ปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง

FROZEN PRE-FRIED BREAD STICK (PATONGGO)

อัญชลี นิลวงศ์

ANCHALEE NILWONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-AI-M-055-057

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง

FROZEN PRE- FRIED BREAD STICK (PATONGGO)

T105558

อัญชลี นิลวงศ์

ANCHALEE NILWONG

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 105558
วัน,เดือน,ปี 26 พ.ย. 2552

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2552

KMITL-2009-AI-M-055-057

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FROZEN PRE- FRIED BREAD STICK (PATONGGO)

ANCHALEE NILWONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD CATERING TECHNOLOGY

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2009

KMITL-2009-AI-M-055-057

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2009

FACULTY OF AGRO-INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง

Frozen Pre-Fried Bread Stick (Patonggo)

ชื่อนักศึกษา นางสาวอัญชลี นิลวงศ์

รหัสประจำตัว 50068611

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์	
รศ.ดร.ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม	
ดร.ยุพร พืชกมุทร	
รศ.ดร.ประภาศรี เทพรักษา	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 12 ตุลาคม 2552 เวลา 14.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง A 302 อาคารเจ้าคุณทหาร

คณะอุตสาหกรรมเกษตรรับรองแล้ว

(รศ.เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์)

รักษาการแทนคณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่ 21 **เดือน** ตุลาคม **พ.ศ.** 2552

สำนักทะเบียนและประมวลผล สจล.
วันที่ส่งเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์
วันที่ 29 เดือน ต.ค. พ.ศ. 52
ลงชื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง
นักศึกษา	นางสาว อัญชลี นิลวงศ์
รหัสประจำตัว	50068611
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร
พ.ศ.	2552
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของการเติมสตาร์ชดัดแปร (modified starch) และแซนแทนกัม (Xanthan gum) ต่อคุณภาพของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง โดยนำสูตรปาท่องโก๋มาเติมสตาร์ชดัดแปร ที่ระดับร้อยละ 0, 1, 1.5 และ 2 ของน้ำหนักแป้ง พบว่า การเติมสตาร์ชดัดแปรเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้ปาท่องโก๋มีสีอ่อนลง ปริมาตรจำเพาะและการดูดซับน้ำมันลดน้อยลง ปริมาณสตาร์ชดัดแปรที่เหมาะสมคือระดับร้อยละ 1.5 ทำให้ปาท่องโก๋มีปริมาตรจำเพาะลดลงเล็กน้อยจากสูตรมาตรฐาน แต่จะมีการดูดซับน้ำมันลดลงร้อยละ 11.49 ของสูตรมาตรฐาน และมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย เมื่อนำปาท่องโก๋ที่เติมสตาร์ชดัดแปรในระดับที่เหมาะสมมาเติมแซนแทนกัม ที่ระดับร้อยละ 0.02, 0.04 และ 0.06 ของน้ำหนักแป้ง พบว่าการเติมแซนแทนกัมเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้ปาท่องโก๋มีสีเข้มขึ้น แต่ปริมาตรจำเพาะและการดูดซับน้ำมันลดน้อยลง ปริมาณแซนแทนกัมที่เหมาะสมคือระดับร้อยละ 0.04 ทำให้ได้ปาท่องโก๋ที่มีปริมาตรจำเพาะและการดูดซับน้ำมันลดลงเล็กน้อย และคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสอยู่ในระดับชอบปานกลาง

การศึกษาถึงผลของระยะเวลาของการพักโดที่ 2, 2.5, 3 และ 3.5 ชั่วโมง ต่อคุณภาพของปาท่องโก๋ พบว่าระยะเวลาในการพักโด 3 ชั่วโมง เป็นเวลาที่เหมาะสม ทำให้ได้ปาท่องโก๋ที่มีปริมาตรจำเพาะเพิ่มขึ้น การดูดซับน้ำมันลดลง และลักษณะเนื้อภายในมีโพรงอากาศขนาดปานกลางกระจายตัวสม่ำเสมอ

ผลของระยะเวลาการทอดต่อคุณภาพของปาท่องโก๋ก่อนการแช่แข็งที่ระยะเวลา 1.5, 2 และ 2.5 นาที และการทอดซ้ำภายหลังการแช่แข็งที่ระยะเวลา 20, 30 และ 40 วินาที พบว่าการใช้ระยะเวลาในการทอดโดที่ 2.5 นาที ก่อนนำปาท่องโก๋ไปแช่แข็งและใช้ระยะเวลาในการทอดซ้ำปาท่องโก๋ภายหลังการแช่แข็งที่ 40 วินาที เป็นระดับที่เหมาะ เนื่องจากปาท่องโก๋มีปริมาตรจำเพาะการพองตัวได้ดีที่สุด และผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับดีในทุกด้าน

สำหรับการเก็บรักษาปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วัน พบว่าปาท่องโก๋มีคุณภาพไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Frozen pre- fried bread stick (Patonggo).
Student	Miss Anchalee Nilwong
Student ID.	50068611
Degree	Master of Science
Program	Food Catering Technology
Year	2009
Thesis Advisor	Assistant Professor Yaowaluk Surapunpisid

ABSTRACT

Effects of modified starch and xanthan gum on the quality of pre-fried frozen bread sticks (Patonggo) were evaluated. Modified starch was added to the flour mixture at 0, 1, 1.5 and 2% by flour weight. The addition of modified starch at higher levels resulted in Patonggo with a lighter crust color, lower specific volume and less oil absorption. Results indicated that the suitable amount of modified starch added was 1.5%, which yielded a product with a slight reduction in specific volume and 11.49% less oil uptake compared to the control sample. The resulting sensory score was rated close to "slightly like". The flour mixture with 1.5% modified starch was then used to investigate the effect of xanthan gum (0.02, 0.04 and 0.06 % by flour weight) on the quality of pre-fried frozen bread sticks. Results showed that as the amount of xanthan gum increased, the darker crust color, lower specific and lower oil uptake of the samples were observed. The suitable level of xanthan gum was 0.04 %, which yielded Patonggo that was slightly lower in specific volume and oil absorption. The overall sensorial acceptance was rated at the level of "moderately like"

Effects of dough proofing for 2, 2.5, 3 and 3.5 hours on the quality of Patonggo was investigated. Results showed that proofing time at 3 hours was suitable to yield the Patonggo with higher specific volume, decreased oil absorption and optimum air cell distribution.

Suitable frying times for the pre- fried (before freezing) and post-fried (after freezing) steps of Patonggo were evaluated. The optimal pre-frying and post-frying times were 2.5 minutes and 40 seconds, respeetively. The fried Patonggo had golden yellow color, increased specific volume and overall sensorial acceptance rated to "moderately like".

Overall qualities of the Patonggo storaged at -18^{0}C for 60 days were not signifieantly different compared to the control sample.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งความรู้ และคำแนะนำที่มีประโยชน์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ. ดร. ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม ดร. ยุพร พืชกมุทร และ รศ.ดร.ประภาศรี เทพรักษา หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ที่ให้คำแนะนำเพิ่มเติมช่วยแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาโทสาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร ทุก ๆ คน และนักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร ที่ช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ตลอดจนเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกคน

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่ชายและพี่สาวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนและช่วยเหลือในทุกด้านตลอดมา ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์นี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

อัญชลี นิลวงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ประวัติและลักษณะที่ดีของปาท่องโก๋	3
2.2 วัตถุดิบที่ทำปาท่องโก๋	3
1) แป้งสาลี (Wheat flour)	3
2) ยีสต์ (Yeast)	4
3) ผงฟู (Baking powder)	5
4) น้ำ (Water)	5
5) แอมโมเนีย (Ammonia)	5
6) เบคิงโซดา (Baking soda)	6
7) เกลือป่น (Salt)	6
8) น้ำตาลทราย (Sugar)	6
9) น้ำมันพืช (Vegetable oil)	6
2.3 สตาร์ชดัดแปร (Modified starch)	7
2.4 สารไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloids)	7
1) แซนแทนกัม (Xanthan gum)	8
2.5 การแช่แข็ง (Frozen)	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

1) คุณสมบัติของอาหารแช่แข็ง 9

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 12

3.1 วัสดุและอุปกรณ์ 12

3.2 สถานที่ดำเนินงาน 13

3.3 วิธีการทดลอง 13

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ 18

4.1 ผลการศึกษาปริมาณสตาร์ชดัดแปรที่เหมาะสมในการผลิตปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง 18

4.2 ผลการศึกษาปริมาณแซนแทนกัมที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง 20

4.3 ผลการศึกษาระยะเวลาพักโดต่อคุณภาพของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง 23

4.4 ผลการศึกษาระยะเวลาในการทอดต่อคุณภาพของปาท่องโก๋ก่อนและหลังการแช่แข็ง. 25

4.5 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งในระหว่างการเก็บรักษา 29

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 32

บรรณานุกรม 33

ภาคผนวก 36

ประวัติผู้เขียน 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 สูตรมาตรฐานของปาท่องโก๋ 14

4.1 ค่าสีที่ผิวด้านนอกของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่เติมสตาร์ชดัดแปรที่ระดับต่างๆ..... 18

4.2 ค่าปริมาตรจำเพาะและค่าการดูดซับน้ำมันของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่เติม สตาร์ชดัดแปรที่ระดับต่าง ๆ..... 19

4.3 ค่าคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านต่างๆ ต่อปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่เติม สตาร์ชดัดแปรที่ระดับต่าง ๆ..... 20

4.4 ค่าสีที่ผิวด้านนอกของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่เติมแซนแทนกัมที่ระดับต่าง ๆ..... 21

4.5 ค่าปริมาตรจำเพาะและค่าดูดซับน้ำมันของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่เติมแซนแทนกัม ที่ระดับต่าง ๆ..... 21

4.6 ค่าคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านต่าง ๆ ของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่เติม แซนแทนกัมในส่วนผสมของโดที่ระดับต่าง ๆ..... 22

4.7 ค่าปริมาตรการขึ้นตัวของโดภายหลังการพักโดที่ระยะเวลาแตกต่างกัน..... 23

4.8 ค่าปริมาตรจำเพาะและค่าการดูดซับน้ำมันของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง ที่พักโดไว้ที่ ระยะเวลาแตกต่างกัน..... 24

4.9 ค่าสีที่ผิวด้านนอกของปาท่องโก๋ที่ทอดในระยะเวลาที่แตกต่างกันก่อนการแช่แข็ง..... 26

