัวของเส้น	$4.43^{a} \pm 0.50$	$4.17^{a} \pm 0.38$	$2.40^{b} \pm 0.93$	$1.37^{c} \pm 1.03$
	สี^{ns}	3.00 ± 0.81	2.90 ± 0.66	2.70 ± 0.60	2.60 ± 0.77
	กลิ่นรสของแป้ง	$3.77^{a} \pm 1.46$	$3.30^{a} \pm 1.09$	$2.20^{b} \pm 0.61$	$2.20^{b} \pm 0.61$
	รสชาติของแป้ง	$3.90^{a} \pm 0.66$	$3.63^{a} \pm 0.49$	$2.53^{b} \pm 0.68$	$1.87^{c} \pm 1.01$
	การกัดขาดของแป้ง	$4.37^{a} \pm 0.93$	$4.07^{a} \pm 0.83$	$3.20^{b} \pm 0.71$	$2.43^{c} \pm 1.01$
	ความนุ่มของแป้ง	$4.73^{a} \pm 0.45$	$4.17^{b} \pm 0.38$	$2.43^{c} \pm 1.01$	$1.60^{d} \pm 1.38$
	ความเหนียว	$3.90^{a} \pm 1.47$	$3.33^{b} \pm 1.06$	$1.73^{c} \pm 0.91$	$1.43^{c} \pm 0.50$
	ความชอบโดยรวม	$4.63^{a} \pm 0.49$	$3.80^{b} \pm 0.55$	$2.20^{c} \pm 0.61$	$1.27^{d} \pm 0.64$

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} อักษรที่ไม่มีความแตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 4.22 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรจากแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนด้วยแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลและสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลใน ระดับต่างๆ โดยการประเมินแบบ 5 – point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คนพบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลมีคะแนนความชอบในด้านความคงตัวของเส้นสูงขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล ในทางกลับกันคะแนนความชอบในด้านความคงตัวของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้มีค่าลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล เนื่องจากขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล เส้นมีลักษณะขาดเป็นเส้นๆผู้ทดสอบจึงให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนลดลง ในความชอบในด้านกลิ่นรสของแป้ง รสชาติของแป้ง การกัดขาดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง ความเหนียว และความชอบโดยรวม มีคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล โดยผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีคะแนนความชอบในด้านต่างๆ ลดลงมากกว่า ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมเรไรจำเป็นต้องเห็นความสวยงามของเส้นที่กลมยาว และไม่ขาดออกจากกันซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีของผลิตภัณฑ์ขนมเรไร ดังนั้นอัตราส่วนผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ดัชนีลดค่าดัชนีน้ำตาล อยู่ที่คะแนน 4.4 ซึ่งอยู่ในระดับชอบมาก และ คะแนน 3.8 ซึ่งอยู่ในระดับที่เฉยๆ ตามลำดับ โดยอัตราส่วนแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล ที่ 60:40

ตารางที่ 4.23 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)

อัตราส่วนแป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล	คุณลักษณะ	จำนวนคนที่เลือก (ร้อยละ)		
		น้อยไป	พอดี	มากไป
100:0	การกัดขาดของแป้ง	0	20	80
	ความนุ่มของแป้ง	0	13.3	86.7
	ความเหนียวของแป้ง	0	10	90
60:40	การกัดขาดของแป้ง	83.3	16.7	0
	ความนุ่มของแป้ง	50	50	0
	ความเหนียวของแป้ง	96.7	3.3	0
50:50	การกัดขาดของแป้ง	86.6	13.4	0
	ความนุ่มของแป้ง	80	20	0
	ความเหนียวของแป้ง	100	0	0
60:40	การกัดขาดของแป้ง	96.6	3.4	0
	ความนุ่มของแป้ง	100	0	0
	ความเหนียวของแป้ง	100	0	0

จากตารางที่ 4.23 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในระดับต่างๆ โดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) พบว่า ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอดีในด้านการกัดขาดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และความเหนียวของแป้ง ในผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล อยู่ในเกณฑ์ที่น้อยไปในทุกอัตราส่วน หมายความว่าผู้ทดสอบยังไม่รับรู้ถึงความพอดีในด้านใดๆ ของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล อาจเนื่องมาจาก ในด้านการกัดขาดของแป้งที่ผู้ทดสอบรู้สึกใช้แรงในการกัดขาดน้อยเกินไป สอดคล้องกับผลทดสอบด้านความชอบ ในด้านความนุ่ม และความเหนียวที่มีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ดังแสดงในตารางที่ 4.22 ในการทดสอบความพอดีจึงยังไม่มีอัตราส่วนใดที่พอดีสำหรับผู้ทดสอบ

ตารางที่ 4.24 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)

อัตราส่วนแป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล	คุณลักษณะ	จำนวนคนที่เลือก (ร้อยละ)		
		น้อยไป	พอดี	มากไป
100:0	การกัดขาดของแป้ง	13.3	86.7	0
	ความนุ่มของแป้ง	25	75	0
	ความเหนียวของแป้ง	23.3	76.7	0
60:40	การกัดขาดของแป้ง	63.3	36.7	0
	ความนุ่มของแป้ง	53.3	46.7	0
	ความเหนียวของแป้ง	66.7	33.3	0
50:50	การกัดขาดของแป้ง	93.4	6.6	0
	ความนุ่มของแป้ง	93.4	6.6	0
	ความเหนียวของแป้ง	100	0	0
40:60	การกัดขาดของแป้ง	100	0	0
	ความนุ่มของแป้ง	96.6	3.4	0
	ความเหนียวของแป้ง	100	0	0

จากตารางที่ 4.24 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล และสูตที่ทดแทนแป้งเสาไห้ลตค่าดัชนีน้ำตาลในระดับต่างๆ โดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) พบว่า ความพอดีในด้านการกัดขาดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และความเหนียวของแป้ง ในผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ยังน้อยไปในทุกอัตราส่วน สอดคล้องกับผลทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านความชอบ ในด้านความนุ่ม และความเหนียวที่มีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ดังแสดงในตารางที่ 4.21 ในการทดสอบความพอดีจึงยังไม่มีอัตราส่วนใดที่พอดีสำหรับผู้ทดสอบ เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลพบว่า โดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลนั้น ส่งผลต่อค่าความแข็งเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมเรไรไทยที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นมากกว่าโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ซึ่งส่วนใหญ่มาจากการเกิดรีโทรเกรเดชันของแป้ง แต่เนื่องจากขนมเรไรมีส่วนผสมของกะทิจึงทำให้โดแป้งขนมเรไรมีความนุ่มมากขึ้น และความแข็งของขนมเรไรจะมีค่าความแข็งน้อยกว่าโดของขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง และขนมจีบไทย และเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลลงในผลิตภัณฑ์ทำให้เส้นของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล อยู่ตัวและกลมสวยมากขึ้น ในทางกลับกัน ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล กลับทำให้เส้นของขนมเรไรขาดเป็นเส้นสั้นๆ สอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลมีคะแนนความชอบด้านความคงตัวของเส้นเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล แต่คะแนนความชอบด้านความคงตัวลดลงในผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล โดยผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ผู้ทดสอบยอมรับ คือ ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ในอัตราส่วนแป้งข้าวปกดิด่อแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำที่ 60:40 สำหรับในด้านการทดสอบความพอดีทั้งขนมเรไรที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีแด่ทำมาจากแป้งข้าวเสาไห้มีคุณสมบัติมีความเส้นเส้นยาวตังนั้นค่าความพอดีของขนมเรไรที่ทำมาจากแป้งข้าวเสาไห้มีความพอดีมากว่าขนมเรไรจากแป้งข้าวหอมมะลิ แต่ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งทั้ง 2 ชนิด ในด้านการกัดขาด ความนุ่มและความเหนียว ยังน้อยเกินไปในทุกอัตราส่วนที่ทำการทดสอบ ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลยังต้องมีการปรับปรุงเนื้อสัมผัสในขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ขนมทราย

4.1.5.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสแป้งผสมก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมทราบที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

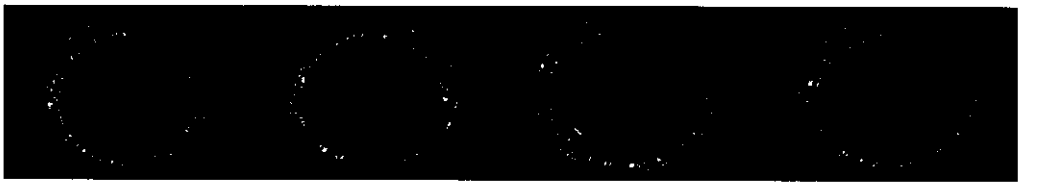
ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของแป้งผสมก่อนนึ่งและหลังนึ่งขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันทั้งก่อนนึ่งและหลังนึ่ง แสดงผลดังตารางที่ 4.25 และ 4.26

ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสแป้งผสมก่อนนึ่งของขนมทรายจากแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

อัตราส่วน แป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล		ค่าความแข็ง (กิโลกรัมแรง)	ค่าแรงในการเกาะพื้นผิว (กิโลกรัมแรง.วินาที)	ค่าความยืดหยุ่น (มิลลิเมตร)	ค่าแรงในการเกาะตัว
แป้งข้าวหอมมะลิ	100:0	4,409.9^{d} ± 155.3	2.9^{a} ± 0.0	0.23^{a} ± 0.01	0.21^{a} ± 0.00
	60:40	5,636.6^{c} ± 227.	2.6^{b} ± 0.0	0.22^{a} ± 0.01	0.19^{b} ± 0.00
	50:50	6,841.5^{b} ± 134.0	2.2^{c} ± 0.0	0.18^{b} ± 0.00	0.18^{c} ± 0.00
	40:60	8,476.4^{a} ± 217.7	1.9^{d} ± 0.0	0.17^{b} ± 0.01	0.16^{d} ± 0.00
แป้งข้าวเสาไห้	100:0	5,441.2^{d} ± 109.0	2.3^{a} ± 0.2	0.18^{a} ± 0.00	0.18^{a} ± 0.00
	60:40	6,627.1^{c} ± 118.4	1.7^{b} ± 0.0	0.17^{b} ± 0.00	0.17^{b} ± 0.00
	50:50	9,268.4^{b} ± 165.1	1.2^{c} ± 0.0	0.15^{c} ± 0.07	0.16^{c} ± 0.00
	40:60	12,223.4^{a} ± 293.6	0.9^{d} ± 0.0	0.14^{d} ± 0.00	0.15^{d} ± 0.00

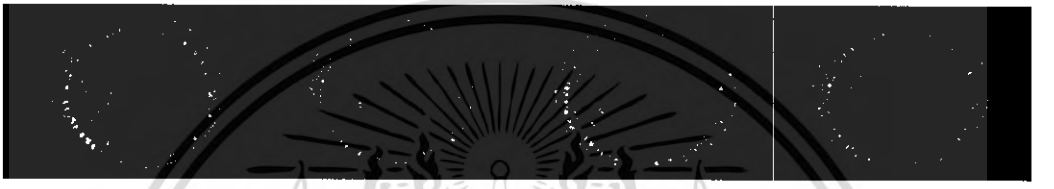
หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.17 แป้งผสมก่อนนึ่งขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน



100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.18 แป้งผสมก่อนนึ่งขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน

จากตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสแป้งผสมก่อนนึ่งของขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันพบว่า เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลในแป้งผสมจะมีค่าความแข็งเพิ่มสูงขึ้น โดยแป้งผสมที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีค่าความแข็งสูงกว่าแป้งผสมที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล สาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่าความแข็งของแป้งผสมก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีทั้ง 2 ชนิดมีค่าสูง เพราะแป้งผสมของขนมทรายก่อนนึ่งจะมีก้อนแป้งเล็กๆ กระจายอยู่ทั่วๆ อย่างไม่สม่ำเสมอ สังเกตได้จากภาพที่ 4.17 และ 4.18 ทำให้เวลาที่หัววิเคราะห์เนื้อสัมผัสต้องสัมผัสกับเม็ดแป้งที่แข็งก่อนเป็นอันดับแรกจึงทำให้ค่าความแข็งสูงขึ้นโดยก้อนแป้งในแป้งผสมที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีความแข็งน้อยกว่าแป้งผสมที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ตามลักษณะความแข็งของเมล็ดข้าวแต่ละสายพันธุ์ และเนื่องจากแป้งผสมก่อนนึ่งของขนมทรายยังไม่มีการผ่านความร้อนทำให้การเกิดเจลของแป้งยังไม่สมบูรณ์ จึงทำให้ค่าแรงในการเกาะพื้นผิวของแป้งผสมมีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยแป้งผสมที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้จะมีค่าแรงการเกาะพื้นผิวต่ำกว่าแป้งผสมที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิ เพราะลักษณะของแป้งผสมก่อนนึ่งของขนมทรายจะมีลักษณะร่วนแห้งเป็นผง และแป้งผสมที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีความแห้งและร่วนมากกว่าแป้งผสมที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ในด้านค่าความยืดหยุ่นและค่าแรงในการเกาะตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

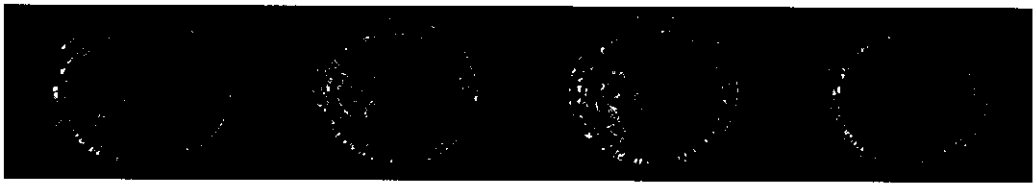
ของแป้งผสมก่อนนึ่งของขนมทรายมีค่าลดในผลิตภัณฑ์ที่มีการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด แต่ค่าความยืดหยุ่นและค่าแรงในการเกาะตัวของแป้งผสมของขนมทรายนั้นมีแนวโน้มไม่แตกต่างกันมากนัก เพราะแป้งผสมก่อนนึ่งของขนมทรายจากแป้งข้าวทั้ง 2 ชนิดมีความแห้งและร่วนตามลักษณะเฉพาะของขนมทราย

ตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสแป้งผสมหลังนึ่งของขนมทรายจากแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

	อัตราส่วน แป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ	ค่าความแข็ง (กิโลกรัมแรง)	ค่าแรงในการเกาะพื้นผิว (กิโลกรัมแรง.วินาที)	ค่าความยืดหยุ่น (มิลลิเมตร)	ค่าแรงในการเกาะตัว
แป้งข้าวหอมมะลิ	100:0	$484.3^{d} \pm 12.1$	$48.6^{a} \pm 0.9$	$0.67^{a} \pm 0.00$	$0.38^{a} \pm 0.00$
	60:40	$641.4^{c} \pm 28.4$	$43.1^{b} \pm 1.5$	$0.55^{b} \pm 0.01$	$0.31^{b} \pm 0.01$
	50:50	$852.7^{b} \pm 22.0$	$33.2^{c} \pm 2.5$	$0.48^{c} \pm 0.00$	$0.28^{c} \pm 0.01$
	40:60	$1,190.5^{a} \pm 44.8$	$25.6^{d} \pm 1.8$	$0.36^{d} \pm 0.00$	$0.26^{d} \pm 0.00$
แป้งข้าวเสาไห้	100:0	$761.7^{d} \pm 16.8$	$5.8^{a} \pm 0.1$	$0.38^{a} \pm 0.00$	$0.30^{a} \pm 0.00$
	60:40	$843.6^{c} \pm 18.5$	$4.4^{b} \pm 0.2$	$0.28^{b} \pm 0.00$	$0.28^{b} \pm 0.00$
	50:50	$950.5^{b} \pm 16.0$	$3.7^{c} \pm 0.0$	$0.22^{c} \pm 0.00$	$0.26^{c} \pm 0.00$
	40:60	$1,398.6^{a} \pm 58.3$	$2.4^{d} \pm 0.1$	$0.18^{d} \pm 0.00$	$0.24^{d} \pm 0.00$

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.19 แป้งผสมหลังนึ่งขนมทรายที่ทดแทนแป้งหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน

100:0 60:40 50:50 40:60

ภาพที่ 4.20 แป้งผสมหลังนึ่งขนมทรายที่ทดแทนแป้งเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนของแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ต่างกัน

จากตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสแป้งผสมหลังนึ่งของขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่แตกต่างกันพบว่า เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีค่าความแข็งของแป้งผสมเพิ่มขึ้น แต่ค่าแรงในการเกาะพื้นผิวลดลงโดยแป้งผสมที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีความแฉะ มากกว่าแป้งผสมที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล สังเกตได้จากภาพที่ 4.19 และ 4.20 จะเห็นได้ว่าแป้งผสมหลังนึ่งที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีความฟูและพองตัวมากกว่าแป้งผสมที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ในด้านค่าความยืดหยุ่นของแป้งผสมหลังนึ่งของขนมทรายที่มีการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด มีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล เห็นได้จากความพองตัวของแป้งผสมหลังนึ่งที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีมีความพองตัวมากกว่าแป้งผสมที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ส่งผลให้ค่าความยืดหยุ่นของแป้งผสมที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล มีค่าความยืดหยุ่นสูงกว่าแป้งผสมที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ในด้านการเกาะตัวของแป้งผสมหลังนึ่งของขนมทรายมีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด โดยแป้งผสมที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีความร่วนเป็นผงมากกว่า ต่างกับแป้งผสมขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ยังมีแป้งบางส่วนที่จับตัวเป็นก้อน จึงทำให้ค่าการเกาะตัวของแป้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมหลังนึ่งที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล มีค่าการแรงในการเกาะตัวน้อยกว่า แป้งผสมหลังนึ่งที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล

4.1.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสีแป้งผสมของขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

จากการวิเคราะห์ค่าสีแป้งผสมก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ที่ทำการทดแทนแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวลดดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน มาวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) แสดงดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 ผลวิเคราะห์ค่าสีของผลิตภัณฑ์ขนมทรายจากแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ก่อนนึ่งและหลังนึ่ง

อัตราส่วน แป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล		ก่อนนึ่ง		หลังนึ่ง	
		ความสว่าง (L*)	ค่าสีเหลือง (b*)	ความสว่าง (L*)	ค่าสีเหลือง (b*)
แป้งข้าวหอมมะลิ	100	$71.54^{a} \pm 0.33$	$1.70^{d} \pm 0.07$	$69.82^{a} \pm 0.03$	$2.29^{c} \pm 0.12$
	60:40	$70.89^{b} \pm 0.07$	$3.19^{c} \pm 0.28$	$68.19^{b} \pm 0.15$	$4.63^{b} \pm 0.06$
	50:50	$70.35^{c} \pm 0.10$	$4.27^{b} \pm 0.07$	$67.67^{c} \pm 0.14$	$4.89^{b} \pm 0.03$
	40:60	$69.81^{d} \pm 0.27$	$5.34^{a} \pm 0.14$	$66.43^{d} \pm 0.41$	$5.56^{a} \pm 0.42$
แป้งข้าวเสาไห้	100	$75.50^{a} \pm 0.38$	$3.32^{c} \pm 0.03$	$69.32^{a} \pm 0.31$	$4.47^{c} \pm 0.06$
	60:40	$72.63^{b} \pm 0.05$	$6.51^{b} \pm 0.39$	$66.55^{b} \pm 0.25$	$8.44^{b} \pm 0.07$
	50:50	$71.55^{c} \pm 0.37$	$7.48^{a} \pm 0.07$	$65.22^{c} \pm 0.11$	$8.78^{b} \pm 0.08$
	40:60	$69.43^{d} \pm 0.07$	$7.82^{a} \pm 0.10$	$64.50^{d} \pm 0.25$	$9.54^{a} \pm 0.41$

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จาตารางที่ 4.27 ผลการวิเคราะห์ค่าสีแป้งผสมก่อนนึ่ง และหลังนึ่งของทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนแป้งข้าวหอมมะลิปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ และ แป้งข้าวเสาไห้ปกติต่อแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ที่แตกต่างกัน พบว่า ค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มลดลง และ ความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล ทั้งในขผลิตภัณฑ์ขนมทรายก่อนนึ่งและหลังนึ่งที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5.3 ผลการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ขนมทรายทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนด้วยแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล และสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล ระดับต่างๆ โดยใช้การประเมินแบบ 5 – point hedonic scale และแบบทดสอบความพอดี (Just About Right, JAR) แสดงผลดังตารางที่ 4.28 4.29 และ 4.30

ตารางที่ 4.28 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยการประเมินแบบ 5 – point hedonic scale (N=30)

	คุณลักษณะ	อัตราส่วนแป้งข้าวปกติ:แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล			
		100:0	60:40	50:50	40:60
แป้งข้าวหอมมะลิ	ความฟูของแป้ง	$4.87^{a} \pm 0.51$	$4.63^{a} \pm 0.81$	$4.03^{b} \pm 0.96$	$3.40^{c} \pm 1.45$
	สี^{ns}	3.90 ± 0.85	3.90 ± 0.85	3.70 ± 0.65	3.50 ± 0.68
	กลิ่นรสของแป้ง	$3.93^{a} \pm 0.94$	$3.80^{ab} \pm 0.85$	$3.37^{b} \pm 0.77$	$3.37^{b} \pm 0.77$
	รสชาติของแป้ง	$4.73^{a} \pm 0.45$	$4.10^{b} \pm 0.48$	$3.40^{c} \pm 0.50$	$3.13^{d} \pm 0.35$
	ความนุ่มของแป้ง	$3.97^{ab} \pm 0.89$	$4.23^{a} \pm 0.43$	$3.67^{b} \pm 1.16$	$2.67^{c} \pm 1.03$
	ความชอบโดยรวม	$4.93^{a} \pm 0.25$	$4.30^{b} \pm 0.47$	$3.13^{c} \pm 0.78$	$2.83^{d} \pm 0.53$
แป้งข้าวเสาไห้	ความฟูของแป้ง	$4.80^{a} \pm 0.41$	$4.67^{a} \pm 0.48$	$3.57^{b} \pm 1.22$	$2.73^{c} \pm 1.69$
	สี^{ns}	3.43 ± 0.90	3.40 ± 0.86	3.20 ± 0.66	3.03 ± 0.67
	รสชาติของแป้ง	$3.83^{a} \pm 1.12$	$3.63^{a} \pm 0.96$	$2.93^{b} \pm 0.94$	$2.93^{b} \pm 0.94$
	กลิ่นรสของแป้ง	$4.47^{a} \pm 0.68$	$4.03^{b} \pm 0.56$	$3.03^{c} \pm 0.67$	$2.63^{d} \pm 0.85$
	ความนุ่มของแป้ง	$3.90^{b} \pm 1.09$	$4.23^{a} \pm 0.68$	$3.60^{b} \pm 1.00$	$2.77^{c} \pm 1.35$
	ความชอบโดยรวม	$4.90^{a} \pm 0.31$	$4.30^{b} \pm 0.54$	$2.67^{c} \pm 0.76$	$2.30^{d} \pm 0.84$

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} อักษรที่ไม่มีความแตกต่างกันในแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 4.28 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ขนมทรายจากแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนด้วยแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลและสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลใน ระดับต่างๆ โดยการประเมินแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 – point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คนพบว่า ความชอบในด้านสี ของผลิตภัณฑ์ขนมทราย ทั้งที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล และที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) ความชอบในด้านความฟูของขนมทราย มีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล ทั้ง 2 ชนิด โดย ผลิตภัณฑ์ขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีค่าคะแนนความชอบลดลงมากกว่าผลิตภัณฑ์ขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมทรายเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความร่วน ฟูแต่ยังมีความนุ่มอยู่ในผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีความร่วนกว่าข้าวหอมมะลิแต่ขาดความนุ่ม ซึ่งสัมพันธ์ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้านความยืดหยุ่น และค่าการเกาะตัวที่มีค่าลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ดังแสดงในตาราง 4.26 เป็นผลทำให้คะแนนความชอบในด้านความนุ่มในผลิตภัณฑ์ขนมทรายที่มีการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลลดลงเมื่อมรการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีทั้ง 2 ชนิด โดยอัตราส่วนผลิตภัณฑ์ขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิดัชนีลดค่าดัชนีน้ำตาลและผลิตภัณฑ์ทรายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ดัชนีลดค่าดัชนีน้ำตาล ผู้ทดสอบยอมรับในด้านความชอบโดยรวมอยู่ในอัตราส่วนแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล 60:40

ตารางที่ 4.29 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสด้านความนุ่มของขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)

อัตราส่วน แป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล	จำนวนคนที่เลือก (ร้อยละ)		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
100:0	0	36.7	63.3
60:40	16.7	83.3	0
50:50	43.4	56.6	0
40:60	50	50	0

จากตารางที่ 4.29 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทรายทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในระดับต่างๆ โดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) พบว่าความพอดีในด้านความนุ่มของผลิตภัณฑ์ขนมทรายที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำตาลพอดีสำหรับผู้ทดสอบในทุกอัตราส่วน โดยผู้ทดสอบประเมินความพอดีใรผลิตภัณฑ์ขนมทรายทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลมากที่สุดในอัตราส่วนที่ 60:40 ซึ่งสอดคล้องกับผลทดสอบด้านความชอบโดยรวม ที่ผู้ทดสอบให้ผลิตภัณฑ์ขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล มีคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.30 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสด้านความนุ่มของขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)

อัตราส่วน แป้งข้าวปกติ: แป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล	จำนวนคนที่เลือก (ร้อยละ)		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
100:0	6.7	93.3	0
60:40	86.6	13.4	0
50:50	100	0	0
40:60	100	0	0

จากตารางที่ 4.30 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทรายทั้งสูตรที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล และสูตรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในระดับต่างๆ โดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) พบว่า ในด้าน ความนุ่มของแป้ง ในผลิตภัณฑ์ขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล อยู่ในเกณฑ์ที่น้อยไปในทุกอัตราส่วน ขนมเรไรที่ไม่ได้ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลความเกณฑ์ความพอดีมากที่สุดแต่เมื่อมีการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลจึงทำให้ขนมทรายมีความนุ่มน้อยเกินไปในทุกอัตราส่วนที่มีการทดแทนเนื่องจาก ผลิตภัณฑ์ขนมทรายที่นำมาให้ผู้ทดสอบประเมิน ไม่สุก สาเหตุมาจาก ปริมาณน้ำที่ใช้ในสูตรไม่เพียงพอต่อการสุกหรือการเจลลาติไนซ์ไม่สมบูรณ์ ทำให้ขนมทรายยังความสากของเม็ดแป้งที่ยังไม่สุกเต็มที่หลงเหลืออยู่ ในการทดสอบความพอดีของผลิตภัณฑ์ขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลจึงยังไม่มีอัตราส่วนใดที่พอดีสำหรับผู้ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสแป้งผสมก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลพบว่า แป้งผสมก่อนนึ่ง ที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลนั้น ส่งผลต่อค่าความแข็งเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลโดยแป้งผสมก่อนนึ่งของขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลจะมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นมากกว่าแป้งผสมก่อนนึ่งของขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล โดยค่าความแข็งในแป้งผสมที่มีค่าสูงขึ้น เกิดมาจากแป้งผสมก่อนนึ่งที่ยังไม่ผ่านความร้อนจะไม่สามารถเกิดเจลที่อ่อนนุ่มได้ โดยปกติแล้ว แป้งข้าวธรรมชาติจะไม่สามารถละลายในน้ำเย็นได้ หรือเพียงแค่ดูดซับน้ำได้ในปริมาณจำกัดปริมาณหนึ่งเท่านั้น ทั้งนี้เพราะที่ผิวหน้าของเม็ดแป้งมีการเรียงตัวกันของอนุภาคของแป้งอย่างเป็นระเบียบ และหนาแน่น และเมื่อมีปริมาณน้ำหรือปริมาณความชื้นที่ไม่เพียงพอต่อการพองตัวของแป้งจึงทำให้แป้งที่สัมผัสความชื้นเกิดการเกาะติดกันเป็นก้อน (กล้าณรงค์, 2546) ในด้านค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์หลังนึ่งของขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล และผลิตภัณฑ์หลังนึ่งของขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ความแข็งเพิ่มสูงขึ้น โดยผลิตภัณฑ์หลังนึ่งของขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้มีค่าความแข็งสูงกว่าผลิตภัณฑ์หลังนึ่งของขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ความแข็งที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์หลังนึ่งของขนมทรายนั้น มีสาเหตุมาจากแป้งไม่สุกอย่างสมบูรณ์ทำ นอกจากนี้แป้งข้าวเสาไห้มีปริมาณอะไมโลสสูงจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมทรายที่ทดแทน แป้งข้าวเสาไห้ต้องการน้ำมากในระหว่างการให้ความร้อนมากกว่าผลิตภัณฑ์ขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yadav และคณะ (2007) ละมุล (2555) และ ธนาภร (2559) กล่าวว่าข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูง เมื่อทำการให้ความร้อน เม็ดแป้งจะมีความสามารถดูดซึมน้ำหรือต้องการน้ำมากกว่าแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสต่ำ จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมทรายที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลมีคะแนนความชอบด้านความนุ่มลดลงมากกว่าผลิตภัณฑ์ขนมทรายที่ทดแป้งแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล โดยผลิตภัณฑ์ขนมทรายที่พอดีกับผู้ทดสอบ คือ ผลิตภัณฑ์ขนมทรายที่ทดแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วน แป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ 60:40

จากผลการทดลองการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหารนึ่ง ทั้ง 5 ชนิด คือ ขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไรและขนมทราย ส่งผลในด้านคุณภาพทางกายภาพ และประสาทสัมผัสเป็นไปในทิศทางเดียวกันในด้านต่างๆ ในด้านความแข็งที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้น แต่ในด้านแรงในการเกาะพื้นผิว ค่าความยืดหยุ่น และค่าแรงในการเกาะตัวที่ลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล ผลิตภัณฑ์นึ่งแต่ละชนิดจะมีคุณลักษณะที่ดีแตกต่างกันออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในขนมกุยช่าย ต้องเป็นแป้งที่รีดได้บางและอยู่ตัวไม่หดตัวกลับมาจนเกินไป จึงจะสามารถใช้ห่อไส้ได้ง่าย ในขนมช่อม่วงและขนมจีบไทย ต้องการความสวยงามของกลีบและริ้วที่ชัดเจนซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของขนมทั้ง 2 ชนิดนี้ จึงต้องการแป้งที่มีความแข็งหรือคงตัวได้ในระดับหนึ่ง ขนมเรไรจะต้องมีลักษณะเส้นที่คงตัว กลมสวย ผิวของเส้นต้องจะมีความเรียบเนียน เรียงตัวเป็นเส้นยาว ไม่ขาดออกจากกัน สำหรับขนมทราย นั้นแป้งจะต้องมีลักษณะร่วนแต่ยังคงต้องมีความนุ่มและฟูอยู่ด้วย ดังนั้นการทดแทนแป้งข้าวทั้ง 2 ชนิด จึงทำให้เกิดลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันออกไป โดยการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลสูงสุดอยู่ในอัตราส่วนร้อยละ 40 ในทุกผลิตภัณฑ์ จากผลการทดลองผลิตภัณฑ์อาหารนึ่งทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล 5 ชนิด ผู้ทดสอบประเมินร้อยละความพอดีที่สุดที่ร้อยละ 40 เช่นเดียวกัน โดยจำนวนผู้ทดสอบที่ประเมินให้อยู่ในเกณฑ์ที่พอดีมีมากถึงร้อยละ 80 ขึ้นไป ยกเว้นขนมเรไรที่มีผู้ทดสอบประเมินความพอดีเพียงร้อยละ 30 เท่านั้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล มีปัญหาในด้านความคงตัวคงเส้น ความขาดง่ายและความไม่เรียบเนียนของเส้น จึงทำให้ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีทั้ง 2 ชนิด ขาดคุณลักษณะสำคัญของขนมเรไร มาปรับปรุงคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส ให้มีความคงตัวเส้นมีความเรียบเนียนและไม่ขาดง่าย โดยใช้ไฮโดรคอลลอยด์ในการปรับปรุงเนื้อสัมผัสในขั้นตอนต่อไป

4.1.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์นึ่ง 5 ชนิด ของขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทราย ในสูตรทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

นำผลิตภัณฑ์นึ่ง 5 ชนิด ของขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทรายในสูตรที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลและ สูตรที่มีการทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับมาทำการวิเคราะห์ค่าความชื้น ค่าดัชนีน้ำตาลและค่าดัชนีน้ำตาลที่ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.31 ผลการวิเคราะห์ค่าต่างๆของผลิตภัณฑ์นึ่ง 5 ชนิด ที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล

ชนิดของขนม	ชนิดของแป้ง	อัตราส่วน	ความชื้น (ร้อยละ)[ns]	ค่าดัชนีน้ำตาล (GI)	ร้อยละค่าดัชนีน้ำตาลที่ลดลง
ขนมถุงชาย	หอมมะลิ	100:0	68.29±8.10	87.26[a]±0.28	5.63
		60:40	69.46±5.10	82.34[b]±1.15	
	เสาไห้	100:0	69.11±22.81	81.09[b]±0.04	6.27
		60:40	67.64±4.85	76.12[c]±0.06	
ขนมช่อม่วง	หอมมะลิ	100:0	68.67±2.53	81.83[a]±0.26	8.96
		60:40	68.99±1.68	74.49[b]±0.23	
	เสาไห้	100:0	68.57±2.03	73.74[b]±0.42	7.25
		60:40	69.59±1.95	68.39[c]±0.03	
ขนมจีบไทย	หอมมะลิ	100:0	68.63±1.89	80.67[a]±0.28	9.70
		60:40	68.15±2.87	72.84[c]±0.22	
	เสาไห้	100:0	68.76±2.00	73.48[b]±0.23	8.57
		60:40	68.57±3.69	67.18[d]±0.06	
ขนมเรไร	หอมมะลิ	100:0	68.59±1.02	81.33[a]±0.01	9.39
		60:40	69.45±4.52	73.69[b]±0.35	
	เสาไห้	100:0	69.37±3.42	74.13[b]±0.02	8.85
		60:40	68.97±1.93	67.45[c]±0.29	
ขนมทราย	หอมมะลิ	100:0	66.84±6.61	79.20[a]±0.31	9.76
		60:40	66.93±2.66	71.47[b]±0.04	
	เสาไห้	100:0	59.14±15.20	65.57[c]±0.07	6.69
		60:40	58.56±1.71	61.18[d]±0.24	

หมายเหตุ : [a,b,c]อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

[ns] อักษรที่ไม่มีความแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 4.31 ผลการวิเคราะห์ค่าต่างๆของผลิตภัณฑ์นึ่ง 5 ชนิด ที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ในอัตราส่วนแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล พบว่า ค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์ 5 ชนิด มีร้อยละค่าดัชนีน้ำตาที่ลดลงร้อยละ 5.63 ถึง 9.76 โดยแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์เป็นแป้งที่ผ่านกระบวนการดัดแปรโดยการใช้ความร้อนร่วมกับความชื้น เป็นวิธีที่สามารถเพิ่มปริมาณสตาร์ชทนย่อยในแป้งได้ และเมื่อแป้งมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวโน้มที่จะมีปริมาณแป้งทนย่อยสูงจะสัมพันธ์กับค่าดัชนีน้ำตาลที่ลดลงของผลิตภัณฑ์ ซึ่งในงานวิจัยของ ศันสนีย์ และคณะ (2558) พบว่าเมื่อแป้งข้าวเจ้าที่ผ่านกระบวนการดัดแปรวิธีการใช้ความร้อนร่วมกับความชื้น ที่ผ่านการบ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในระดับความชื้นที่ 30 องศาเซลเซียส และผ่านกระบวนการให้ความร้อนอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส มาใช้ในผลิตภัณฑ์เส้นขนมจีนจะทำให้มีผลต่อปริมาณแป้งทนย่อยที่เพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 5.92 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธัญสินี (2557) ที่ศึกษาการลดค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมไทย โดยการเพิ่มปริมาณแป้งที่มีคุณสมบัติทนย่อยลงในผลิตภัณฑ์ที่ระดับร้อยละ 15, 20 และ 30 ทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมดอกจอกและขนมเข่ง ที่มีค่าดัชนีน้ำตาลจากระดับสูง (มากกว่า 70) ลดลงมาอยู่ที่ระดับกลาง (59-56) โดยในผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายนั้นมีร้อยละค่าดัชนีน้ำตาลที่ลดลงน้อยมากที่สุดเนื่องจากในผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่ายมีปริมาณแป้งข้าวเหนียวและแป้งมันร้อยละ 30 ซึ่งเป็นสัดส่วนที่มากว่าผลิตภัณฑ์อีก 4 ชนิด จึงทำให้ค่าดัชนีน้ำตาลลดลงในร้อยละที่น้อยที่สุด

4.2 ผลการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์นึ่งที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ปรับปรุงสารไฮโดรคอลลอยด์

4.2.1 ผลของคุณภาพทางกาย และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของขนมเรไร ในสูตรทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์

นำผลิตภัณฑ์ที่มีการทดแทนแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำ 1 ชนิด โดยเลือกขนมเรไรเป็นตัวแทนของผลิตภัณฑ์นึ่ง มาทำการปรับปรุงคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยทำการใช้ สารไฮโดรคอลลอยด์ 1 และ สารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ในอัตราส่วนร้อยละ 0.5และ 1.0 ต่อปริมาณแป้งทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.32 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์

ชนิดของแป้ง	ชนิดของไฮโดรคอลลอยด์	ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ (ร้อยละ)	ค่าความแข็ง (กิโลกรัมแรง)	ค่าแรงในการเกาะพื้นผิว (กิโลกรัมแรง. วินาที)	ค่าความยืดหยุ่น (มิลลิเมตร)	ค่าแรงในการเกาะตัว
แป้งข้าวหอมมะลิ	ไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์	0	$3,732.5^{c} \pm 29.9$	$315.0^{b} \pm 6.19$	$0.27^{b} \pm 0.00$	$0.35^{b} \pm 0.00$
	สารไฮโดรคอลลอยด์ 1	0.5	$5162.2^{b} \pm 470.6$	$293.6^{b} \pm 11.5$	$0.34^{a} \pm 0.02$	$0.36^{b} \pm 0.01$
		1.0	$5734.17^{a} \pm 193.3$	$231.8^{d} \pm 1.3$	$0.36^{a} \pm 0.15$	$0.37^{b} \pm 0.03$
	สารไฮโดรคอลลอยด์ 2	0.5	$4920.2^{bc} \pm 183.3$	$285.4^{c} \pm 7.7$	$0.34^{a} \pm 0.02$	$0.44^{a} \pm 0.02$
		1.0	$4866.^{c} \pm 234.7$	$240.9^{d} \pm 9.9$	$0.39^{a} \pm 0.01$	$0.5^{a} \pm 0.02$
แป้งข้าวเสาไห้	ไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์	0	$4,590.4^{c} \pm 177.9$	$215.7^{a} \pm 6.2$	$0.21^{a} \pm 0.00$	$0.21^{bc} \pm 0.00$
	สารไฮโดรคอลลอยด์ 1	0.5	4758.7^{b} 9±77.2	$214.6^{b} \pm 6.0$	$0.25^{a} \pm 0.01$	$0.25^{c} \pm 0.03$
		1.0	$5487.12^{a} \pm 364.5$	$208.7^{d} \pm 12.7$	0.24 ± 0.18^{a}	$0.28^{b} \pm 0.01$
	สารไฮโดรคอลลอยด์ 2	0.5	$4606.53^{c} \pm 287.5$	$217.2^{b} \pm 15.8$	$0.28^{a} \pm 0.01$	$0.29^{b} \pm 0.01$
		1.0	$4623.63^{b} \pm 467.5$	$192.1^{d} \pm 6.4$	$0.33^{a} \pm 0.01$	$0.33^{a} \pm 0.01$

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ^{ns} อักษรที่ไม่มีความแตกต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 4.32 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดก่อนนึ่งของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงสารไฮโดรคอลลอยด์ในอัตราส่วนที่แตกต่างกันพบว่า โดของขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์1 และสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 จะมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น เมื่อมีการเพิ่มปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ โดที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์1 จะมีค่าความแข็งมากกว่าโดที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 สังเกตได้จากขณะที่นวดโด โดที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์1 จะต้องใช้แรงในการนวดมาก แต่โดที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 จะอ่อนนุ่มมากกว่าและนวดให้เนียนเป็นเนื้อเดียวกันได้ง่ายกว่าโดที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 1 ด้านแรงในการเกาะพื้นผิวของโดที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 2 ชนิด จะมีค่าแรงในการเกาะพื้นนผิวลดลง โดของขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิดที่ เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 จะทำให้ค่าแรงการเกาะพื้นผิวลดลงลงมากว่าโดที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์1 เมื่อมีการเติมไฮโดรคอลลอยด์ทำให้โดมีความแฉะติดมือน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านความยืดหยุ่นโดของขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์1 จะมีค่าความยืดหยุ่นสูงกว่าโดที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 และในด้านแรงในการเกาะตัวของโดของขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิมีและแป้งข้าวเสาไห้ที่ใช้สารไฮโดรคอลลอยด์1 ค่าแรงในการเกาะตัวสูงกว่าโดของขนมเรไรที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 2

ตารางที่ 4.33 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดหลังนึ่งขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์