4.10 ค่าปริมาตรจำเพาะของปาท่องโก๋ที่ทอดในระยะเวลาที่แตกต่างกันก่อนการแช่แข็ง..... 26

4.11 ค่าสีที่ผิวด้านนอกของปาท่องโก๋ที่ทอดซ้ำในระยะเวลาที่ต่างกันหลังการแช่แข็ง..... 27

4.12 ค่าปริมาตรจำเพาะของปาท่องโก๋ที่ทอดซ้ำในระยะเวลาที่ต่างกันหลังการแช่แข็ง..... 27

4.13 ค่าคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านต่าง ๆ ต่อปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่ใช้ระยะเวลา ในการทอดซ้ำที่แตกต่างกัน..... 28

4.14 ค่าสีที่ผิวด้านนอกของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่ใช้ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ แตกต่างกัน..... 29

4.15 ค่าปริมาตรจำเพาะและค่าการดูดซับน้ำมันของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่ใช้ ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน..... 30

4.16 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งด้วยวิธี Triangle test..... 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

3.1 ขั้นตอนการผลิตปาท่องโก๋ 14
4.1 ลักษณะโพรงอากาศภายในของชิ้นปาท่องโก๋ที่พักโดไว้เป็นเวลาต่างกัน 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปาท่องโก๋เป็นขนมที่ทำมาจากแป้งสาลีนิยมนำมาบริโภค ร่วมกับ ชา กาแฟหรือโจ๊กในอาหารมื้อเช้าของคนไทยมาช้านาน ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบรับประทานปาท่องโก๋ที่ทอดเสร็จใหม่ ๆ เพราะจะได้ลักษณะของคุณภาพที่ดีคือ ลักษณะเนื้อภายนอกมีความกรอบ สีเหลืองทอง แต่ลักษณะเนื้อภายในจะคงมีความนุ่ม เนื้อละเอียดไม่เป็นโพรงอากาศขนาดใหญ่ และไม่อมน้ำมัน แต่จากภาวะความเจริญทางเศรษฐกิจที่เร่งรัดและแข็งขันมากขึ้นทำให้ประชาชนมีพฤติกรรมการบริโภคเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นอาหารแช่แข็งจึงเป็นอาหารที่ผู้บริโภคยอมรับมากขึ้นเพราะมีคุณภาพดีใกล้เคียงกับอาหารปกติเนื่องจากสามารถใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ และสารเจือปนอาหาร (Food additives) เช่น สตาร์ดัดแปร และ แซนแทนกัม ที่มีคุณสมบัติช่วยปรับปรุงความคงตัวและช่วยลดการดูดซับน้ำมันของอาหารกึ่งสำเร็จรูปประเภททอดได้ และนิยมบริโภคอาหารที่ซื้อสะดวก เตรียมง่าย และยังคงมีคุณลักษณะที่ต้องการ ผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งกึ่งสำเร็จรูปประเภททอด มักประสบปัญหาด้านลักษณะเนื้อสัมผัสที่ไม่คงตัว เมื่อต้องนำมาละลายน้ำแข็งก่อนใช้บริโภค

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณของสตาร์ชดัดแปร แซนแทนกัม ที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพในการผลิตปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง ผลของระยะเวลาในการพักโดที่เหมาะสม ผลของเวลาในการทอดและปริมาตรจำเพาะของปาท่องโก๋ก่อนและหลังการแช่แข็ง และผลของอายุการเก็บรักษาของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาปริมาณสตาร์ชดัดแปรที่เหมาะสมในการผลิตปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง
2. ศึกษาปริมาณแซนแทนกัมที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง
3. ศึกษาผลระยะเวลาพักโดต่อคุณภาพของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง
4. ศึกษาผลระยะเวลาในการทอดต่อคุณภาพของปาท่องโก๋ก่อนและหลังการการแช่แข็ง
5. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งในระหว่างการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปริมาณของสตาร์ชดัดแปร แซนแทนกัม ที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพในการผลิตปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง ผลของระยะเวลาในการพักโดที่เหมาะสม ผลของเวลาในการทอดและปริมาตรจำเพาะของปาท่องโก๋ก่อนและหลังการแช่แข็งและผลของอายุการเก็บรักษาของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

ได้สภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประวัติและลักษณะที่ดีของปาท่องโก๋

ปาท่องโก๋ ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (ราชบัณฑิตยสถาน, 2539) หมายถึงของกินชนิดหนึ่งของจีน ทำด้วยแป้งสาลีที่มีปริมาณโปรตีนที่ต่ำนำมาตัดเป็นท่อนๆ แล้วจับเป็นคู่ติดกันทอดในน้ำมันให้พองมีชื่อเรียกในภาษาจีนว่า อิ้วจาก๊วย

ตำนานปาท่องโก๋มีที่มาจากนายทหารจีนนามว่า งักฮุย รับราชการในแผ่นดินพระเจ้าเกาจง งักฮุยเป็นนายทหารที่ซื่อสัตย์ เข้มแข็ง ช่วยปราบกฎบ รบกองโจร เป็นที่รักใคร่ของประชาชนทั่วไป ครั้งหนึ่งงักฮุยยกทัพไปทำสงครามกับพวกกิม ซึ่งเป็นชนชาติเร่ร่อนพเนจรอยู่ระหว่างเขตแดนของจีนกับเกาหลี งักฮุยรบจนเกือบชนะ แต่พระเจ้าเกาจงกลับมีรับสั่งให้ยกทัพกลับเนื่องจากมหามนตรีชื่อ ฉิ่งไขว่ ซึ่งแอบสวามิภักดิ์กับพวกกิม คอยยุยงให้พระเจ้าเกาจงเจรจายุติสงครามกับพวกกิม เมื่องักฮุยกลับจากสงคราม ก็ถูกฉิ่งไขว่และพรรคพวกใส่ร้ายหาว่า คิดกฎบ จนในที่สุดงักฮุยและบุตรถูกจับไปจองจำ แต่ก็ไม่สามารถเอาผิดได้ เนื่องจากไม่มีหลักฐาน ฉิ่งไขว่จึงลอบส่งหนังสือไปให้พัสดีเรือนจำสังหารงักฮุยเสีย การสิ้นชีพของวีรบุรุษงักฮุยทำให้ชาวจีนโกรธแค้น จึงนำแป้งสาลีมาปั้นเป็นชิ้นสองชิ้นติดกันแล้วทอดน้ำมันเรียกว่า อิ้วจาก๊วย (คนไทยเรียกเพี้ยนว่า ปาท่องโก๋) เพื่อแสดงความเกลียดแค้นในตัวฉิ่งไขว่ โดยเปรียบเทียบเนื้อแป้งสาลีเป็นเนื้อของฉิ่งไขว่และภรรยา นำมาทอดน้ำมันกินให้หายแค้น

ลักษณะของปาท่องโก๋ที่ดีจะต้องมีลักษณะเนื้อด้านนอกกรอบ เนื้อภายในนุ่ม ไม่เหนียว ฟองอากาศไม่ใหญ่ พองตัวดี ไม่มีกลิ่นของแอมโมเนีย มีก้อนแป้งที่ติดอยู่ด้วยกัน และที่สำคัญคือ ต้องไม่อมน้ำมัน (พจนีย์, 2546)

2.2 วัตถุดิบที่ทำปาท่องโก๋

ส่วนประกอบในการทำปาท่องโก๋ประกอบด้วย

1) แป้งสาลี (Wheat flour)

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรีทุกชนิด แป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิด ที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม คือโปรตีน กลูเตนิน (glutenin) และโปรตีนไกลอะดิน (gliadin) ซึ่งเมื่อแป้งผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมและ เมื่อได้รับแรงนวดผสมที่ดีจะเกิดการรวมตัวกันเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างพิเศษชนิดหนึ่ง เรียกว่า กลูเตน (gluten) ซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนแป้งที่มีโครงสร้างสามารถแผ่เป็นแผ่นบางได้ และมีความ ยืดหยุ่น กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงร่างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็นโครงร่างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบขณะทำให้สุก

แป้งสาลีที่ผลิตเพื่อใช้ทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี มี 3 ชนิด คือแป้งขนมปัง แป้งเค้ก และแป้งเอนกประสงค์ ซึ่งแต่ละชนิดมีคุณสมบัติลักษณะรวมถึงการใช้ประโยชน์แตกต่างกัน (จิตธนา และ อรอนงค์, 2541) โดยแป้งสาลีที่นำมาใช้ทำปาท่องโก๋จะใช้ชนิดเอนกประสงค์

แป้งสาลีชนิดเอนกประสงค์ หมายถึง แป้งสาลีที่ได้จากการสีและบดเมล็ดข้าวสาลีชนิดคอมมอนหรือข้าวสาลีชนิดคอมมอนผสมกับดลับ และ/หรือ ดูรัม ซึ่งปราศจากสิ่งแปลกปลอม มีโปรตีนสูงปานกลางร้อยละ 10-11 เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการทำผลิตภัณฑ์หลาย ๆ ชนิด (มอก, 2524) แป้งเอนกประสงค์ เช่น ขนมปังจืดและหวาน ขนมเค้กบางชนิด ปาท่องโก๋ บะหมี่ เพสตรี ใช้เวลานวดโด (Dough) น้อยกว่าขนมปัง ลักษณะของแป้งมีสมบัติของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน สารที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์และผงฟู (จิตธนา และ อรอนงค์, 2541)

2) ยีสต์ (Yeast)

เป็นรากลุ่มหนึ่งที่ดำรงชีวิตอยู่ในสภาพเซลล์เดียวเป็นส่วนใหญ่ มีการขยายพันธ์โดยการแตกหน่อ หรือโดยการแบ่งตัวออกเป็นสองเซลล์คล้ายแบคทีเรีย มีขนาดเล็ก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ยีสต์นี้มีอยู่ตามธรรมชาติ เป็นตัวสำคัญที่ทำให้เกิดการหมักและยังเป็นอาหารที่มีคุณค่าอีกด้วย เพราะเป็นแหล่งวิตามินและเอนไซม์ที่สำคัญ ยีสต์เป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญมากสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ที่ใช้หมักด้วยยีสต์ เช่น ขนมปังชนิดต่าง ๆ โดนัท ปาท่องโก๋ ซาลาเปา ฯลฯ ยีสต์เป็นตัวที่ทำให้โดหมักที่มีความหนักเปลี่ยนเป็นเบาตัว มีความยืดหยุ่นและมีรูอากาศ ซึ่งเมื่อนำไปอบแล้วจะเป็นอาหารที่มีคุณค่าและย่อยง่าย สำหรับการทำขนมปังนั้น ยีสต์จะทำหน้าที่ตั้งแต่เริ่มผสมนวดแป้ง จนกระทั่งนำโดที่นวดได้ไปอบหรือทอด และจะหยุดทำหน้าที่เมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ หรือจากแหล่งอื่นที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ให้สุก ยีสต์ต้องการอาหารเช่นเดียวกับพืชหรือสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ น้ำตาลเป็นอาหารที่จำเป็นสำหรับยีสต์ในการทำให้ยีสต์เกิดพลังงาน แร่ธาตุและสารประกอบไนโตรเจนก็เป็นอาหารที่สำคัญของยีสต์ด้วยเช่นกัน อาหารเหล่านี้จะได้มาจากแป้ง นม และส่วนผสมอื่น ๆ อีกบ้าง

ยีสต์จะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิระหว่าง 70-95 องศาฟาเรนไฮต์ การหมักโดจะให้ผลดีที่สุดที่อุณหภูมิ 75-80 องศาฟาเรนไฮต์ ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่านี้การหมักจะช้าลง และถ้าสูงกว่านี้การหมักก็จะเกิดขึ้นเร็วเกินไป ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะผิดไปจากที่ควรจะเป็น การเจริญเติบโตของยีสต์และการหมัก ยังขึ้นอยู่กับความเป็นกรด เบสอีกด้วย ในขณะที่เริ่มทำการหมักโดควรมี pH 5.5 ซึ่งเป็นระดับที่ดีที่สุดในการเจริญเติบโตของยีสต์ ความเป็นกรด-เบส นี้จะเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาของการหมัก จนเมื่อถึงขั้นสุดท้ายของการหมักโดจะมี pH ที่ 4.5-4.6 หน้าที่ของยีสต์ในการทำผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารหมัก คือ สร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้โดขยายตัวและปริมาตรของโดเพิ่มขึ้นทำให้เกิดโครงสร้างและลักษณะเนื้อของโด อันเป็นผลจากการขยายตัวของก๊าซที่ยีสต์สร้างขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสเฉพาะตัว อันเนื่องมาจากสารแอลดีไฮด์ แอลกอฮอล์ คีโตน และกรดที่ยีสต์สร้างขึ้นมาในระหว่างการหมักและช่วยเสริมคุณค่าทางอาหารให้แก่ผลิตภัณฑ์ (จิตธนา และอรอนงค์, 2541)

3) ผงฟู (Baking powder)

ผงฟูเป็นสิ่งที่ทำให้ขนมขึ้นฟูด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ผลิตภัณฑ์เบาโปร่งมีลักษณะเนื้อในเป็นโพรงอากาศ โดยปกติแล้วผงฟูจะช่วยให้เค้กมีความเบาขึ้นฟู ลักษณะเนื้อในเค้กเป็นโพรงอากาศโปร่ง และทำให้เค้กมีความน่ารับประทาน ผงฟู ประกอบด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate) และสารที่มีฤทธิ์เป็นกรด เช่น ครีมทาร์ทาร์ (cream of tartar) เป็นผลึกผงสีขาวทำมาจากกรดในผลองุ่น โซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟต (sodium acid pyrophosphate) และส่วนที่เป็นแป้งข้าวโพดเพื่อป้องกันไม่ให้สารทั้งสองสัมผัสกันโดยตรง เมื่อผงฟูโดนน้ำจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี เกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำให้ขนมฟู ซึ่งเป็นแบบกำลังหนึ่ง (single acting หรือ fast action) ส่วนแบบกำลังสอง (double action) จะมีกรด 2 ตัว และจะมีก๊าซเกิดขึ้น 2 ช่วงในช่วงการผสมและการอบ (จิตธนา และอรอนงค์ , 2541)

4) น้ำ (Water)

น้ำเป็นส่วนผสมที่สำคัญ เนื่องจากน้ำมีหน้าที่รวมตัวกับโปรตีนในแป้งทำให้เกิดเป็นกลูเตน เมื่อผสมน้ำกับแป้งจะเกิดก้อนแป้งที่มีลักษณะแฉะ เหนียว และยืดหยุ่นได้ เรียกว่า โด โครงสร้างของโด คือ กลูเตนซึ่งเป็นโปรตีนที่ไม่ละลาย ยิ่งในโดมีปริมาตรน้ำมากเท่าใด สตาร์ชซึ่งเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของแป้งก็จะยึดไว้มากเท่านั้น สตาร์ชจะดูดซับน้ำไว้บนผิวนอก เกิดขึ้นตอนแรกของการผสม เมื่อการผสมดำเนินต่อไป โดจะค่อย ๆ หายแฉะ จนเมื่อดึงหรือจับดูจะไม่ติดมือหรือติดข้าง ๆ อ่างผสม ในสภาพเช่นนี้แสดงว่า โดได้รับการผสมอย่างพอเพียงแล้ว ในขณะที่โปรตีนจะได้รับการผสมกับน้ำอย่างเต็มที่ และเซลล์ของสตาร์ชก็จะดูดซึมน้ำเข้าไปประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำหนักแป้ง

โดที่มีความเหนียว ลักษณะเนื้อแน่นมากเกินไป เนื่องจากโดมีน้ำน้อยเกินไป ปริมาตรของน้ำที่มีอยู่ในโดจะมีผลอย่างยิ่งต่อโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ น้ำจะทำให้เนื้อในของผลิตภัณฑ์ที่ได้อ่อนนุ่ม มีขนาดและรูปร่างของเซลล์เปิด โดที่แน่นจะทำให้เนื้อในของขนมปัง มีขนาดและรูปร่างของเซลล์ที่ปิดแน่น มีเปลือกนอกแข็งและมีปริมาตรเล็ก (จิตธนา และอรอนงค์, 2541)

5) แอมโมเนีย (Ammonia)

สารแอมโมเนียที่ใช้ในการทำปาท่องโก๋ได้แก่พวกแอมโมเนียคาร์บอเนต (ammonia carbonate) หรือแอมโมเนียไบคาร์บอเนต (ammonia bicarbonate) เป็นสารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูอีกชนิดหนึ่ง แต่ใช้กันน้อย ส่วนมากใช้ในการทำคุกกี้หรือผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก นอกจากนั้นใช้ใส่ผสมในการทำครีมพัฟ ปาท่องโก๋ ฯลฯ โดยแอมโมเนียไบคาร์บอเนตมักใช้กับผลิตภัณฑ์ที่เมื่ออบแล้วมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นต่ำ เพราะถ้ามีน้ำอยู่ในผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อยก็จะเกิดกลิ่นแอมโมเนียซึ่งทำให้บริโภคไม่ได้ ข้อดีของการใช้แอมโมเนียก็คือ แอมโมเนียจะให้ก๊าซ 3 ชนิด คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซแอมโมเนียและไอน้ำ ซึ่งสารเหล่านี้จะระเหยออกไปไม่เหลือสารตกค้างที่เป็นของแข็งอยู่ในผลิตภัณฑ์ ข้อเสียของแอมโมเนียก็คือ มีการใช้ที่จำกัด เพราะอาจมีกลิ่นของแอมโมเนียตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ที่อบหรือทอดออกมาร้อน ๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสไม่ดี (จิตธนา และอรอนงค์, 2541)

6) เบคิงโซดา (Baking soda)

เบคิงโซดาหรือโซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate) เป็นสารเคมีที่เมื่อได้รับความร้อนจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา การใช้สารเคมีชนิดนี้ช่วยในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แต่เพียงตัวเดียว จะมีผลเสียคือมีสารตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งถ้าใช้ในปริมาณมากจะมีสารตกค้างอยู่มาก ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสเฝื่อน และถ้าสารตกค้างนี้ทำปฏิกิริยากับไขมันที่มีอยู่ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นสบู่ นอกจากนั้นอุณหภูมิที่ต้องการใช้ในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเบคิงโซดาจะสูง ดังนั้นก๊าซส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในขั้นตอนสุดท้ายของการอบหรือการทอด (จิตธนา และอรอนงค์, 2541)

7) เกลือป่น (Salt)

ในการทำขนมปังหรือขนมอบต่าง ๆ เกลือที่ใส่ลงไปในสูตรจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีรสเค็ม เกลือจะช่วยเน้นรสชาติของส่วนผสมอื่นให้เด่นขึ้น และช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสและคุณลักษณะดีขึ้น เกลือเป็นตัวที่ทำให้โดแข็งขึ้น ถ้าไม่มีเกลือโดจะแฉะ เพราะฉะนั้นเกลือจึงช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสและรูเซลล์ที่ดีจากการที่โดมีกำลังในการอุ้มก๊าซ

เกลือจะทำให้การหมักคงตัว เกลือจะไม่ทำลายยีสต์ จะดึงน้ำออกจากยีสต์แต่ไม่ทำให้ยีสต์ตาย เกลือจะทำให้การทำงานของเอนไซม์ไซเมสช้าลงในการใช้น้ำตาลและผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ (จิตธนา และอรอนงค์, 2541)

8) น้ำตาลทราย (Sugar)

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำและมีรสหวาน จัดเป็นสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลทำหน้าที่ต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี คือ ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์ เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมัก ช่วยให้เนื้อของผลิตภัณฑ์ดี ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีที่ดีและเพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์ (จิตธนา และอรอนงค์, 2541)

9) น้ำมันพืช (Vegetable oil)

น้ำมันที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี จะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์มีความนุ่มและให้กลิ่นรสที่ดี ช่วยในการเก็บก๊าซที่เกิดขึ้น โดยทำให้กลูเตนมีความแน่นจนอากาศเข้าไม่ได้ซึ่งทำให้ปริมาตรและเปลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นและช่วยหล่อลื่นกลูเตนให้ยืดหดได้ดี โดยช่วยการขยายตัวของผนังเซลล์และจัดโครงสร้างของกลูเตน ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มปริมาตรของผลิตภัณฑ์ (จิตธนา และอรอนงค์, 2541)

2.3 สตาร์ชดัดแปร (Modified Starch)