ชนิดของแป้ง	ชนิดของไฮโดรคอลลอยด์	ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ (ร้อยละ)	ค่าความแข็ง (กิโลกรัมแรง)	ค่าแรงในการเกาะพื้นผิว (กิโลกรัมแรง. วินาที)	ค่าความยืดหยุ่น (มิลลิเมตร)	ค่าแรงในการเกาะตัว
แป้งข้าวหอมมะลิ	ไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์	0	$2095.7^{c} \pm 49.3$	$491.6^{b} \pm 8.2$	$0.61^{b} \pm 0.05$	$0.59^{b} \pm 0.05$
	สารไฮโดรคอลลอยด์ 1	0.5	$2409.1^{ab} \pm 92.0$	$481.9^{b} \pm 16.7$	$0.77^{c} \pm 0.02$	$0.83^{b} \pm 0.01$
		1.0	$2797.5^{a} \pm 373.7$	$472.2^{c} \pm 8.1$	$0.83^{ab} \pm 0.02$	$0.86^{a} \pm 0.02$
	สารไฮโดรคอลลอยด์ 2	0.5	$2286.5^{b} \pm 180.9$	$449.8^{c} \pm 15.7$	$0.80^{bc} \pm 0.02$	$0.80^{c} \pm 0.01$
		1.0	$2699.1^{ab} \pm 339.2$	$418.5^{d} \pm 13.2$	$0.85^{a} \pm 0.02$	$0.83^{b} \pm 0.02$
แป้งข้าวเสาไห้	ไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์	0	$1262.63^{c} \pm 50.7$	$495.9^{a} \pm 1.9$	$0.49^{b} \pm 0.04$	$0.58^{b} \pm 0.01$
	สารไฮโดรคอลลอยด์1	0.5	$1729.5^{bc} \pm 58.6$	$384.5^{b} \pm 0.0$	$0.56^{b} \pm 0.02$	$0.63^{b} \pm 0.02$
		1.0	$2017.5^{a} \pm 81.4$	$320.7^{c} \pm 10.8$	$0.59^{b} \pm 0.02$	$0.71^{a} \pm 0.3$
	สารไฮโดรคอลลอยด์ 2	0.5	$1547.3^{b} \pm 159.1$	$374.8^{b} \pm 7.0$	$0.63^{b} \pm 0.08$	$0.69^{a} \pm 0.02$
		1.0	$1690.0^{b} \pm 241.3$	$321.7^{c} \pm 9.3$	$0.66^{a} \pm 0.01$	$0.74^{a} \pm 0.03$

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$)

จากตารางที่ 4.33 ผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสโดหลังนึ่งของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงสารไฮโดรคอลลอยด์ในปริมาณที่แตกต่างกันพบว่า โดขนมเรไรที่มีการสารไฮโดรคอลลอยด์ 2มีค่าความแข็งน้อยกว่าโดที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 1 ในด้านแรงในการเกาะพื้นผิวของโดขนมเรไรที่เติมไฮโตรคอลลอยด์ทั้ง 2 ชนิดมีค่าลดลง โดยโดขนมเรไรที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 มีค่าการเกาะพื้นผิวลดลงมากว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนด้านความยืดหยุ่นของโด โดขนมเรไรที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 2 ชนิด ทำให้โดขนมเรไรมีความยืดหยุ่มมากขึ้น โดยโดที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 1 มีความยืดหยุ่นมากกว่าโดที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ส่วนด้านแรงในการเกาะตัวโดของขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิมีและแป้งข้าวเสาไห้ที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์1 จะมีค่าแรงในการเกาะตัวสูงกว่าโดของขนมเรไรที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 2

ตารางที่ 4.34 ผลการวิเคราะห์ค่าสีโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์

ชนิดของแป้ง	ชนิดของไฮโดรคอลลอยด์	ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ (ร้อยละ)	ก่อนนึ่ง		หลังนึ่ง	
			ความสว่าง (L*)	ค่าสีเหลือง (b*)	ความสว่าง (L*)	ค่าสีเหลือง (b*)
แป้งข้าวหอมมะลิ	ไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์	0	73.52^{a}± 0.22	7.25^{b} ± 0.24	68.19^{a} ± 0.15	4.20^{b} ± 0.42
	สารไฮโดรคอลลอยด์ 1	0.5	73.04^{b}±0.05	8.19^{a}±0.30	69.29^{a} ±0.16	6.81^{a} ±0.61
		1.0	73.27^{b}±1.03	7.63^{a} ±0.61	70.07^{a} ±0.93	7.07^{a} ±0.74
	สารไฮโดรคอลลอยด์ 2	0.5	74.47^{b}±0.51	7.82^{a}±0.31	68.62±2.56^{a}	7.27^{a} ±0.12
		1.0	74.44^{b}±1.44	7.54^{a}±0.68	68.15^{a} ±1.94	7.15^{a} ±1.01
แป้งข้าวเสาไห้	ไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์	0	72.24^{a} ± 0.05	7.25^{b}± 0.24	66.56^{a} ± 0.33	7.09^{b} ± 0.50
	สารไฮโดรคอลลอยด์ 1	0.5	71.43^{ab}±1.29	7.58^{a}±0.52	66.49^{b}±0.38	7.72^{a}±0.39
		1.0	71.35^{b}±1.02^{a}	7.51^{a}±0.17	65.00^{c}±0.63	6.97^{a} ±0.58
	สารไฮโดรคอลลอยด์ 2	0.5	71.46^{ab} ±0.96	7.90^{a} ±0.38	65.30^{c}±0.92	7.94^{a} ±0.85
		1.0	70.72^{b}±1.03	8.25^{a}±1.01	66.91^{b} ±0.18	7.44^{a} ±0.28

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

จาตารางที่ 4.34 ผลการวิเคราะห์ค่าสีโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ พบว่าค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มลดลง และ ความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มสูงขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ในโดของขนมเรไรก่อนนึ่ง และหลังนึ่งที่ทดแทนแป้งข้าวหอมและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.35 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์โดยการประเมินแบบ 5 – point hedonic scale (N=30)

	คุณลักษณะ	ชนิดของไฮโดรคอลลอยด์และปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ (ร้อยละ)				
		ไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์	สารไฮโดรคอลลอยด์ 1		สารไฮโดรคอลลอยด์ 2	
		0	0.5	1.0	0.5	1.0
แป้งข้าวหอมมะลิ	ความคงตัวของเส้น	2.30^{b}±1.09	3.80^{a}±1.02	4.10^{a}±0.48	3.97^{a}±0.94	4.10^{a}±0.48
	สี	3.03^{bc}±0.49	3.40^{ab} ±0.81	3.53^{a}±0.94	3.20^{abc}±0.48	3.23^{abc}±0.73
	กลิ่นรสของแป้ง	3.00^{a}±0.54	3.17^{a}±0.65	3.20^{a}±0.66	3.10^{a}±0.48	3.10^{a}±0.66
	รสชาติของแป้ง	3.13^{d} ±0.94	3.57^{bcd}±1.28	4.03^{ab}±0.32	3.67^{abc}±1.32	4.10^{a}±0.31
	การกัดขาดของแป้ง	2.13^{b}±0.35	3.60^{a}±1.28	4.00^{a}±0.37	3.97^{a}±1.47	4.03^{a}±0.41
	ความนุ่มของแป้ง	3.10^{cd}±1.06	2.83^{d}±1.15	3.90^{b}±0.48	3.50^{bc}±1.20	4.67^{a}±0.48
	ความเหนียว	2.03^{d}±0.32	3.50^{c}±1.14	3.97^{b}±0.62	4.07^{b}±1.33	4.70^{a}±0.47
	ความชอบโดยรวม	2.03^{b}±0.67	3.90^{a} ±1.06	4.13^{a}±0.35	4.27^{a} ±1.17	4.11^{a}±0.47
แป้งข้าวเสาไห้	ความคงตัวของเส้น	1.38^{d}±0.49	3.17^{bc}±1.20	3.62^{b}±0.68	4.69^{a}±0.47	4.77^{a}±1.17
	สี	2.83^{b}±1.04	3.97^{a}±1.15	3.86^{a}±0.92	3.48^{a}±1.15	3.69^{a}±0.90
	กลิ่นรสของแป้ง	3.03^{a}±0.68	3.31^{a}±0.96	3.38^{a}±1.08	3.03^{a}±0.57	3.20^{a}±0.68
	รสชาติของแป้ง	3.00^{c}±1.10	3.69^{a}±0.66	3.59^{ab}±0.68	3.48^{ab}±0.57	3.57^{ab}±0.61
	การกัดขาดของแป้ง	2.38^{b}±0.68	4.00^{a}±1.25	3.90^{a}±0.72	3.86^{a}±1.09	4.03^{a}±0.62
	ความนุ่มของแป้ง	2.55^{c}±1.09	3.76^{ab}±1.12	4.21^{a}±0.68	3.41^{b}±1.30	3.86^{ab}±0.50
	ความเหนียว	2.66^{b}±1.34	3.59^{a}±1.50	3.79^{a}±1.08	3.28^{a}±1.16	3.89^{a}±0.99
	ความชอบโดยรวม	2.03^{c}±0.57	4.02^{a}±0.91	3.97^{b}±0.63	4.16^{ab}±0.95	4.09^{b}±0.78

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จาตารางที่ 4.35 ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงสารไฮโดรคอลคอยด์ มีคะแนนความชอบในด้านความคงตัวของเส้นเพิ่มมากขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งลดค่าดัชนีน้ำตาลที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 มีคะแนนความชอบด้านความคงตัวของเส้นสูงกว่าผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ใช้สาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฮโดรคอลลอยด์ 1ทั้งในผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งทั้ง 2 ชนิด เส้นของขนมเรไรมีมีการเติมไฮโดรคอลลอยด์นั้นเส้นจะมีลักษณะเป็นเส้นกลมสวย ไม่ขาด มีความเรียบเนียนมากขึ้นแสดงดังภาคผนวก ค1 และ ค2 เมื่อมีการเติมไฮโดรคอลลอยด์ ความชอบในด้านการกัดขาด ความนุ่ม และความเหนียว ของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรนั้น มีคะแนนสูงขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสดังแสดงในตารางที่ 4.33 ที่มีค่าความยืดหยุ่นสูงขึ้นเมื่อมีการเติมไฮโดรคอลลอยด์ ในด้านคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุดในขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ในปริมาณร้อยละ 0.5 และให้คะแนนด้านความชอบโดยรวมลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ที่ร้อยละ 1.0

ตารางที่ 4.36 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์โดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)

ชนิดของไฮโดรคอลลอยด์	ปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ (ร้อยละ)	คุณลักษณะ	จำนวนคนที่เลือก (ร้อยละ)		
			น้อยไป	พอดี	มากไป
ไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์	0	การกัดขาดของแป้ง	100	0	0
		ความนุ่มของแป้ง	93.3	6.7	0
		ความเหนียวของแป้ง	100	0	0
สารไฮโดรคอลลอยด์ 1	0.5	การกัดขาดของแป้ง	20	80	0
		ความนุ่มของแป้ง	13.4	86.6	0
		ความเหนียวของแป้ง	16.7	83.3	0
	1.0	การกัดขาดของแป้ง	0	33.4	66.6
		ความนุ่มของแป้ง	0	40	60
		ความเหนียวของแป้ง	0	50	50
สารไฮโดรคอลลอยด์ 2	0.5	การกัดขาดของแป้ง	0	83.4	16.6
		ความนุ่มของแป้ง	6.7	93.3	0
		ความเหนียวของแป้ง	0	100	0
	1.0	การกัดขาดของแป้ง	1.3	73.4	13.3
		ความนุ่มของแป้ง	20	63.3	16.7
		ความเหนียวของแป้ง	16.7	73.3	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.36 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์โดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30) พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ใช้สารไฮโดรคอลลอยด์1ในอัตราส่วนร้อยละ 1.0 ผู้ทดสอบประเมินความพอดีในด้าน การกัดขาดของแป้ง ความนุ่มของแป้ง และความเหนียวของแป้ง อยู่ในเกณฑ์ที่มากเกินไป เนื่องจาก สารไฮโดรคอลลอยด์1 จะให้ความหนืดที่สูงกว่าการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 จึงทำให้ขนมเรไรที่ใส่ไฮโดรคอลลอยด์1 จึงมีความแข็งมากเกินไป สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสในตารางที่ 4.33 ในผลิตภัณฑ์ขนเรไรทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ใช้ไฮโดรคอลลอยด์1 ในอัตราส่วนร้อยละ 1.0 มีค่าความแข็งสูงสุด โดยเกณฑ์ความพอดีมากที่สุดในผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ในอัตราส่วนร้อยละ 0.5 สัมพันธ์กับผลคะแนนความชอบ ด้านความชอบโดยรวมที่มีคะแนนสูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 4.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.37 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์โดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30)

ชนิดปริมาณไฮโดรของคอลลอยด์ (ร้อยละ)	ปริมาณไฮโดรของคอลลอยด์ (ร้อยละ)	คุณลักษณะ	จำนวนคนที่เลือก (ร้อยละ)		
			น้อยไป	พอดี	มากไป
ไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์	0	การกัดขาดของแป้ง	100	0	0
		ความนุ่มของแป้ง	93.3	6.7	0
		ความเหนียวของแป้ง	100	0	0
สารไฮโดรคอลลอยด์ 1	0.5	การกัดขาดของแป้ง	40	60	0
		ความนุ่มของแป้ง	33.4	66.6	0
		ความเหนียวของแป้ง	46.6	83.3	0
	1.0	การกัดขาดของแป้ง	16.7	83.3	0
		ความนุ่มของแป้ง	20	80	0
		ความเหนียวของแป้ง	13.3	86.6	0
สารไฮโดรคอลลอยด์ 2	0.5	การกัดขาดของแป้ง	6.7	93.3	0
		ความนุ่มของแป้ง	0	100	0
		ความเหนียวของแป้ง	3.4	96.9	0
	1.0	การกัดขาดของแป้ง	0	93.3	0
		ความนุ่มของแป้ง	0	90	10
		ความเหนียวของแป้ง	10	90	0

จากตารางที่ 4.37 ผลการทดสอบคุณภาพประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์โดยใช้การทดสอบความพอดี (Just about right, JAR) (N=30) พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ผู้ทดสอบประเมินร้อยละความพอดีในทุกตัวอย่างที่ทำการทดสอบ และผู้ทดสอบประเมินร้อยละความพอดีสูงมากที่สุด ในด้านการกัดขาด ความนุ่ม และความเหนียว คือ ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ใช้ สารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ร้อยละ 0.5 ซึ่งสัมพันธ์กับผลคะแนนความชอบ ด้านความชอบโดยรวมที่มีคะแนนสูงสุด ดังแสดงในตาราง 4.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.38 ผลการวิเคราะห์ค่าต่างๆของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์