สตาร์ชดัดแปรตามความหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1073-2535 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำสตาร์ช เช่น สตาร์ชมันสำปะหลัง สตาร์ชข้าวโพด สตาร์ชมันฝรั่ง สตาร์ชข้าวสาลี มาเปลี่ยนสมบัติทางเคมีและ/หรือทางฟิสิกส์จากเดิมด้วยความร้อนและ/หรือเอนไซม์ และ/หรือสารเคมีชนิดต่าง ๆ เพื่อให้มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่าง ๆ ซึ่งคุณลักษณะเกณฑ์ชี้บ่งต่าง ๆ ของสตาร์ชดัดแปรแต่ละประเภทจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (กล้าณรงค์ และ เกื้อกูล, 2546)

สตาร์ชดัดแปรที่นิยมใช้ในอาหารแช่แข็ง มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มสมบัติในการคงตัวต่อการคืนรูปจากการแช่แข็ง เช่น สตาร์ชดัดแปรชนิด ไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ช (hydroxypropyl starch) และสตาร์ชฟอสเฟสโมโนเอสเทอร์ (starch phosphate monoester)

ไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ช (hydroxypropyl starch) เป็นสตาร์ชดัดแปรที่ไม่มีประจุซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาอีเทอริฟิเคชัน (etherification) ระหว่างสตาร์ช กับสารเคมีที่มีหมู่อีเทอร์ หรือเรียกอีกอย่างว่าปฏิกิริยาไฮดรอกซีแอคิลเลชัน (hydroxyalkyation) สตาร์ชทำปฏิกิริยากับโพรพิลีนออกไซด์ในสภาวะที่เป็นเบส ใช้เป็น สารเติมแต่งอาหารโดยตรง (direct food additive) ที่มีความคงตัวต่อการแช่แข็งและการละลาย มีความคงตัวต่อการเก็บในที่เย็น เมื่อนำมาละลายน้ำจะได้แป้งเปียกที่มีความใสและเนื้อสัมผัสที่ดี เหมาะสำหรับใช้กับอุตสาหกรรมอาหารแช่แข็ง ทั้งนี้ไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ช ยังสามารถช่วยเพิ่มอายุการเก็บรักษาอาหารได้ดีอีกด้วย (กล้าณรงค์ และ เกื้อกูล, 2546)

2.4 สารไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloids)

นิธิยา (2545) กล่าวว่าไฮโดรคอลลอยด์ส่วนใหญ่ที่ใช้เป็นไฮโดรฟิลิคคอลลอยด์ หมายถึง สารประเภทโพลีแซคคาไรด์ กัม หรือ โปรตีน ซึ่งเป็นโพลีเมอร์ที่มีสายยาวและมีน้ำหนักโมเลกุลสูง ในโมเลกุลอาจประกอบด้วยโมโนแซคคาไรด์ชนิดเดียวกันทั้งหมดเป็น โฮโมโพลีแซคคาไรด์ เช่น เดกซ์เตรนและฟอสโฟแมนแนน หรือประกอบด้วย โมโนแซคคาไรด์หลายชนิดเป็นเฮเตอร์โรโพลีแซคคาไรด์ เช่น กัมอะราบิก กัมแกตติ และกัมคารายา เป็นต้น

คำว่า กัม เป็นภาษาอียิปต์ หมายถึงสารที่มีลักษณะเหนียว ดังนั้นเมื่อกัมละลายหรือกระจายตัวอยู่ในน้ำ จะทำให้สารละลายเพิ่มความหนืดหรือมีลักษณะเป็นเจล ในอุตสาหกรรมอาหารนำ กัมมาใช้ประโยชน์เป็นสาร เพิ่มความหนืด เพิ่มความคงตัวของอิมัลชัน สารที่ทำให้เกิดเจลและหน้าที่อื่น ๆ ในผลิตภัณฑ์อาหาร หน้าที่ดังกล่าวช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้น เช่น ลักษณะเนื้อสัมผัส ลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรากฏ และอายุการวางจำหน่าย ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่างและคุณสมบัติของไฮโดรคอลลอยด์ ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีรูปร่างและลักษณะเนื้อผันแปรแตกต่างกันได้มากมาย นอกจากนั้น ไฮโดรคอลลอยด์บางชนิดเมื่อนำไปผสมกับอีกชนิดหนึ่ง จะเกิดปฏิกิริยาทำให้มีคุณสมบัติและหน้าที่เปลี่ยนไปจากเดิมได้หน้าที่ของไฮโดรคอลลอยด์

ในอุตสาหกรรมอาหารได้นำไฮโดรคอลลอยด์มาใช้ประโยชน์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของอาหารตามสมบัติของไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิด ซึ่งจะทำหน้าที่ได้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของไฮโดรคอลลอยด์ ที่นิยมใช้กันมาก คือ ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความคงตัว เพิ่มความหนืด สารช่วยการรวมตัวของน้ำและไขมัน และสารที่ทำให้เกิดฟิล์ม การทำหน้าที่ดังกล่าวของไฮโดรคอลลอยด์จะสัมพันธ์กับความหนืดของสารละลายที่ใช้ด้วย ปริมาณการใช้ไฮโดรคอลลอยด์ในหน้าที่ดังกล่าวรวมกันประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ของไอโดรคอลลอยด์ที่นำมาใช้ประโยชน์ทั้งหมด สำหรับหน้าที่อื่น ๆ ใช้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิด มีหน้าที่เฉพาะในผลิตภัณฑ์อาหาร ไฮโดรคอลลอยด์บางชนิดอาจทำหน้าที่ได้เพียงอย่างเดียว เช่น เป็นสารเพิ่มความข้นหนืด แต่มีบางชนิดสามารถทำหน้าที่ได้หลายอย่าง เช่น เป็นสารเพิ่มความข้นหนืด เพิ่มความคงตัว และเป็นสารช่วยให้เกิดเจลด้วย เช่น แอลจิเนต หรือเป็นเฉพาะสารเพิ่มความหนืดและสารเพิ่มความคงตัวเท่านั้น เช่น สตาร์ช ซึ่งทำหน้าที่หลักของไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิด

1) แซนแทนกัม (Xanthan gum)

แซนแทนกัม (Xanthan gum) หรือ Polysaccharide B-1459 เป็นกัมที่ได้จากการหมักด้วยแบคทีเรียบริสุทธิ์ ชนิด *Xanthomonas campestris* หลังจากเกิดกระบวนการหมักแล้ว จะนำสารละลายที่ได้มาตกตะกอนแยกเอาแซนแทนกัมออก ด้วยไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ ทำให้แห้งแล้วบดให้เป็นผงละเอียด แซนแทนกัมนิยมใช้มากในอาหาร เพราะมีสมบัติพิเศษที่สำคัญ คือ กระจายตัวและละลายได้ดีทั้งในน้ำเย็นและน้ำร้อน สารละลายที่ได้มีความหนืดสูงถึงแม้จะมีความเข้มข้นต่ำและทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ มีความคงตัวสูงต่อความร้อนและค่าพีเอชโดยเฉพาะความหนืดของสารละลายแซนแทนกัมจะคงที่ ถึงแม้อุณหภูมิจะเปลี่ยนแปลงในช่วง 0-100 องศาเซลเซียส หรือค่าพีเอชจะเปลี่ยนแปลงในช่วง 1-13 ก็ตาม นอกจากนั้นสารละลายแซนแทนกัมยังมีสมบัติเป็นซูโดพลาสติก ซึ่งมีความสำคัญต่อกลิ่น ลักษณะปรากฏ และความรู้สึกเมื่ออาหารอยู่ในปาก แซนแทนกัมใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดทั้งที่เป็น suspension และอิมัลชัน ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความหนืด สารเพิ่มความคงตัว และทำให้อนุภาคแขวนลอยได้ดี

2.5 การแช่แข็ง (Frozen)

การเก็บรักษาอาหารด้วยการแช่แข็ง เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย เพราะสามารถรักษา กลิ่น รส สี และคุณค่าทางโภชนาการได้อย่างมีประสิทธิภาพ กลไกของการเก็บรักษาโดยการแช่แข็ง เกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายอย่าง เมื่อผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส ทำให้อัตราการเจริญของจุลินทรีย์และการเสื่อมเสีย เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ ลดลงอย่างมาก รวมทั้ง ปฏิกิริยาเคมีอื่น ๆ เนื่องจากเอนไซม์และออกซิเดชันด้วย นอกจากนี้การเกิดผลึกน้ำแข็งภายในผลิตภัณฑ์จะทำให้น้ำที่เหลือซึ่งมีผลต่อปฏิกิริยาที่ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียลดลง โดยทั่วไปมักแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า หลักสำคัญคือการเปลี่ยนสภาวะของน้ำที่เป็นของเหลวให้เป็นน้ำแข็งเพื่อไม่ให้น้ำสามารถทำปฏิกิริยาเคมี อย่างไรก็ตามการแช่แข็งที่อุณหภูมิต่ำเพียงใดก็ไม่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้หมด แต่สามารถลดและ ชะลอ ปริมาณจุลินทรีย์ลงได้ (ลักขณา, 2539)

1) คุณสมบัติของอาหารแช่แข็ง

ลักษณะที่สำคัญของการแช่แข็งอาหารคือ สมบัติของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะในด้านบทบาทของน้ำ และการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำระหว่างกระบวนการแช่แข็ง เนื่องจากลักษณะทาง เทอร์โมไดนามิกส์ เช่น การเปลี่ยนสถานะของน้ำ มีดังต่อไปนี้

ก. จุดเยือกแข็งลดต่ำลง (freezing-point depression) จุดเยือกแข็งของน้ำที่มีในอาหารจะลดต่ำลงซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญ ในอาหารต่าง ๆ มีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่สูงและมีตัวถูกละลายอยู่บ้าง ทำให้จุดเยือกแข็งที่เกิดขึ้นจริง ๆ หรือเริ่มแรกของอาหารลดต่ำลงกว่าน้ำบริสุทธิ์ ซึ่งจุดเยือกแข็งของน้ำที่ลดต่ำลง จะขึ้นอยู่กับน้ำหนักโมเลกุลและความเข้มข้นของตัวถูกทำละลายในอาหาร และในสารละลายที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ ในอาหารทั่วไปอาจประกอบด้วยตัวถูกทำละลายมากกว่า 1 ชนิด

ข. การเกิดผลึกน้ำแข็ง (ice crystal) คือ การก่อรูปของ วัฏภาคของแข็งที่มีการรวมตัว อย่างเป็นระเบียบ จากสารละลาย สารหลอมเหลว หรือไอ กระบวนการเกิดผลึกจะเกิดขึ้นได้ 2 ขั้นตอน คือ:

- การเกิดผลึก (crystal formation) หรือที่เรียกว่า นิวคลีเอชั่น (nucleation) เป็นจุดเริ่มต้นของการแช่แข็ง ซึ่งเป็นระยะที่โมเลกุลของน้ำรวมตัวกันอย่างเป็นระเบียบ มีขนาดเล็ก ๆ ที่พอจะคงรูปได้ และทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของผลึกในการขยายขนาดต่อไป

- การเติบโตของผลึก (crystal growth) เป็นช่วงที่เพิ่มขนาดของผลึกน้ำแข็งโดยการเพิ่มของโมเลกุลอย่างเป็นระเบียบ ขนาดของผลึกเมื่อสิ้นสุดกระบวนการแช่แข็ง มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งขนาดของผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้น จะขึ้นกับจำนวนของนิวเคลียสผลึกที่เกิดขึ้นด้วย และจากการเกิดนิวเคลียสผลึก จะขึ้นกับระดับการทำให้เย็นยิ่งยวด ดังนั้นขนาดของผลึกน้ำแข็งที่ได้จึงขึ้นกับอัตราการแช่แข็ง

ค. เวลาของการแช่แข็ง (freezing time) เวลาของการแช่แข็งหรืออัตราการแช่แข็ง เป็นปัจจัยที่สำคัญในการเลือกใช้ระบบแช่แข็ง เพื่อให้ได้คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม เวลาของการแช่แข็งจะเป็นตัวบ่งบอกความจุ (capacity) ของระบบด้วย และยังมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของอาหารแช่แข็ง ดังนั้นวิธีหาเวลาของการแช่แข็งจึงมีความสำคัญ เพื่อให้แน่ใจว่าได้คัดเลือกระบบแช่แข็งที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพตามต้องการ ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการแช่แข็ง คือ ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างผลิตภัณฑ์ และตัวกลางทำให้เย็น ลักษณะการถ่ายเทความร้อนจากผลิตภัณฑ์ หรือภายในผลิตภัณฑ์ ขนาด ชนิด และรูปร่างของภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ (สายสนม, 2540)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กมลวรรณ (2548) ศึกษาก๋วยเตี๋ยวแช่แข็งที่มีการเติมสตาร์ชดัดแปร ชนิดไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ช (hydroxypropyl starch) [National*frigex(NF),National*780148(N7)] ร้อยละ 4 และ 8 รวมกับไฮโดรคอลลอยด์ (แซนแทนกัมร้อยละ 0.02 และ0.04, คาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลสร้อยละ 0.05 และ 0.01) ลงในก๋วยเตี๋ยวเส้นจันทร์ที่ทำจากแป้งข้าวเหลือง การเติมสตาร์ชดัดแปรและไฮโดรคอลลอยด์ช่วยปรับปรุงคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวเส้นจันทร์แช่แข็งได้เล็กน้อย โดยการเติมคาร์บอกซิลเมทิลเซลลูโลสช่วยลดการตกผลึกใหม่ของน้ำแข็งทำให้เนื้อสัมผัสดีขึ้น ขณะที่แซนแทนกัมช่วยลดการคืนตัวของอะไมโลสทำให้มีความนุ่มน้อยลง ส่วนสตาร์ชดัดแปรชนิดไฮดรอกซีโพรพิลช่วยขัดขวางการรวมกลุ่มของสายโซ่สตาร์ชทำให้มีคุณภาพดีขึ้น และคงทนต่อการคืนรูปการแช่แข็งมากขึ้นและก๋วยเตี๋ยวเส้นจันทร์ทุกตัวอย่างภายหลังการแช่แข็งยังคงมีลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ อยู่ในระดับที่ชอบ

เบญจพร (2546) ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์พัฟเพสตรี้แช่แข็ง โดยใช้ ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลี พบว่าสามารถทดแทนได้ถึงร้อยละ 45 ของน้ำหนักแป้ง ได้สูตรที่เหมาะสม คือ แป้งผสม (แป้งสาลี : ฟลาวมันสำปะหลัง 55:45) ร้อยละ 42.8 น้ำ ร้อยละ 28.6 เพสตรี้มาการีน ร้อยละ 28.6 และเกลือร้อยละ 0.63 ตามลำดับ จากนั้นนำแป้งพัฟเพสตรี้ขนาด 6x9 ตารางนิ้ว ที่ผ่านกระบวนการรีดแล้วมาแช่แข็งที่อุณหภูมิ-18 องศาเซลเซียส จากการศึกษาวิธีการนำแป้งพัฟเพสตรี้แช่แข็งทำโดยนำมาตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเวลา 45 นาที ตัดแป้งพัฟเพสตรี้ขนาด 3x3 ใส่ไส้ไก่ อบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที เมื่อนำไปทดสอบผู้บริโภคจำนวน 150 คน พบว่า ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์พัฟเพสตรี้ไส้ไก่ก่อนทราบข้อมูลการทดแทนด้วย ฟลาวมันสำปะหลัง ร้อยละ 81 ที่ระดับคะแนน 6.4 และหลังจากทราบข้อมูลการยอมรับเพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 85 ที่ระดับคะแนน 6.9 ผู้บริโภคร้อยละ 65 ต้องการให้มีราคาเท่ากับท้องตลาด จากการนำแป้งพัฟเพสตรี้แช่แข็ง มาใช้ทดสอบผู้บริโภคแบบ home use test พบว่าผู้บริโภคและผู้ประกอบการทั้งหมดยอมรับผลิตภัณฑ์และจะซื้อแน่นอนถ้ามีผลิตภัณฑ์จำหน่ายในท้องตลาด จากการศึกษาอายุการเก็บแป้งพัฟเพสตรี้แช่แข็งระยะเวลา 3 เดือน พบว่ามีค่าความแข็ง 33.36 นิวตัน ปริมาตรการพองตัว 2.17 ลูกบาศก์เซนติเมตร/กรัม ค่าสี L* a* b* เท่ากับ 89.91, 3.39 และ 22.39 แป้งพัฟเพสตรี้แช่แข็งยังไม่มีกลิ่นหืน และผู้บริโภคให้การยอมรับที่ระดับชอบปานกลางในทุกลักษณะ แสดงว่าแป้งพัฟเพสตรี้แช่แข็งมีอายุการเก็บไม่น้อยกว่า 3 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อดิศักดิ์ และคณะ (2534) ศึกษาผลของแซนแทนกัม ในการปรับปรุงคุณภาพเค้กและคุกกี้ลดไขมันด้วยแป้งบุก พบว่าผลของแซนแทนกัมปริมาณร้อยละ 0.03,0.375 โดยน้ำหนักแป้ง ที่มีต่อคุณภาพของเค้กและคุกกี้ลดไขมันด้วยสารละลายแป้งบุกเข้มข้นร้อยละ 2 ซึ่งใช้อัตราส่วนของสารละลายแป้งบุกและเนยสดในส่วนผสมเค้กและคุกกี้เป็น 60:40 และ 30:70 โดยน้ำหนักแป้งตามลำดับ ปรากฏว่าการเพิ่มปริมาณ แซนแทนกัม มีผลทำให้เค้กและคุกกี้มีความหนืดของส่วนผสม ค่าแรงตัดขาด และความชื้นเพิ่มขึ้น โดยเค้กลดไขมันด้วยแป้งบุกที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.375 เมื่อประเมินผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่า จะมีลักษณะเนื้อชุ่มฉ่ำ และปริมาณรูอากาศไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ส่วนคุกกี้ที่เติมแซนแทนกัมมีค่าความกรอบไม่แตกต่างกันในทุกๆสูตร แต่มีอัตราการแผ่ตัวลดลง

Mandala และ Sotirakoglou (2005) ศึกษาผลของการเก็บรักษาด้วยการแช่แข็งและการละลายหลังการแช่แข็งโดยใช้ไมโครเวฟต่อคุณภาพของขนมปังสด โดยการเติม แซนแทนกัม และกัวกัม พบว่า การเติมแซนแทนกัมลงไปและให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟทำให้ขนมปังมีความหนืดเพิ่มขึ้นและมีความยืดหยุ่นตัวได้ดี

Mandala และคณะ (2008) ศึกษาผลทางกายภาพของขนมปังที่เก็บที่อุณหภูมิแช่แข็งเป็นเวลา 7 วัน โดยการเติมไฮโดรคอลลอยด์ 4 ชนิด คือ แซนแทนกัม HPMC กัวกัม และโลคัสบีนกัม พบว่า การเติมแซนแทนกัมและโลคัสบีนกัมทำให้โดมีความหนืดและปริมาตรจำเพาะเพิ่มขึ้น และสามารถช่วยลดการสูญเสียน้ำในระหว่างการอบได้ จึงทำให้ขนมปังมีความยืดหยุ่นและความนุ่มเพิ่มขึ้น

Manuel และคณะ (2007) ศึกษาผลของไฮโดรคอลลอยด์ ได้แก่ อัลจิเนท คาราจีแนน แพคติน HPMC โลคัสบีนกัม กัวกัม และแซนแทนกัม ต่อคุณภาพการยืดอายุของเค้กชั้น พบว่า ไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้มีผลต่อปริมาตรจำเพาะของเค้กชั้นทำให้เค้กชั้นมีปริมาตรจำเพาะเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเค้กสด และเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวมทำให้ผู้ทดสอบชิมยอมรับ และเมื่อเติมแซนแทนกัมลงไป สามารถช่วยทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาของเค้กชั้นได้ใกล้เคียงกับเค้กสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

- แป้งสาลีเอนกประสงค์ ตราฮกแดง ซื้อจากร้านเบเกอรี่ ตลาดสดมีนบุรี กทม.
- สตาร์ชดัดแปรชนิดไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ช (hydroxypropyl starch) (FT-999 502159) ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท Food Tech จำกัด เขตลาดพร้าว กทม.
- สารไฮโดรคอลลอยด์ ชนิด แซนแทนกัม (Xanthan gum) จากบริษัท ไทยฟูด แอนด์ เคมิคอล จำกัด
- ยีสต์ผง ตรา เฟอร์มิพัน (Fermipan)
- น้ำตาลทราย ยี่ห้อ มิตรผล
- ผงฟู ยี่ห้อ เบสท์ฟู้ด (Best foods)
- แอมโมเนีย (NH_3) สำหรับที่ใช้ทำขนม
- เบกกิ้งโซดา ($NaHCO_3$)
- เกลือป่น ยี่ห้อ ปรุงทิพย์
- น้ำมันปาล์ม ยี่ห้อ หยก
- น้ำเปล่าบริสุทธิ์