ชนิดของแป้ง	ชนิดของไฮโดรคอลลอยด์	ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)^{ns}	ค่าดัชนีน้ำตาล (GI)
แป้งข้าวหอมมะลิ	ไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์	0	69.45±4.52	73.96^{a}±0.35
	ไฮโดรคอลลอยด์1	0.5	68.25±2.28	72.98^{a}±0.05
		1.0	68.44±4.80	73.13^{a}±0.03
	สารไฮโดรคอลลอยด์ 2	0.5	69.47±1.84	74.87^{a}±0.12
		1.0	68.57±3.72	73.37^{a}±2.18
แป้งข้าวเสาไห้	ไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์	0	68.97±1.94	67.45^{b}±0.27
	ไฮโดรคอลลอยด์1	0.5	67.77±0.64	66.35^{c}±0.10
		1.0	68.09±3.73	66.81^{d}±0.8
	สารไฮโดรคอลลอยด์ 2	0.5	69.35±1.81	67.93^{a}±0.12
		1.0	68.85±3.27	67.64^{ab}±0.18

หมายเหตุ : ^{a,b,c}อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน ในแป้งข้าวแต่ละชนิดแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} อักษรที่ไม่มีความแตกต่างกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 4.38 ผลการวิเคราะห์ค่าต่างๆของผลิตภัณฑ์นึ่ง 5 ชนิด ที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ พบว่า การเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ในผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลมีแนวโน้มไม่แตกต่างจากเดิมมากนัก

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดก่อนนึ่งและหลังนึ่งของขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ปรับปรุงสานไฮโดคอลลอยด์ พบว่า โดก่อนนึ่งของขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่มีการใช้ไฮโดรคอลลอยด์1 จะมีค่าความแข็งสูงกว่า โตขนมเรไรที่ใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ 2 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Phillipsและ Williams (2000) สารละลาย สารไฮโดรคอลลอยด์ 2 มีความหนืดมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับไฮโดรคอลลอยด์ที่ได้จากพืชทั้งหมด สาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฮโดรคอลลอยด์ 2 เมื่อเกิดความข้นหนืด จะมีลักษณะเนื้อคล้ายเจลที่นุ่ม (soft gel) ใสไม่มีสี ส่วนไฮโดรคอลลอยด์1 โดยปกติแล้วไม่มีคุณสมบัติเป็นเจล แต่ให้ความข้นหนืดมีอัตราการไหลต่ำดังนั้นทำให้ไฮโดรคอลลอยด์1 ความหนืดค่อนข้างสูง จึงทำให้โดก่อนนึ่งของขนมเรไรที่ใช้ไฮโดรคอลลอยด์1 มีความแข็งมากกว่าโดขนมเรไรที่ใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ในด้านแรงในการเกาะตัว เมื่อมีการเพิ่มปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์1 และสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ส่งผลให้โดของขนมเรไรมีค่าแรงในการเกาะตัวที่ลดลงทั้งในผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล สำหรับค่าความยืดหยุ่นของโดขนมเรไรที่ใช้ไฮโดรคอลลอยด์1 จะมีค่าความยืดหยุ่นสูงกว่าโดขนมเรไรที่ใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ 2 และด้านแรงในการเกาะตัว โดขนมเรไรที่ใช้ สารไฮโดรคอลลอยด์ 2 จะมีค่าความยืดหยุ่นที่น้อยกว่าโดขนมเรไรที่ใช้ไฮโดรคอลลอยด์1 ในการปรับปรุงเนื้อสัมผัส ทางด้านการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบให้คะแนนในด้านความชอบโดยรวมสูงสุดของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ที่ใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ร้อยละ 0.5 เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวทั้ง 2 ชนิดนี้ไม่เหนียวมากจนเกินไปเหมือนขนมเรไรที่ใช้ไฮโดรคอลลอยด์1 และผู้ทดสอบประเมินร้อยละความพอดีสูงที่สุดในด้านของการกัดขาด ความนุ่มและความเหนียว

จากผลการทดลองการปรับปรุงคุณภาพของผลิภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้งพบว่าการเลือกใช้สารไฮโตรคอลลอยด์นั้นสามารถปรับปรุงคุณลักษณะของขนมเรไรในด้านเนื้อสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ขนมเรไรให้ดีขึ้นได้ ในด้านความคงตัวของ ความขาดง่าย และความเรียบเนียนของเส้น มีลักษณะที่ดีขึ้น เส้นขนมเรไรที่มีการเติมไฮโดรคอลลอยต์ทั้ง 2 ชนิด มีความคงตัวมากขึ้น เป็นเส้นยาวและมีความเรียบเนียนมากขึ้น แต่ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ใช้ไฮโตรคอลลอยด์1 นั้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรมีลักษณะที่แข็งกว่าขนมเรไรที่เติมสารไฮโตรคอลลอยด์ 2 เพราะไฮโดรคอลลอยต์1 มีลักษณะในการให้ความหนืดสูงแต่ไม่มีการเกิดเจลซึ่งต่างกับสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ที่มีคุณสมบัติในการเกิดเจลที่อ่อนนุ่มจึงทำให้ ในงานวิจัยนี้ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่เติมไฮโดรคอลลอยด์1 มีค่าความแข็งที่สูงกว่าผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ดังนั้นผู้ทดสอบจึงชอบผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ 2 ร้อยละ 0.5 มากที่สุด ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ปริมาณร้อยละ 0.5 ของปริมาณแป้งทั้งหมดในการปรับปรุงเนื้อสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาล ในผลิตภัณฑ์อาหารนึ่ง 5 ชนิด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ ขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทราย พบว่า เมื่อมีการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลในอัตราส่วนที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลทำให้ค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มสูงขึ้น แต่ค่าการในเกาะพื้นผิว ค่าความยืดหยุ่น ค่าแรงในการเกาะตัว มีแนวโน้มลดลงในทุกผลิตภัณฑ์

5.1.2 การทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล ในผลิตภัณฑ์นึ่งทั้ง 5 ชนิด พบว่า เมื่อมีการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด ลงในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งเพิ่มสูงขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนแป้งข้าวเสาไห้จะมีค่าความแข็งมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล ในด้านแรงในการเกาะพื้นผิว ด้านความยืดหยุ่นและค่าแรงในการเกาะตัวลดลง โดยแป้งข้าวเสาไห้มีค่าลดลงมากกว่าแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาล เนื่องจากข้าวเสาไห้จัดเป็นข้าวที่มีปริมาณอะมิโลสสูง และมีสายโซ่อะมิโลสที่สั้นกว่าแป้งข้าวหอมมะลิ จึงทำให้แป้งข้าวเสาไห้มีลักษณะที่แข็ง ร่วน และขาดความยืดหยุ่น ซึ่งต่างจากแป้งข้าวหอมมะลิที่มีอะมิโลสสายยาวจึงทำให้เจลที่มีในแป้งข้าวหอมมะลิมีลักษณะยืดหยุ่นมากกว่าเจลแป้งที่มีอะมิโลสสายสั้น

5.1.3 จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบในผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาล พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมมากที่สุด ในอัตราส่วนแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ 60:40 ส่วนในการประเมินความพอดีด้านการกัดขาด ความนุ่มของแป้งและความเหนียวของแป้ง ในผลิภัณฑ์ขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย และความนุ่มของขนมทราย ผู้ทดสอบประเมินร้อยละความพอดีของผลิตภัณฑ์มากที่สุด ในอัตราส่วนแป้งข้าวปกติต่อแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ 60:40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4. ผลของการทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหารนึ่งนั้นไปในทิศทางเดียวกันทุกผลิตภัณฑ์ แต่ยกเว้นขนมเรไรที่มีลักษณะเป็นเส้นที่ขาดง่าย ไม่คงตัว ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลมาปรับปรุงคุณภาพเนื้อสัมผัสโดยใช้ไฮโดรคอลลอย์

5.1.5. การวิเคราะห์ค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้ลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้งในผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ชนิดพบว่า ค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์ 5 ชนิด มีร้อยละค่าดัชนีน้ำตาที่ลดลงร้อยละ 5.63 ถึง 9.76 จากสูตรแป้งข้าวหอมมะลิและแป้งข้าวเสาไห้สูตรปกติ

5.1.6. การปรับปรุงคุณภาพของขนมเรไรโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 2 ชนิดพบว่า ไฮโดคคอลลอยด์ สามารถปรับปรุงลักษณะในด้านความคงตัวของเส้น ความขาดง่าย และความไม่เรียนเนียนของเส้นของขนมเรไรให้ดีขึ้นได้ เส้นของขนมเรไรที่มีการเติมสารไฮโดรคอลลอยด์มีความคงตัวมากขึ้น มีลักษณะเส้นที่ยาวมากขึ้นไม่ขาดออกจากกัน และเส้นขนมเรไรมีผิวที่เรียบเนียนและกลมสวยมากขึ้น แต่ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ใช้ไฮโดรคอลลอยด์1 นั้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรมีลักษณะที่แข็งกว่าขนมเรไรที่เติมสารไฮโดรคอลลอยด์ 2 ดังนั้นผู้ทดสอบจึงชอบผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลที่เติม ไฮโดรคอลลอยด์ 2 ร้อยละ 0.5 มากสุดที่ ซึ่งอยู่ในระดับที่ชอบมาก และ ผู้ทดสอบให้ ร้อยละความพอดีในด้านการกัดขาด ความนุ่ม และความเหนียวของแป้งเช่นกัน อย่างไรก็ตาม ไฮโดรคอลลอย์ที่เติมลงไปในผลิภัณฑ์ไม่มีผลต่อค่าดัชนีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์ที่ทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลทั้ง 2 ชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีน้ำตาลในบางผลิตภัณฑ์อาจมีสัดส่วนระหว่างน้ำและแป้งที่ไม่สมดุลจึงทำให้การเกิดเจลของผลิตภัณฑ์ไม่สมบูรณ์จึงทำให้แป้งไม่สุก เช่นขนมทราย ทำให้เกิดลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ในผลิตภัณฑ์ เช่นกลิ่นแป้งดิบในผลิตภัณฑ์ หรือความสากของเม็ดแป้งในผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการหาสัดส่วนน้ำที่พอเหมาะสำหรับการเกิดเจลที่สมบูรณ์ของแป้งลดค่าดัชนีน้ำตาลจะสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะที่ดีขึ้นและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

5.2.2 การทดแทนแป้งข้าวลดค่าดัชนีที่เพิ่มขึ้นสามาถรลดค่าดัชนีน้ำตาลลงได้แต่จะส่งผลกระทบด้านเนื้อสัมผัสในด้านความแข็งที่มากขึ้นและทำให้แป้งขาดความยืดหยุ่น การหาปริมาณ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และชนิดสารไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมจะทำให้คุณภาพและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ดีขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมการข้าว. 2556. **พันธุ์ข้าว.** http://www.brrd.in.th. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 เมษายน 2561.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2546. **เทคโนโลยีของแป้ง.** พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

งามชื่น คงเสรี. 2546. **ข้าวและผลิตภัณฑ์ข้าว.** กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

ชลดา เรืองรักษ์ลิขิต. 2552. **กาพย์เห่ชมเครื่องคาวหวาน กาพย์เห่นิราศแรมรสร้าง.** สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ

ณัชฌา พันธุ์วงษ์ อัญชนีย์ อุทัยพัฒนาชีพ และ สิริพันธุ์ จุลกรังคะ. 2553. **การลดค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ซาลาเปา.** วิทยานิพนธ์.ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

ณัฐปภัสร์ ไกรแสง.2557. **ผลของปริมาณอะมิโลสต่ออัตราการย่อยสตาร์ชและค่าดัชนีน้ำตาลของน้ำตาลเส้นก๋วยเตี๋ยว.** วิทยานิพนธ์. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. พิษณุโลก.

ทัศน์ ศุกลรัตนเมธี. 2556. **สืบสานตำนาน อาหารแต้จิ๋ว.** สำนักพิมพ์ผู้กับข้าว. กรุงเทพฯ

ธัญสินี โพธิ์ภิรมย์. 2557. **การลดค่าดัชนีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมไทย.** วิทยานิพนธ์. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. พิษณุโลก.

ธนาภร รติธรรมธร. 2559. **ผลของการให้ความร้อนและการทำให้เย็นที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการย่อยแป้ง.** บทความวิชาการ. คณะพยาบาลศาสตร์ วิทยาลัยเซนต์เทเรซา.

นิธิยา รัตนาปนนท์, 2534, **คอลลอยด์**, ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, หน้า 54-77.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2560. **การนึ่ง.** ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร. เข้าถึงเมื่อ 7 เมษายน 2560. จาก http://www.foodnetworksolution.com/.

บุณยานุช ศุภสม. 2558. **สมบัติการย่อยในหลอดทดลองของแป้งจากพืชชนิดต่างๆ และการดัดแปรฟลาวร์ข้าวโดยเอนไซม.** วิทยานิพนธ์. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยน ภาสกรวงศ์. ท่านผู้หญิง. 2452. **แม่ครัวหัวป่าก์.** โรงพิมพ์ศิริเจริญ. กรุงเทพฯ

พร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล และ คณะ. 2555. **การพัฒนาคุกกี้ข้าวกล้องสินเหล็ก.** วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 43(2) : 565-568.

ละมุล วิเศษ. 2555. **ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพด้านการหุงต้มของข้าว.** วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 17(1), หน้า 172-180.

วนัสนันท์ ธิบูรณ์บญ. 2555. **การผลิตเส้นกวยเตี๋ยวที่มีปริมาณแป้งทนต่อการย่อยสูงโดยใช้แป้งกล้วยดิบ** วิทยานิพนธ์. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. มหาสารคาม.

เวทย์ นุชเจริญ. 2560. **อาหารเพื่อสุขภาพ" Mega-trend ของคนรักสุขภาพ.** กรุงเทพธุรกิจ. กรุงเทพธุรกิจมีเดีย. กรุงเทพฯ.

สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ. 2560. **บริการควบคุมป้องกันและรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูง.** คู่มือบริหาร กองทุนหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

ศันสนีย์ อุดมระติ ประจงเวท สาตมาลี และ วิภา สุโรจนะเมธากุล. 2558. **การใช้แป้งข้าวที่ผ่านกระบวนการหมักทางธรรมชาติ ร่วมกับการให้ความร้อนและความชื้น เพื่อเพิ่มสตาร์ชทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ในขนมจีน.** วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี .ปีที่ 23. ฉบับที่ 3. หน้า 509-516.

ศิริรัตน์ รอตยันต์. 2556. **ติ่มซำห้องแถวเป็นอาชีพ.** สำนักพิมพ์แสงแดด. กรุงเทพฯ.

อมราภรณ์ วงษ์ฟัก. 2555. **อาหารว่าง.** สำนักพิมพ์สวนตุสิต. กรุงเทพฯ

อมราภรณ์ วงษ์ฟัก และ เอก ชาติตระกูล. 2553. **การประกอบอาหารว่างและอาหารหวานจีน.** สำนักพิมพ์สวนตุสิต. กรุงเทพฯ.

AOAC. 2012. Official Methods of Analysis. 19th ed., AOAC international, Gaithersburg, USA.

Brennan, C.S., Kuri, V. and Tudorica, C.M. 2004. Inulin-enriched pasta: Effects on textural properties and starch degradation. **Food Chemistry**. 86, 189–193.

Collison R. 1968. Swelling and gelation of starch. J. A. Radley, ed. **Starch and Its Derivatives.** Chapman and Hall. London. 168.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Chiu. C.W., Henley. M. and Altieri, P. 1994. Process for Making Amylase Resistant Starch from High Amylose Starch. **US patent 5** : 281-276.

Eliasson, A.C. and Gudmundsson, M. 1996. Starch: physicochemical and function Aspects. In A.C. Eliasson, ed. **Carbohydrates in Food**. Marcel Dekker, Inc., New York. 431-503.

Englyst, H. N. and Hudson, G. J. 1992. The classification and measurement of dietary carbohydrates. **Food Chemistry**. 57, 15-21.

FAO/ WHO. 1998. Cabohydrates in human nutrition. **Food and Agriculture Organization**. 66, 1-140.

Goni, I., Garcia-Alonso, A. and Saura-Calixto, F. 1997. A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. **Nutrition Research**. 17, 427–437

Gonzalez-Soto. 2004. Resistant starch made from banana starch by autoclaving and Debranching. **Starch and Starke** 56, 495-499.

Jane J.L., Hasjim, J., Birt, D. and Zhao, Yinsheng. 2011. **Resistant food starches and methods related thereto**. United States Patent and Trademark Office. 60, 55-49.

Lim, S.T., Chang, E.H. and Chung, H.J. 2001. Thermal transition characteristics of heat moisture treated corn and potato starches. **Carhohydrate Polymers**. 46, 107-15.

Ott, M. and Hester, E. E. , 1965. Gel Formation as Related to Concentration of Amylose Degree of Starch Swelling. **Cereal Chemistry**. 42, 476-484.

Phillips, G.O. and Williams, P.A., 2000, "**Handbook of hydrocolloids**", New York, CRC press, 87-213.

Rutenberg M.W. and Solarek D. 1984 Starch derivativse: technology and uses. 31-388 In R.L. Whistle, J.N. BeMiller, and E.F. Paschall. Starch: **Chemistry and technology** 2 Ed. Academic Press inc., Florida.

Sajilata, M.G., Singhal, R.S. and Kulkarni, P.K. 2006. Resistant starch a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. 5, 1-17.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sozer, N. 2009. Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums. **Food Hydrocolloids**, 23, 849-855.

Stephen, A.M. and Churm, S.C., 1995. **Gum and Mucilages**. in Food polysaccharides and their applications. Edied by Stephen. A.M.. New York. Marcel Dekker Inc., 377-425

Whistler, R. L. and Deniel, J. R. 1984. Molecular structure of starch. **Starch: chemistryand technology.** 2, 153-178.

Wiseman, J., Nicol, N. T. and Norton, G. 2000. Relationship between apparent metabolisable (AME) values and in vivo/in vitro starch digestibility of wheat for broilers. **Journal of World Poultry Science.** 56, 305-318.

Yadav, R.B., Khatkar, B.S., and Yadav, B.S. (2007). Morphological, physicochemical and cooking properties of some Indian rice (Oryza sativa L.) cultivars. **Journal of Agricultural Technology**, 3(2), 203-210.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์กายภาพ และทางเคมี

ก1 การวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัสของขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทราย

ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Texture analyzer รุ่น TA.XT plus ด้วยหัววัด Cylinder probes 25 mm (P/25) โดยใช้สภาวะ ดังนี้

TA. XT plus Setting Mode	: Texture Profile Analysis (TPA)
Option	: Return to start
Pre – test speed	: 1.0 mm/s
Test speed	: 1.0 mm/s
Post –test speed	: 5.0 mm/s
Stain	: 90 %
Trigger type	: Auto
Data Acquisition Rate	: 400 pps

ตัวอย่างกราฟการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่าย, ขนมช่อม่วง, ขนมจีบไทย, ขนมเรไร และขนมทราย แสดงดังภาพภาคผนวกที่ ก1. ทำการวัดค่าดังต่อไปนี้

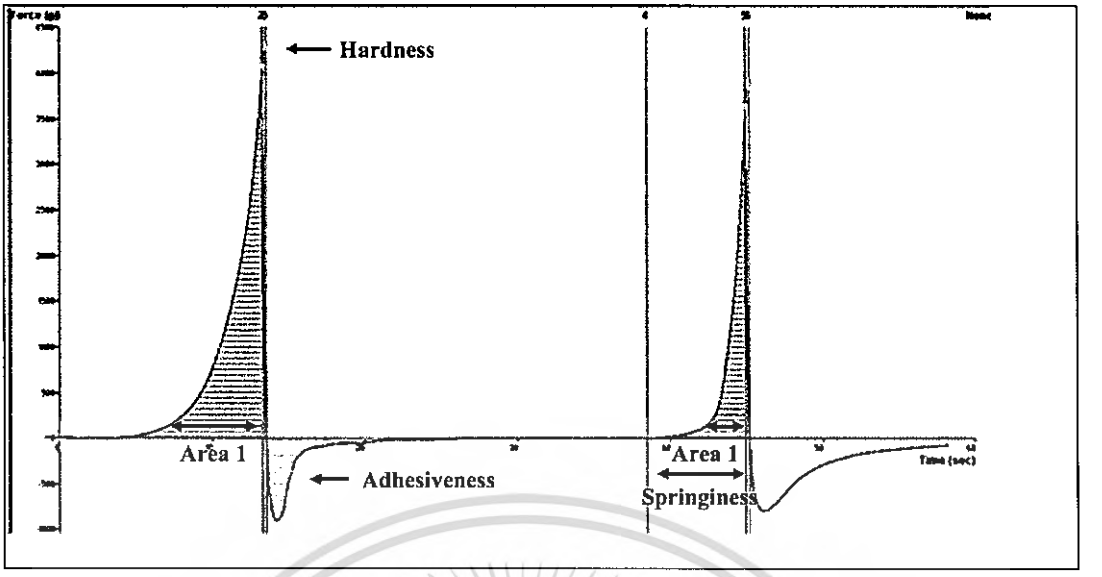
1.) ค่าความแข็ง (hardness) หมายถึง ค่าแรงสูงสุดที่เกิดขึ้นระหว่างการกด (maximum force) หรือเทียบได้กับการเคี้ยวครั้งแรก มีหน่วยเป็นหน่วยของแรง เช่น นิวตัน (N)

2.) ค่าแรงในการเกาะพื้นผิว (adhesiveness) หมายถึง งานที่จำเป็นในการดึงหัววัด หรือหัวกด ออกจากตัวอย่าง หรืออาหาร มีหน่วยเป็นแรงคูณด้วยเวลา เช่น นิวตัน.วินาที (N.s) บางครั้งเรียก stickiness

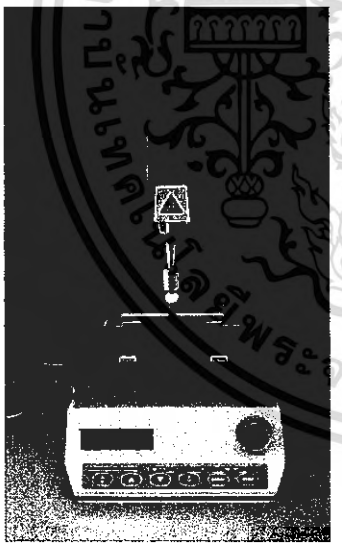
3.) ค่าความหยืดหยุ่น (Springiness) หมายถึง ค่าที่บอกถึงความสามารถในการคืนตัวของตัวอย่างหลังการเสียรูปจากการ กดครั้งแรก บางครั้งเรียกว่า elasticity นิยมอธิบายในรูปของอัตราส่วนของระยะเวลา หรือ ระยะทางที่วัสดุเปลี่ยนแปลงรูปร่างของตัวอย่าง ที่วัดได้จากการกดถึงแรงสูงสุดครั้งที่สองต่อค่า ดังกล่าวของตัวอย่างที่วัดได้จากการกดครั้งแรก มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

4.) ค่าแรงในการเกาะตัว (cohesiveness) เป็นพลังงานยึดเกาะกันภายในเนื้ออาหาร หาได้จาก อัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟส่วนที่เป็นค่าบวกของการกดครั้งที่ 2 (Area 2) และครั้งที่ 1 (Area 1)

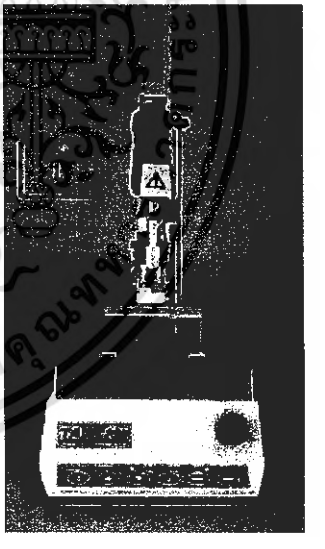
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ก1.1 กราฟแสดงการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย ขนมเรไร และขนมทราย



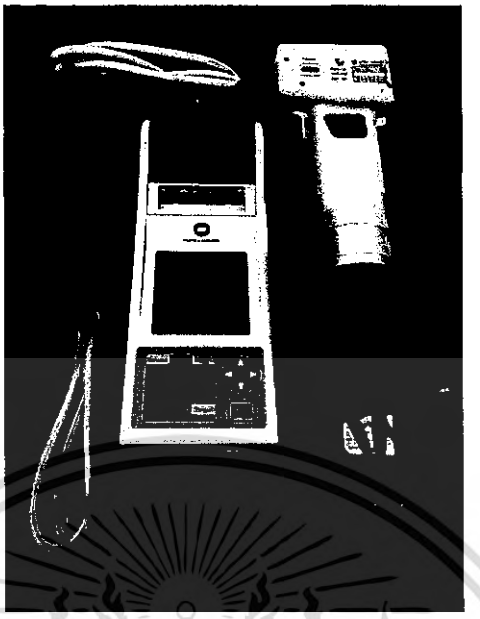
ภาพภาคผนวกที่ ก1.2 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทยและขนมเรไร (ก่อนนึ่งและหลังนึ่ง)



ภาพภาคผนวกที่ ก1.3 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมทราย (ก่อนนึ่งและหลังนึ่ง)

ก2 การวิเคราะห์ค่าสี (*L และ *b**)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพภาคผนวกที่ ก2.1 เครื่องวัดสี (Chromameter Minolta CR-400)

เป็นการตรวจสอบค่าสว่างของตัวอย่างด้วยเครื่องวัดสี โดยวัดค่าสีในระบบ CIE โดยค่า

L* คือ ความสว่างของสี (lightness) โดยมีค่าจาก 0 คือสีดำ ถึง 100 คือสีขาว

b* คือ ค่าสีเหลืองน้ำเงิน (yellowness) โดย –b* มีสีน้ำเงินไปจนถึง +b* มีสีเหลือง

โดยก่อนการวัดสีทุกครั้งต้องทำการปรับค่ามาตรฐานสีของเครื่อง (calibration) โดยการวางหัววัดทาบบนผิวหน้าของแผ่นสีขาวมาตรฐาน กดปุ่ม calibrate เครื่องวัดสีจะทำการวัดและบันทึกค่าสีขาวของแผ่นสีขาวมาตรฐานไว้

วิธีการตรวจสอบ

นำตัวอย่างขนมกุยช่าย ขนมช่อม่วง ขนมจีบไทย, ขนมเรไร และขนมทราย ที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำมาทำการวิเคราะห์ค่าความสว่างทำการวัดความสว่างด้วยเครื่องวัดสี โดยบันทึกค่า L* และ b* ทุกตัวอย่าง ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

ก3 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก3.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

อุปกรณ์

1.) ถ้วยอะลูมิเนียม

2.) เครื่องชั่งแบบทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.) เครื่องอบลมร้อน (Hot air dryer)

4.) โถดูดความชื้น (Desiccator)

การเตรียมอุปกรณ์และวิธีการวิเคราะห์

1.) อบถ้วยอะลูมิเนียมพร้อมฝาเพื่อจำกัดความความชื้นในตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W_1) โดยชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งแบบละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.) ชั่งตัวอย่างประมาณ 3 กรัม ใส่กระป๋องหาความชื้นที่อบและชั่งน้ำหนักไว้เรียบร้อยแล้ว (W_2)

3.) นำกระป๋องหาความชื้นพร้อมฝาโดยเปิดฝาออกขณะอบไปอบที่ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 ± 2 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง

4.) นำกระป๋องหาความชื้นออกจากตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้าโดยปิดฝาทันทีและทำให้เย็นในโถดูดความชื้น นาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

5.) นำไปอบต่อและนำมาชั่งน้ำหนักทุกชั่วโมงจนได้น้ำหนักคงที่ (W_3)

6.) คำนวณหาปริมาณความชื้นหน่วยเป็นร้อยละ โดยสมการ ดังนี้

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(W_2-W_3) \times 100}{(W_2-W_1)}$$

W_1 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้น (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้นและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

W_3 = น้ำหนักของกระป๋องหาความชื้นและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

ก4 การวิเคราะห์ค่าดัชนีน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ชั่งตัวอย่างประมาณ 500±5 มิลลิกรัม ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีฝาปิดเติมสารละลายเอนไซม์ pancreatic α-amylase ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ปิดฝาให้แน่น เขย่าให้เข้ากัน

2) บ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 37 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาบ่ม 180 นาที (30, 60, 90, 120,150 และ 180 นาที) โดยเขย่าตลอดเวลา (ประมาณ 200 รอบต่อนาที)