3.1.2 อุปกรณ์ในการเตรียมปาท่องโก๋

- เครื่องผสมไฟฟ้า ยี่ห้อ Kitchen Aid รุ่น K5SS
- เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Ohavs รุ่น Adventures Arc120 ประเทศ USA
- อ่างผสมสแตนเลส
- หม้อทอดน้ำมันท่วมไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิ อุณหภูมิที่วัดได้ 190 องศาเซลเซียส
- นาฬิกาจับเวลา
- ไม้คลึงแป้ง
- ที่ตัดแป้ง
- ไม้บรรทัด
- ถุงพลาสติก ชนิด High density poly ethylene (HDPE)

3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้เก็บรักษาปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง

- ตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ Ultra cold freezer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 เครื่องมือวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

- เครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ Minolta Cr-400 ประเทศ Japan
- เครื่องสกัดไขมัน แบบ Soxhlet ยี่ห้อ Buchi 810 ประเทศ Switzerland
- เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Metter Toledo AJ100 ประเทศ Switzerland
- ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ยี่ห้อ Memmert ประเทศ Germany
- เวอร์เนียคาร์ลิเปอร์ ยี่ห้อ Mitutoyo ประเทศ Japan

3.1.5 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- จานและแก้วน้ำพลาสติก
- แบบทดสอบ

3.2 สถานที่ดำเนินงาน

ห้องปฏิบัติการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 สูตรมาตรฐานของปาท่องโก๋

สูตรปาท่องโก๋ที่ใช้เป็นมาตรฐานในการทดลอง มีส่วนผสมแบ่งออกเป็น 2 ส่วน รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สูตรมาตรฐานปาท่องโก๋

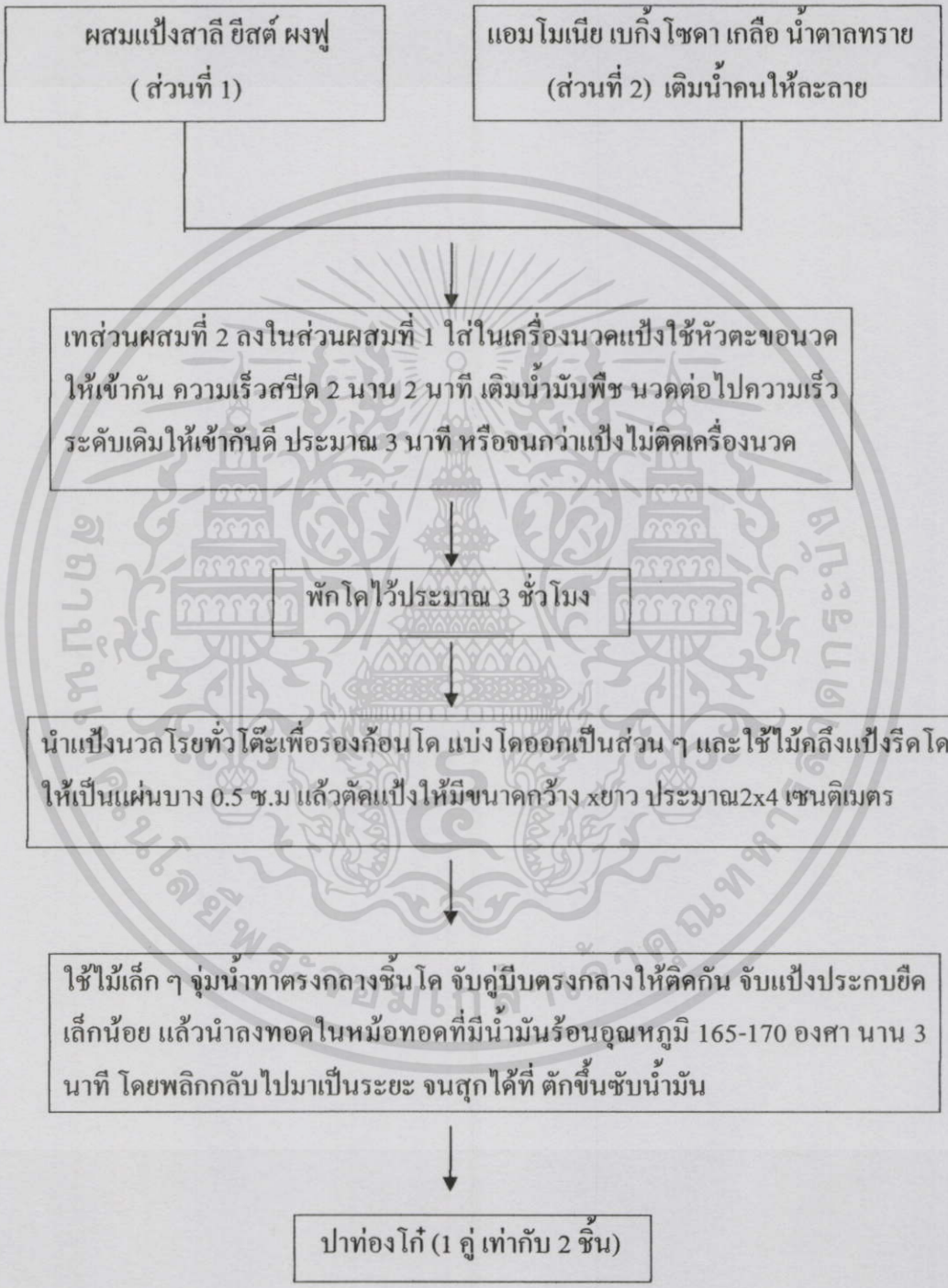
	ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)
ส่วนที่ 1	แป้งสาลีเอนกประสงค์	1000
	ยีสต์ผง	2.0
	ผงฟู	4.0
ส่วนที่ 2	น้ำเปล่า	600
	แอมโมเนีย	2.0
	เบกิ้งโซดา	1.0
	เกลือป่น	8.0
	น้ำตาลทราย	8.0
	น้ำมันพืช	64

ที่มา: ดัดแปลงจากการสัมภาษณ์คุณ สมหมาย จันทร์แก้ว ตลาดบางปะกอก กรุงเทพฯ (2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 วิธีการทำปาท่องโก๋

ปาท่องโก๋มีกรรมวิธีการผลิตเป็นขั้นตอนต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตปาท่องโก๋

ที่มา : ดัดแปลงจากการสัมภาษณ์คุณสมหมาย จันทร์แก้ว ตลาดบางปะกอก กรุงเทพฯ (2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ศึกษาปริมาณสตาร์ชดัดแปรที่เหมาะสมในการผลิตปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง

ใช้สตาร์ชดัดแปรชนิดไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ช ที่ระดับร้อยละ 0, 1, 1.5 และ 2 ของน้ำหนักแป้งสาลี เติมลงในสูตรมาตรฐานส่วนผสมปาท่องโก๋ส่วนที่ 1 ข้อ 3.3.1 และดำเนินการผลิตปาท่องโก๋ตามข้อ 3.2.2 แต่จะใช้เวลาในการทอดเพียง 1.5 นาที หรือ 80 เปอร์เซนต์ ของความสุก โดยดูจากสีของปาท่องโก๋ หลังจากนั้นนำปาท่องโก๋ไปแช่แข็ง ที่อุณหภูมิ -18องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน เมื่อครบเวลาจึงนำปาท่องโก๋ที่ผ่านการแช่แข็งมาตั้งทิ้งไว้ 2- 3 นาที ที่อุณหภูมิห้อง และทอดในน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 168±2 องศาเซลเซียส เวลา 30 วินาที แล้วนำมาทดสอบคุณภาพต่าง ๆ ดังนี้

1) คุณภาพทางกายภาพ

ก. วัดค่าสีที่ผิวด้านนอกของปาท่องโก๋ด้วยเครื่อง Minolta Cr-400, Japan

ข. วัดปริมาตรจำเพาะของปาท่องโก๋โดยวิธีการแทนที่ปริมาตรด้วย เมล็ดงาดำ (มอก, 373-2524)

2) คุณภาพทางเคมี

วิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในปาท่องโก๋ (ตามวิธี AOAC, 2000)

3) ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีทดสอบแบบให้คะแนน แบบ hedonic scale โดยให้คะแนน 7 ระดับ ใช้ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาปริญญาตรี คณะอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 20 คน

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ผลการทดลองข้อ 1 และข้อ 2 ด้วยแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) ส่วนการทดลองในข้อ 3 ด้วยแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.3.4 ศึกษาปริมาณแซนแทนกัมที่เหมาะสม เพื่อปรับปรุงคุณภาพของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง

คัดเลือกปริมาณสตาร์ชดัดแปรที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.3 เพื่อใช้เติมลงในส่วนผสมแป้งตามสูตรในตารางที่ 3.1และนำมาเติม แซนแทนกัม ที่ระดับร้อยละ 0.02, 0.04 และ 0.06 ของน้ำหนักแป้ง และดำเนินการทำปาท่องโก๋ตามกรรมวิธีข้อ 3.3.2 แต่จะใช้เวลาในการทอดเพียง 1.5 นาที หรือ 80 เปอร์เซนต์ ของความสุกโดยดูจากสีของปาท่องโก๋ จากนั้นนำไปแช่แข็ง ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน หลังจากนั้นนำไปอุ่นโดยการทอดในน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 168±2 องศาเซลเซียส เวลา 30 วินาที แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพเช่นเดียวกันกับข้อ 3.3.3 เพื่อคัดเลือกปริมาณแซนแทนกัมที่เหมาะสมต่อคุณภาพของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 ศึกษาผลระยะเวลาพักโดต่อคุณภาพของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูป

เตรียมส่วนผสมแป้งทำปาท่องโก๋ตามสูตรในข้อ 3.3.1 และใช้ปริมาณสตาร์ชดัดแปร และแซนแทนกัม ที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.3.3 และ 3.3.4 เติมลงในส่วนผสมแป้ง และนวดจนได้ที่ นำโดที่ได้มาตัดแบ่งเป็นก้อนเท่า ๆ กันน้ำหนักก้อนละ 300 กรัม มาคลึงให้เป็นก้อนกลม และตั้งพักไว้เป็นเวลา 2, 2.5, 3 และ 3.5 ชั่วโมง ตามลำดับ ศึกษาคุณภาพของโด เมื่อพักเป็นเวลาต่างกันและคุณภาพปาท่องโก๋ที่ได้ดังนี้