3) หลังจากนั้นนำหลอดทดลองออกจากอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิตามลำดับ เติมเอทานอล (ethyl alcohol) ปริมาตร 4 มิลลิลิตร และเขย่าให้เข้ากัน นำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2000 rpm เป็นเวลา 10 นาที

4) เทส่วนใสเก็บลงในขวนปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร และเติมเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ลงในส่วนของตะกอนที่เหลือเขย่าให้เข้ากัน

5) นำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2000 rpm เป็นเวลา 10 นาที เทส่วนใสลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร โดยปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตรด้วยโซเดียมอะซิเดรตบัฟเฟอร์ (sodiumacetate buffer) พีเอช 4.5 เขย่าให้เข้ากัน

6) จากนั้นดูดสารละลายข้างต้นมา 0.1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง และเติมสารละลายเจือจางเอนไซม์ amyloglucosidase (300 ยูนิตต่อมิลลิลิตร)

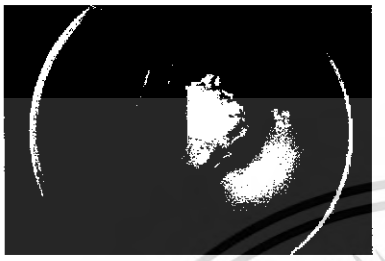
7) นำมาบ่มในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที หลังจากนั้นเติมสารละลาย glucose determination reagent (GOPOD reagent) ปริมาตร 3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

8) นำไปบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง ที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร และคำนวณหาค่าดัชนีน้ำตาล

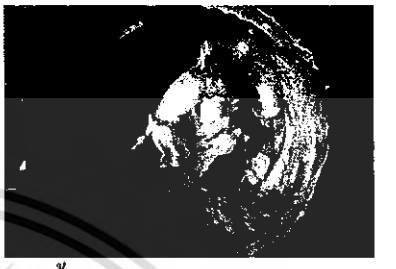
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ขั้นตอนการทำขนมทั้ง 5 ชนิด

ข1 ขั้นตอนการการทำขนมกุยช่าย



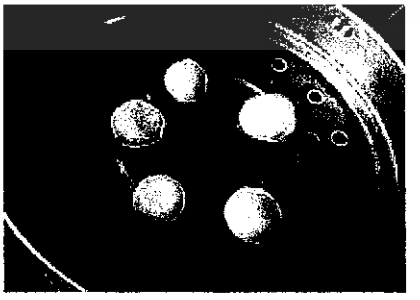
1. นวดส่วนผสมแป้งข้าว แป้งมันเหนียว กับน้ำและน้ำมันพืช 2 นาที



2. เติมน้ำสำหรับกวน กวนแป้งจนแป้งร่อนออกจากกระทะ

3.นำก้อนโดมานวดกับแป้งนวล 2 นาที

4. นำมาใส่ไส้ห่อให้มิด



5. อุณหภูมิมิน้ำเดือด 95 องศาเซลเซียส5 นาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

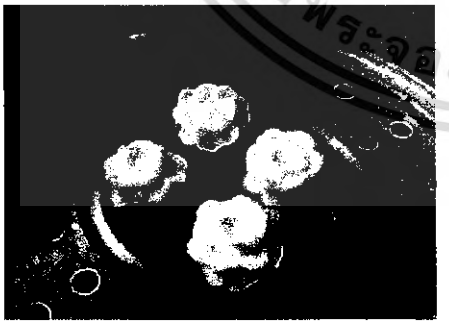
ข2 ขั้นตอนการการทำขนมช่อม่วง

1. นวดส่วนผสมแป้งข้าว แป้งมัน เหนียว กับน้ำและน้ำมันพืช 2 นาที

2. เติมน้ำสำหรับกวน กวนแป้งจนแป้งร่อนออกจากกระทะ

3.นำก้อนโดมานวดกับแป้งนวล 30 วินาที

4. นำมาใส่ไส้ห่อให้มิดทำให้เป็นกลีบสวยงาม



5. อุณหภูมิมิน้ำเดือด 95 องศาเซลเซียส 5 นาที

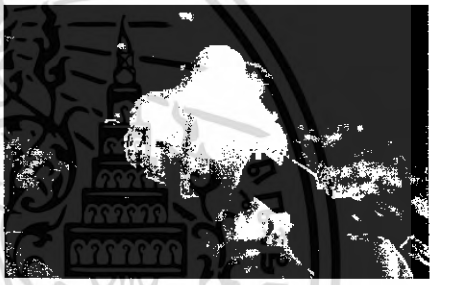
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข3 ขั้นตอนการการทำขนมจีบไทย

1. นวดส่วนผสมแป้งข้าว แป้งมัน กับน้ำและน้ำมันพืช 2 นาที

2. เติมน้ำสำหรับกวน กวนแป้งจนแป้งร่อนออกจากกระทะ

3.นำก้อนโดมานวดกับแป้งนวล 30 วินาที

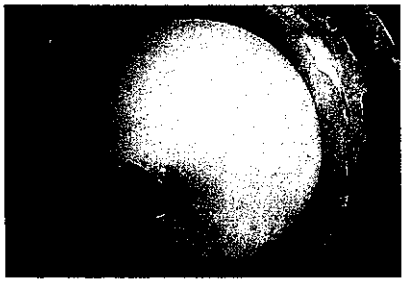


4. นำมาใส่ไส้ห่อให้มิดทำให้เป็นริ้วสวยงาม

5. อุณหภูมิมิน้ำเดือด 95 องศาเซลเซียส 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

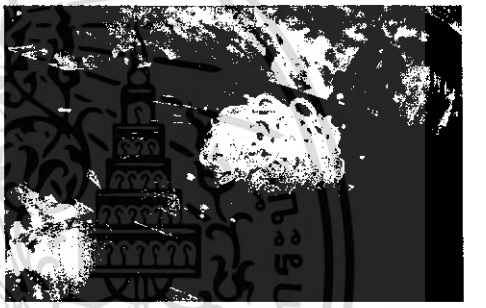
ข4 ขั้นตอนการการทำขนมเรไร



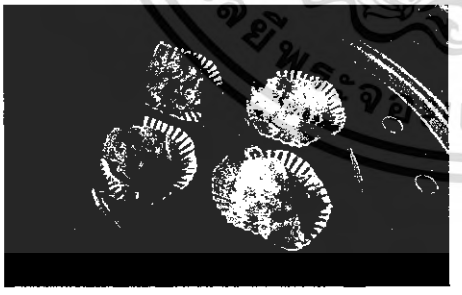
1. นวดส่วนผสมแป้งข้าว แป้งท้าวยายม่อม และกะทิ คนให้เข้ากัน

2. เติมน้ำสำหรับกวน กวนแป้งจนแป้งร่อนออกจากกระทะ

3.นำก้อนโดมานวดกับแป้งนวล 30 วินาที



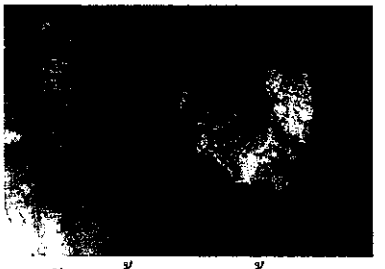
4. นำมากดให้เป็นเส้น



5. อุณหภูมิมิน้ำเดือด 70 องศาเซลเซียส 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

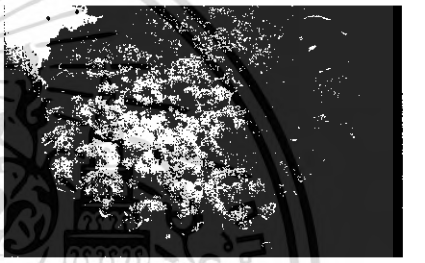
ข5 ขั้นตอนการการทำขนมทราย



1. นวดแป้งกับน้ำกะทิและน้ำสะอาด จนได้ลักษณะเป็นผงหยาบ

2. นึ่งอุณหภูมิน้ำเดือด 95 องศาเซลเซียส 10 นาที

3.เติมน้ำเชื่อมลงในแป้งที่นึ่งสุกแล้ว พักไว้ให้แป้งดูดน้ำเชื่อมจนอิ่มตัว 4 ชั่วโมง

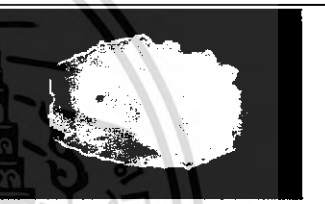
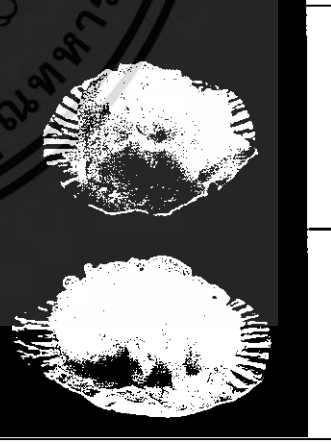
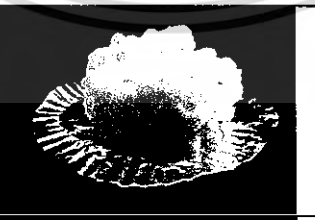
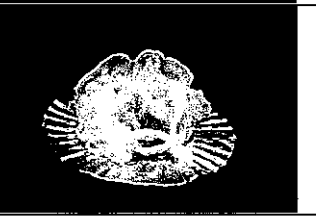
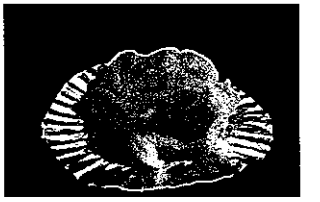


4. ใช้ส้อมขูดก้อนแป้งให้เป็นผงร่วนเวลาเสริฟโรยหน้าด้วยมะพร้าวทึนทึกขูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

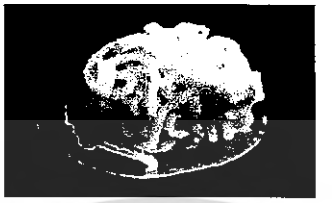
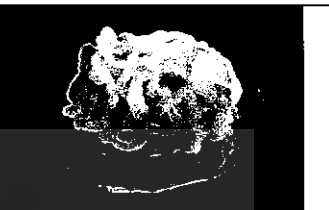
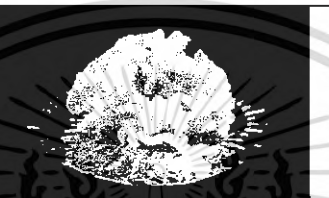
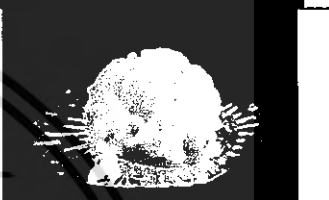
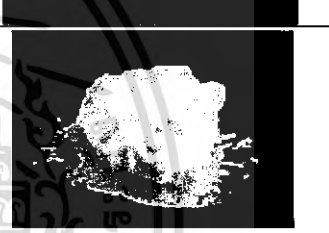
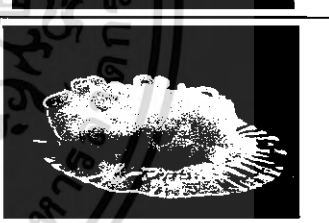
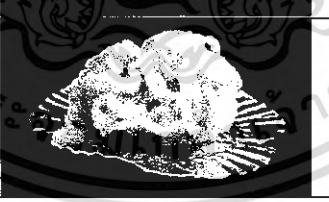
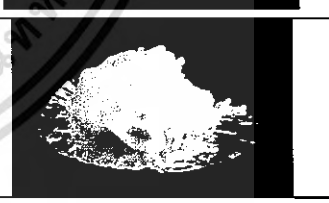
ภาคผนวก ค.
ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทำการปรับปรุงโดยใช้สารไฮโดรคอลลอยด์

ค1 ภาพผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวหอมมะลิที่ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงสารไฮโดรคอลลอยด์

ชนิดของไฮโดรคอลลอยด์	ปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์	ก่อนนึ่ง	หลังนึ่ง
ไม่เติมไฮโดรคอลลอยด์	0		
สารไฮโดรคอลลอยด์ 1	0.5		
	1.0		
สารไฮโดรคอลลอยด์ 2	0.5		
	1.0		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค2 ภาพผลิตภัณฑ์ขนมเรไรทดแทนแป้งข้าวเสาไห้ที่ลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ทำการปรับปรุงสารไฮโดรคอลลอยด์

ชนิดของไฮโดรคอลลอยด์	ปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์	ก่อนนึ่ง	หลังนึ่ง
ไม่เติมไฮโดรคอลลอยต์	0		
สารไฮโดรคอลลอยด์ 1	0.5		
	1.0		
สารไฮโดรคอลลอยด์ 2	0.5		
	1.0		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

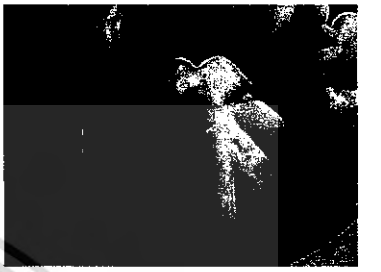
ภาคผนวก ง

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ง1 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์ขนมกุยช่าย

ชื่อผลิตภัณฑ์ เมนูอาหารว่าง : ขนมกุยช่าย

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ .....