1) คุณภาพทางกายภาพ

ก. ปริมาตรการขึ้นตัวของโด วัดปริมาตรโดยการตัดก้อนโดชั่งน้ำหนักเท่า ๆ กัน คือ 300 กรัม คลึงให้เป็นก้อนกลม แล้ววางพักไว้ตามเวลาที่กำหนด เมื่อครบเวลาจึงวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ความสูง โดยใช้เวอร์เนียคาร์ลิเปอร์วัด (หน่วยเป็นเซนติเมตร)

ข. ลักษณะทางกายภาพของปาท่องโก๋หลังทอด เช่นลักษณะของโพรงอากาศภายในชิ้นปาท่องโก๋ โดยการถ่ายรูปเปรียบเทียบ

ค. วัดปริมาตรจำเพาะของปาท่องโก๋โดยวิธีการแทนที่ปริมาตรด้วยเมล็ดงาดำ (มอก, 373-2524)

2) คุณภาพทางเคมี

วิเคราะห์ปริมาณน้ำมันในปาท่องโก๋ (ตามวิธี AOAC, 2000)

วิเคราะห์ผลการทดลอง ด้วยแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) เพื่อคัดเลือกระยะเวลาการพักโดที่เหมาะสม

3.3.6 ศึกษาผลระยะเวลาในการทอดต่อคุณภาพของปาท่องโก๋ก่อนและหลังการแช่แข็ง

นำส่วนผสมแป้งปาท่องโก๋จากข้อ 3.3.4 และเวลาพักโดที่ดีจากข้อ 3.3.5 มาเตรียมโดและคลึงแป้งให้เป็นแผ่นหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร และตัดเป็นชิ้นขนาด 2x4 เซนติเมตร แล้วนำมาทอดในน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 168±2 องศาเซลเซียส โดยทอดเป็นเวลา 1.5, 2 และ 2.5 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำทดสอบคุณภาพทางกายภาพตามข้อ 3.3.3

หลังจากนั้นจึงนำไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน เมื่อผ่านการแช่แข็งจึงนำออกจากตู้แช่แข็งตั้งทิ้งไว้ 2-3 นาที ที่อุณหภูมิห้อง และนำมาอุ่นโดยการทอดซ้ำในน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 168±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20, 30, 40 วินาที ปาท่องโก๋ที่ได้นำมาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพตามข้อ 3.3.3 เพื่อนำมาเปรียบเทียบคุณภาพก่อนและหลังการแช่แข็งปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูป และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสตามข้อ 3.3.3 คัดเลือกเวลาทอดที่เหมาะสมต่อคุณภาพของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.3.7 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งในระหว่างการเก็บรักษา

ทำการผลิตปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปโดยใช้ส่วนผสมแป้งปาท่องโก๋จากข้อ 3.3.3, 3.3.4 ระยะเลาในการพักโดที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.5 และเวลาในการทอดก่อนการแช่แข็งที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.6 ที่คัดเลือกได้ เพื่อนำมาศึกษาผลของการเก็บรักษาในสภาวะแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15, 30, 45 และ 60 วัน โดยใส่ภาชนะบรรจุที่เป็นถาดสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาว ขนาด กว้าง x ยาว x สูง 3.5x8x2.5 นิ้ว บรรจุถุงพลาสติกชนิด HDPE ปิดปากถุงให้สนิท เมื่อครบเวลาเก็บรักษานำปาท่องโก๋ที่ผ่านการแช่แข็งมาตั้งทิ้งไว้ 2- 3 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำปาท่องโก๋มาทอดซ้ำตามเวลาที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.3.6 ปาท่องโก๋ที่ได้นำมาศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีตามข้อ 3.3.3 โดยนำมาเปรียบเทียบกับปาท่องโก๋สูตรควบคุม ซึ่งเป็นปาท่องโก๋ที่ใช้สูตรส่วนผสมและขั้นตอนการผลิตเช่นเดียวกันกับในข้อ 3.3.7 แต่ทำการเก็บรักษาไว้ในสภาวะแช่แข็ง (-18 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 2 วันเท่านั้น

สำหรับการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะใช้แบบทดสอบหาความแตกต่างของปาท่องโก๋โดยใช้วิธีทดสอบแบบ Triangle test ผู้ทดสอบเป็นนักศึกษาปริญญาตรี คณะอุตสาหกรรมเกษตร วิเคราะห์ผลการทดลองโดยเปิดตาราง Triangle test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

105558

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาปริมาณสตาร์ชดัดแปรที่เหมาะสมในการผลิตปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง

จากการใช้สตาร์ชดัดแปรที่ระดับร้อยละ 0, 1, 1.5, และ 2 ของน้ำหนักแป้งสาลี แล้วนำปาท่องโก๋ที่ได้ไปแช่แข็งเป็นเวลา 2 วัน เมื่อครบเวลาจึงนำปาท่องโก๋ที่ผ่านการแช่แข็งมาตั้งทิ้งไว้ 2- 3 นาทีที่อุณหภูมิห้อง และนำมาทอดซ้ำในน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 168±2 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาที ได้ผลของ ค่าสี ปริมาตรจำเพาะ การดูดซับน้ำมัน และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านต่าง ๆ ของปาท่องโก๋ แสดงดังตารางที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ค่าสีที่ผิวด้านนอกของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่เติมสตาร์ดัดแปรที่ระดับต่างๆ

ปริมาณสตาร์ชดัดแปร (ร้อยละ)	L	△L	a	△a	b	△b
0	57.96±0.77^{c}	-	6.46±0.51^{a}	-	26.33±0.98^{a}	-
1	61.11±1.68^{b}	3.15	5.54±0.69^{b}	0.98	25.33±0.54^{b}	1.00
1.5	61.50±0.98^{b}	3.54	4.97±0.25^{c}	1.49	24.72±0.54^{c}	1.61
2	64.08±1.37^{a}	6.12	3.99±0.07^{d}	2.47	19.44±0.39^{d}	6.89

หมายเหตุ: ตัวเลขที่มีอักษร a, b, c...กำกับในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.1 พบว่าปาท่องโก๋ที่เติมสตาร์ชดัดแปรลงในสูตรที่ระดับต่าง ๆ กันจะมีผลทำให้สีที่ผิวด้านนอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยพบว่าค่า L ซึ่งเป็นค่าความสว่าง จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปริมาณสตาร์ชดัดแปรเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการเติมสตาร์ชดัดแปรมากขึ้นทำให้ส่วนผสมมีปริมาณโปรตีนลดลง ส่งผลให้ความเหนียวของก้อนโดลดลงตามไปด้วยรวมถึงยังส่งผลทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลหรือปฏิกิริยาเมลลาร์ดน้อยลง ปาท่องโก๋จึงมีสีซีดลง สตาร์ชดัดแปรเมื่อนำมาผสมและผ่านกระบวนการผลิตจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความขาวมากกว่าการใช้แป้งสาลีอย่างเดียว เพราะในการผลิตสตาร์ชดัดแปรมีการเติมสารเคมีลงไปทำให้แป้งที่ได้มีสีขาวสว่างใส (กล้าณรงค์ และ เกื้อกูล, 2546) ดังนั้นเมื่อเติมสตาร์ชดัดแปรผสมกับแป้งสาลีในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้มีค่าความสว่างหรือความขาวเพิ่มขึ้น ส่วนค่า a ที่ให้ค่าสีแดงเมื่อเติมสตาร์ช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดัดแปรในปริมาณเพิ่มขึ้นพบว่าสีแดงจะลดลง ส่วนตัวอย่างที่เติมสตาร์ชดัดแปรถึงร้อยละ 2 ซึ่งเป็นปริมาณสูงสุดที่ใช้พบว่าปาท่องโก๋มีสีแดงน้อยลงมาก เนื่องจากตัวอย่างมีค่าความสว่างมากเกินไปจึงทำให้มองเห็นสีแดงได้ไม่ชัดเจน และ ค่า b ที่แสดงความมีสีเหลืองของปาท่องโก๋ก็มีแนวโน้มไปในทำนองเดียวกันกับค่า a เป็นผลให้ปาท่องโก๋ที่เติมสตาร์ชดัดแปรร้อยละ 2 มีสีเหลืองซีดกว่าการใช้สตาร์ชดัดแปรที่ระดับอื่น ๆ

ตารางที่ 4.2 ค่าปริมาตรจำเพาะและค่าการดูดซับน้ำมันของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่เติมสตาร์ชดัดแปรที่ระดับต่าง ๆ

ปริมาณสตาร์ชดัดแปร (ร้อยละ)	ค่าปริมาตรจำเพาะ (ลูกบาศก์เซนติเมตร / กรัม)	ปริมาตรจำเพาะลดลง (%)	ค่าดูดซับน้ำมัน (กรัม/ตัวอย่าง100 กรัม)	การดูดซับน้ำมันลดลง (%)
0	2.37±0.14[a]	-	25.06±1.81[a]	-
1	2.30±0.33[a]	2.95	24.93±1.11[a]	0.52
1.5	1.63±0.49[b]	31.22	22.18±1.83[b]	11.49
2	1.28±0.10[c]	45.99	23.90±2.08[ab]	4.63