คำอธิบาย ขนมกุยช่ายชื่อของอาหารว่างของจีนชนิดหนึ่งที่นำแป้งมากวนจนปั้นเป็นก้อน จากนั้นจึงห่อไส้ ตัวไส้เป็นใบกุยช่ายหั่นท่อนปรุงรส ห่อเป็นทรงกลม นำไปนึ่งประมาณ 10 นาที

แบบทดสอบนี้ทำขึ้นเพื่อศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวเหอมมะลิปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ใช้เป็นส่วนประกอบในขนมกุยช่ายจึงขอความร่วมมือจากท่านประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนของช่องม่วงตามรหัสในตารางให้ตรงความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1 ไม่ชอบมากที่สุด 2 ไม่ชอบ 3 เฉยๆ 4 ชอบปานกลาง 5 ชอบมากที่สุด

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง			
ลักษณะปรากฏ - ความหนาของแป้ง				
สี				
กลิ่นรสของแป้ง				
รสชาติโดยรวม				
เนื้อสัมผัส - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว				
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว				
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว				
ความชอบโดยรวม				

แบบทดสอบความพอดีให้ท่านใส่เครื่องหมายถูกในช่องคำตอบที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยมีเกณฑ์การวัดความพอดี ดังนี้ น้อยไป พอดี และมากไป

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
ลักษณะปรากฏ - ความหนาของแป้ง			
เนื้อสัมผัส - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
<u>ลักษณะปรากฏ</u> - ความหนาของแป้ง			
<u>เนื้อสัมผัส</u> - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
<u>ลักษณะปรากฏ</u> - ความหนาของแป้ง			
<u>เนื้อสัมผัส</u> - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
<u>ลักษณะปรากฏ</u> - ความหนาของแป้ง			
<u>เนื้อสัมผัส</u> - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง2 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์ขนมช่อม่วง

ชื่อผลิตภัณฑ์ เมนูอาหารว่าง : ขนมช่อม่วง

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ .....

คำอธิบาย ช่อม่วงเป็นอาหารว่างไทยโบราณ ที่นำแป้งมากวนให้เป็นก้อน ใส่สีจากดอกอัญชัน จากนั้นจึงห่อไส้ ตัวไส้เป็นกุ้งสับปรุงรส แล้วปั้นเป็นทรงกลมจับหนีบตัวแป้งให้เป็นกลีบ โดยรอบเป็นชั้นๆ โดยใช้แหนบให้มีลักษณะคล้ายรูปดอกไม้ กลีบของช่อม่วงควรมีลักษณะโค้งมนและเรียงสับหว่างอย่างเป็นระเบียบสวยงาม จากนั้นจึงนำไปนึ่งประมาณ 10 นาที

แบบทดสอบนี้ทำขึ้นเพื่อศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวหอมมะลิปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ใช้เป็นส่วนประกอบในช่อม่วงจึงขอความร่วมมือจากท่านประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยให้คะแนนของช่องม่วงตามรหัสในตารางให้ตรงความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1 ไม่ชอบมากที่สุด 2 ไม่ชอบ 3 เฉยๆ 4 ชอบปานกลาง 5 ชอบมากที่สุด

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง			
ลักษณะปรากฏ - ความหนาของแป้ง				
- ความชัดเชนของกลีบ				
สี				
กลิ่นรสของแป้ง				
รสชาติโดยรวม				
เนื้อสัมผัส - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว				
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว				
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว				
ความชอบโดยรวม				

แบบทดสอบความพอดีให้ท่านใส่เครื่องหมายถูกในช่องคำตอบที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยมีเกณฑ์การวัดความพอดี ดังนี้ น้อยไป พอดี และมากไป

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
ลักษณะปรากฏ - ความหนาของแป้ง			
เนื้อสัมผัส - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
ลักษณะปรากฏ - ความหนาของแป้ง			
เนื้อสัมผัส - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
ลักษณะปรากฏ - ความหนาของแป้ง			
เนื้อสัมผัส - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
ลักษณะปรากฏ - ความหนาของแป้ง			
เนื้อสัมผัส - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

ข้อเสนอแนะ

.....

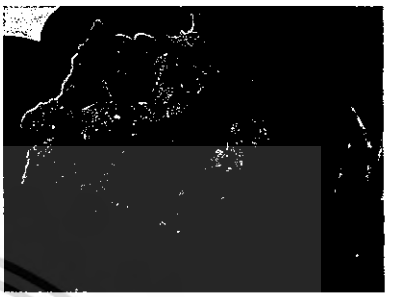
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง3 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์ขนมจีบไทย

ชื่อผลิตภัณฑ์ เมนูอาหารว่าง : ขนมจีบไทย

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ .....



คำอธิบาย ขนมจีบไทยเป็นอาหารว่างไทยโบราณที่นำแป้งมากวนจนปั้นเป็นก้อน จากนั้นจึงห่อไส้ ตัวไส้เป็นเนื้อไก่สับปรุงรสแล้วปั้นเป็นทรงกลม จับจีบเป็นแนวตั้งรอบๆก้อนแป้งเรียงเป็นระเบียบสวยงาน นำไปนึ่งประมาณ 10 นาที

แบบทดสอบนี้ทำขึ้นเพื่อศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าหอมมะลิต่อแป้งข้าวเจ้าหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ใช้เป็นส่วนประกอบในขนมจีบไทยจึงขอความร่วมมือจากท่านประเมินผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนของจีบไทยตามรหัสในตารางให้ตรงความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1 ไม่ชอบมากที่สุด 2 ไม่ชอบ 3 เฉยๆ 4 ชอบปานกลาง 5 ชอบมากที่สุด

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง			
	462	568	890	325
ลักษณะปรากฏ - ความหนาของแป้ง				
- ความชัดเชนของกลีบ				
สี				
กลิ่นรสของแป้ง				
รสชาติโดยรวม				
เนื้อสัมผัส - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว				
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว				
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว				
ความชอบโดยรวม				

แบบทดสอบความพอดีให้ท่านใส่เครื่องหมายถูกในช่องคำตอบที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยมีเกณฑ์การวัดความพอดี ดังนี้ น้อยไป พอดี และมากไป

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
ลักษณะปรากฏ - ความหนาของแป้ง			
เนื้อสัมผัส - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
ลักษณะปรากฏ - ความหนาของแป้ง			
เนื้อสัมผัส - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
ลักษณะปรากฏ - ความหนาของแป้ง			
เนื้อสัมผัส - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
ลักษณะปรากฏ - ความหนาของแป้ง			
เนื้อสัมผัส - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

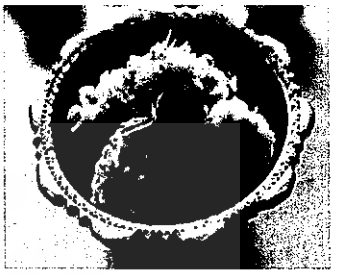
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง4 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขนมเรไร

ชื่อผลิตภัณฑ์ เมนูอาหารว่าง : ขนมเรไร

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ .....

<u>คำอธิบาย</u> ขนมเรไรเป็นขนมไทยโบราณ ทำมาจาก แป้ง และกะทิ นำแป้งมากวนให้เป็นก้อน นิยมใส่สีจากธรรมชาติ แล้วจึงกดลงในพิมพ์เรไรให้มีลักษณะเป็นเส้นกลม ตะล่อมให้เป็นคำ นำไปนึ่ง เมื่อสุกเสิร์ฟพร้อมน้ำตาล งาขาวคั่วบุบ และมะพร้าวทึนทึกขูดเส้น



แบบทดสอบนี้ทำขึ้นเพื่อศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวหอมมะลิต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลต่ำที่ใช้เป็นส่วนประกอบในขนมเรไรจึงขอความร่วมมือจากท่านทำแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนของขนมเรไรตามรหัสในตารางให้ตรงความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1 ไม่ชอบมากที่สุด 2 ไม่ชอบ 3 เฉยๆ 4 ชอบปานกลาง 5 ชอบมากที่สุด

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง			
<u>ลักษณะปรากฏ</u> - ความคงตัวของเส้น				
สี				
กลิ่นรสของแป้ง				
รสชาติโดยรวม				
<u>เนื้อสัมผัส</u> - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว				
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว				
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว				
ความชอบโดยรวม				

แบบทดสอบความพอดีให้ท่านใส่เครื่องหมายถูกในช่องคำตอบที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยมีเกณฑ์การวัดความพอดี ดังนี้ น้อยไป พอดี และมากไป

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
<u>เนื้อสัมผัส</u> - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
<u>เนื้อสัมผัส</u> - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
<u>เนื้อสัมผัส</u> - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
<u>เนื้อสัมผัส</u> - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง5 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์ขนมทราย

ชื่อผลิตภัณฑ์ เมนูอาหารว่าง : ขนมทราย

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่ .....

<u>คำอธิบาย</u> ขนมทรายทำจากแป้งข้าวเจ้า นวดกับน้ำลอยดอกไม้ที่ให้ความหอม เช่น ดอกมะลิ หรือดอกกระดังงา เมื่อนวดแป้งกับน้ำจนได้แป้งที่เป็นก้อนแล้ว นำกระชอนหรือแร่งมาร่อนแป้งบนผ้าที่ปูไว้บนลังถึงสำหรับนึ่ง ร่อนแป้งเสร็จก็นำแป้งนั้นไปนึ่งให้สุก พอแป้งสุกจึงนำแป้งนั้นไปมูนกับน้ำเชื่อมที่กะเวลาให้ได้ที่จึงเปิดฝาแล้วใช้พายคนคะล่อมให้ขนมที่มูนไว้ ฟู เบา ทานกับมะพร้าวขูดเส้น

แบบทดสอบนี้ทำขึ้นเพื่อศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวหอมมะลิปกติต่อแป้งข้าวหอมมะลิลดค่าดัชนีน้ำตาลที่ใช้เป็นส่วนประกอบในขนมทรายจึงขอความร่วมมือจากท่านทำแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนของขนมทรายตามรหัสในตารางให้ตรงความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

1 ไม่ชอบมากที่สุด 2 ไม่ชอบ 3 เฉยๆ 4 ชอบปานกลาง 5 ชอบมากที่สุด

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง			
<u>ลักษณะปรากฏ</u> - ความคงตัวของเส้น				
สี				
กลิ่นรสของแป้ง				
รสชาติโดยรวม				
<u>เนื้อสัมผัส</u> - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว				
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว				
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว				
ความชอบโดยรวม				

แบบทดสอบความพอดีให้ท่านใส่เครื่องหมายถูกในช่องคำตอบที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยมีเกณฑ์การวัดความพอดี ดังนี้ น้อยไป พอดี และมากไป

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
<u>เนื้อสัมผัส</u> - ความนุ่มของแป้ง			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
<u>เนื้อสัมผัส</u> - ความนุ่มของแป้ง			

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
<u>เนื้อสัมผัส</u> - ความนุ่มของแป้ง			

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
<u>เนื้อสัมผัส</u> - ความนุ่มของแป้ง			

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
<u>เนื้อสัมผัส</u> - ความนุ่มของแป้ง			

ข้อเสนอแนะ

.....

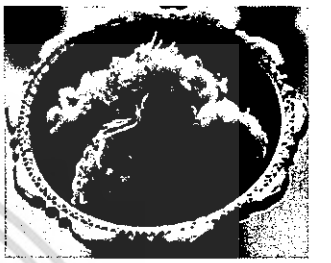
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง6 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผลิตภัณฑ์ขนมเรไรที่ทำการปรับปรุงสารไฮโดรคอลลอยด์

ชื่อผลิตภัณฑ์ เมนูอาหารว่าง : ขนมเรไร

ชื่อผู้ทดสอบ..... วันที่.....



คำอธิบาย ขนมเรไรเป็นขนมไทยโบราณ ทำมาจาก แป้ง และกะทิ นำแป้งมากวนให้เป็นก้อน นิยมใส่สีจากธรรมชาติ แล้วจึงกดลงในพิมพ์เรไรให้มีลักษณะเป็นเส้นกลม ตะล่อมให้เป็นคำ นำไปนึ่ง เมื่อสุกเสิร์ฟพร้อมน้ำตาล งาขาวคั่วบุบ และมะพร้าวทึนทึกขูดเส้น

แบบทดสอบนี้ทำขึ้นเพื่อศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวเสาไห้ต่อแป้งข้าวเสาไห้ดัชนีน้ำตาลต่ำที่ทำการปรับปรุงเนื้อสัมผัส โดยใช้ ไฮโดรคอลลอยด์ เป็นส่วนประกอบในขนมเรไรจึงขอความร่วมมือจากท่านทำแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยให้คะแนนของขนมเรไรตามรหัสในตารางให้ตรงความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

1 ไม่ชอบมากที่สุด 2 ไม่ชอบ 3 เฉยๆ 4 ชอบปานกลาง 5 ชอบมากที่สุด

เกณฑ์การประเมินผล	รหัสตัวอย่าง				
	123	321	456	654	789
<u>ลักษณะปรากฏ</u> - ความคงตัวของเส้น					
สี					
กลิ่นรสของแป้ง					
รสชาติโดยรวม					
<u>เนื้อสัมผัส</u> - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว					
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว					
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว					
ความชอบโดยรวม					

แบบทดสอบความพอดีให้ท่านใส่เครื่องหมายถูกในช่องคำตอบที่ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยมีเกณฑ์การวัดความพอดีดังนี้ น้อยไป พอดี และมากไป

เกณฑ์การประเมินผล	123		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
<u>เนื้อสัมผัส</u> - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์การประเมินผล	321		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
<u>เนื้อสัมผัส</u> - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

เกณฑ์การประเมินผล	456		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
<u>เนื้อสัมผัส</u> - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

เกณฑ์การประเมินผล	456		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
<u>เนื้อสัมผัส</u> - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

เกณฑ์การประเมินผล	789		
	น้อยไป	พอดี	มากไป
<u>เนื้อสัมผัส</u> - การกัดขาดของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความนุ่มของแป้งขณะเคี้ยว			
- ความเหนียวของแป้งขณะเคี้ยว			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวชนากานต์ จันทร์ศิลา
วัน เดือน ปีเกิด	13 มกราคม 2534
ที่อยู่	459/56 หมู่บ้านรุ่งกิจวิลล่า9 ซอยร่มเกล้า 58 ถนนร่มเกล้า แขวงคลองสามประเวศ เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 1520
ประวัติการศึกษา	- พ.ศ. 2555 จบการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาอุตสาหกรรรอาหารและการบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต - พ.ศ. 2556 ศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและสำเร็จการศึกษาในปี 2561
การนำเสนอผลงาน	- นำเสนอผลงานด้วยวาจา เรื่อง ผลของแป้งข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำต่อคุณภาพทางกายภาพและประสาทสัมผัสของขนมช่อม่วงและขนมกยช่าย ในโครงการประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 7 “ประเทศไทย 4.0 นวัตกรรมสร้างสรรค์สู่การพัฒนาที่ยั่งยืน” ในวันที่ 21 กรกฎาคม 2560 ณ ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน) คลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้