หมายเหตุ :ตัวเลขที่มีอักษร a, b, c... กำกับในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 พบว่าการเติมสตาร์ชดัดแปรผสมกับแป้งสาลีร้อยละ 1, 1.5, และ 2 ในผลิตภัณฑ์ปาท่องโก๋มีผลทำให้ปริมาตรจำเพาะ และค่าการดูดซับน้ำมันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยเมื่อปริมาณสตาร์ชดัดแปรเพิ่มขึ้นปริมาตรจำเพาะจะมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากการเติมสตาร์ชดัดแปรทำให้โดมีความเหนียวลดลง และมีความยืดหยุ่นน้อยทำให้กำลังในการอุ้มก๊าซของก้อนโดลดน้อยลง เป็นผลให้ปาท่องโก๋ที่ใช้สตาร์ชดัดแปรผสมลงในแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 1, 1.5 และ 2 มีปริมาตรจำเพาะลดลงไปร้อยละ 2.95, 31.22 และ 45.99 ส่วนค่าการดูดซับน้ำมันของปาท่องโก๋ที่เติมสตาร์ชดัดแปรผสมลงในแป้งสาลีเพิ่มขึ้น มีผลทำให้การดูดซับน้ำมันมีแนวโน้มลดลงเป็นร้อยละ 0.52, 11.49 และ 4.63 ตามลำดับ เป็นผลเนื่องจากสตาร์ชดัดแปรที่ใช้เป็นชนิดไฮดรอกซีโพรพิลสตาร์ช (hydroxypropyl starch) ซึ่งมีสมบัติชอบน้ำ จึงเก็บกักน้ำไว้ในโครงสร้างของโดได้ดี (Tuschhoff, 1986) ทำให้ในระหว่างการทอดโดให้สุกมีการสูญเสียน้ำออกมาจากโครงสร้างเกิดขึ้นน้อยกว่า และขณะเดียวกันยังทำให้น้ำมันเข้าไปแทนที่ในโครงสร้างของโดได้น้อยลง ส่งผลให้ปาท่องโก๋ที่ได้มีการดูดซับน้ำมันลดลง แต่เมื่อใช้สตาร์ชดัดแปรเพิ่มขึ้นคือ ร้อยละ 2 มีผลทำให้ปริมาตรจำเพาะลดลงไปถึงร้อยละ 45.99 และปาท่องโก๋ดูดซับน้ำมันลดลงไปเพียง ร้อยละ 4.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ค่าคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านต่างๆ ต่อปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่เติมสตาร์ชดัดแปรที่ระดับต่าง ๆ

ปริมาณสตาร์ชดัดแปร (ร้อยละ)	คะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ^{ns}	สี^{ns}	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
0	4.60±1.39	4.87±1.22	4.42±1.08^{ab}	4.02±1.27^{b}	4.27±1.28^{b}	4.40±1.08^{b}
1	4.55±1.15	5.10±0.84	4.02±0.99^{b}	4.25±1.25^{b}	4.25±1.05^{b}	4.40±1.00^{b}
1.5	4.62±1.12	4.97±1.02	4.87±1.04^{a}	4.80±1.01^{a}	4.82±1.05^{a}	4.67±1.07^{ab}
2	4.82±0.95	5.17±1.03	4.87±1.20^{a}	4.82±0.84^{a}	4.87±1.01^{a}	4.85±0.83^{a}

หมายเหตุ :ตัวเลขที่มีอักษร a, b, c...กำกับในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
อักษร ns แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านต่าง ๆ ของปาท่องโก๋เมื่อเติมสตาร์ชดัดแปรที่ระดับร้อยละ 0, 1, 1.5 และ 2 พบว่าสมบัติด้าน ลักษณะปรากฏ และสี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนสมบัติด้าน กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และ ความชอบรวม จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยปาท่องโก๋ จะมีคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมเพิ่มมากขึ้นเมื่อสตาร์ชดัดแปรปริมาณมากขึ้น ทั้งนี้เพราะสตาร์ชดัดแปรทนต่อการแช่แข็งทำให้เนื้อสัมผัสดีขึ้นเมื่อเติมสตาร์ชดัดแปรเพิ่มขึ้น และช่วยทำให้ปาท่องโก๋มีความสามารถในการดูดซับน้ำมันน้อยลง จึงมีผลต่อกลิ่นและรสชาติ ทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบเพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ด้าน โดยจะมีคะแนนอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยในตัวอย่างที่เติมสตาร์ชดัดแปรที่ร้อยละ 1.5 และ 2

จากการวิเคราะห์ผลทางกายภาพ ทางเคมี และ การทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าการใช้สตาร์ชดัดแปรเติมลงในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ปาท่องโก๋ สามารถใช้ได้ถึงที่ระดับร้อยละ 1.5 ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสม เนื่องจากช่วยให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีการดูดซับน้ำมันลดลง ขณะที่ปริมาตรจำเพาะลดลงไม่มากนัก

4.2 ผลการศึกษาปริมาณแซนแทนกัมที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง

จากการเตรียมส่วนผสมปาท่องโก๋โดยเติมสตาร์ชดัดแปร ที่ระดับร้อยละ 1.5 ของน้ำหนักแป้ง และเติมแซนแทนกัม ที่ระดับร้อยละ0.02, 0.04, และ0.06 ของน้ำหนักแป้งเพื่อทำการผลิตปาท่องโก๋ตามขั้นตอนในภาพที่ 3.1 แล้วนำปาท่องโก๋ที่ได้ไปแช่แข็งเป็นเวลา 2 วัน เมื่อครบเวลาจึงนำปาท่องโก๋

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ผ่านการแช่แข็งมาตั้งทิ้งไว้ 2- 3 นาที ที่อุณหภูมิห้อง และทำการทอดซ้ำในน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 168±2 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาทีได้ผลของ ค่าสี ปริมาตรจำเพาะ การดูดซับน้ำมัน และทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสในด้านต่าง ๆ ของปาท่องโก๋ แสดงดังตารางที่ 4.4, 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 ค่าสีที่ผิวด้านนอกของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่เติมแซนแทนกัมที่ระดับต่าง ๆ

ปริมาณแซนแทนกัม (ร้อยละ)	L	△L	a	△a	b	△b
0.02	65.04±0.65^{a}	-	4.39±0.38^{d}	-	23.49±2.77^{a}	-
0.04	62.22±3.78^{b}	2.82	4.43±0.44^{b}	0.04	27.03±0.94^{b}	3.54
0.06	60.56±0.53^{c}	4.48	5.41±1.10^{a}	1.02	28.19±1.43^{b}	4.70

หมายเหตุ :ตัวเลขที่มีอักษร a, b, c...กำกับในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 พบว่าการเติมแซนแทนกัมที่ระดับร้อยละ 0.02, 0.04 และ 0.06 ในส่วนผสมของแป้งปาท่องโก๋มีผลทำให้สีที่ผิวด้านนอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยปาท่องโก๋มีค่า L ซึ่งเป็นค่าความสว่างลดลงเมื่อเติมแซนแทนกัมเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.02 ไปเป็น 0.04 และ 0.06 มีผลทำให้ปาท่องโก๋มีสีเข้มหรือสีคล้ำมากขึ้นจากค่า L ลดลงไป 2.82 และ 4.48 หน่วยตามลำดับ ส่วนค่า a ให้ค่าสีแดง พบว่าตัวอย่างที่มีปริมาณแซนแทนกัมเพิ่มขึ้นจะมีค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น ซึ่งจะสอดคล้องกับค่า L ที่ลดลง และค่า b ให้ค่าสีเหลืองจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณแซนแทนกัมเพิ่มมากขึ้น ซึ่งตัวอย่างทั้ง 3 ที่เติมแซนแทนกัมลงไปในปริมาณต่างกันนั้น เมื่อทอดที่อุณหภูมิและเวลาเท่ากัน ระดับความเข้มของสีคือสีเหลืองก็จะเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งเป็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกันกับค่า L และค่า a

ตารางที่ 4.5 ค่าปริมาตรจำเพาะและค่าดูดซับน้ำมันของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่เติมแซนแทนกัมที่ระดับต่าง ๆ

ปริมาณแซนแทนกัม (ร้อยละ)	ค่าปริมาตรจำเพาะ (ลูกบาศก์เซนติเมตร / กรัม)	ปริมาตรจำเพาะลดลง (%)	ค่าดูดซับน้ำมัน (กรัม/ตัวอย่าง 100กรัม)	การดูดซับน้ำมันลดลง (%)
0.02	2.25±0.39^{a}	-	16.19±0.40^{a}	-
0.04	1.85±0.36^{b}	17.78	15.73±0.23^{b}	2.84
0.06	1.83±0.52^{b}	18.67	14.09±0.12^{c}	7.10

หมายเหตุ :ตัวเลขที่มีอักษร a, b, c...กำกับในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.5 พบว่าการเติมแซนแทนกัมเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้ปริมาตรจำเพาะและค่าการดูดซับน้ำมันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เนื่องจากการเติมแซนแทนกัมในส่วนผสมของแป้ง มีผลทำให้โดที่ผสมได้มีความหนืดเพิ่มขึ้น และเมื่อได้รับความร้อนจากการทอดในน้ำมันท่วม ปาท่องโก๋จึงมีความแน่นเนื้อเพิ่มมากขึ้นและเป็นผลให้ทนต่อการแช่แข็งได้ดี นอกไปจากนี้ยังส่งผลให้ปริมาตรจำเพาะลดลงเมื่อเติมแซนแทนกัมในปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ส่วนค่าการดูดซับน้ำมัน พบว่าเมื่อเติมแซนแทนกัมเพิ่มมากขึ้น ปาท่องโก๋มีค่าการดูดซับน้ำมันลดลง ตามลำดับ เพราะแซนแทนกัม และสตาร์ชดัดแปรมีความสามารถอุ้มน้ำได้ดี (Tuschhoff, 1986 อ้างใน กมลวรรณ, 2548) น้ำมันแซกซึมเข้าไปอยู่ในผลิตภัณฑ์ได้น้อยลง หรือทำให้การดูดซับน้ำมันลดลง เมื่อเติมแซนแทนกัมในปริมาณที่มากขึ้น

ตารางที่ 4.6 ค่าคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านต่าง ๆ ของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่เติมแซนแทนกัมที่ระดับต่าง ๆ

ปริมาณแซนแทนกัม (ร้อยละ)	คะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ^{ns}	สี^{ns}	กลิ่น^{ns}	รสชาติ^{ns}	เนื้อสัมผัส^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
0.02	5.17±0.95	5.25±0.98	4.97±1.12	4.70±1.06	4.72±1.15	4.75±1.00
0.04	5.15±1.12	5.22±1.09	4.97±0.93	5.07±0.99	5.05±1.08	5.07±1.04
0.06	5.10±0.98	5.30±0.99	5.05±1.08	4.87±1.22	4.87±1.09	5.05±1.01

หมายเหตุ : อักษร ns แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ ของปาท่องโก๋ที่เติมแซนแทนกัมที่ระดับร้อยละ 0.02, 0.04 และ 0.06 พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของสมบัติทางด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยสมบัติด้านลักษณะปรากฏ และสี ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง ส่วนสมบัติด้านกลิ่น ผู้ทดสอบจะให้คะแนนความชอบตัวอย่างที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.06 ในระดับชอบปานกลาง ส่วนตัวอย่างที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.02 และ 0.04 นั้นจะอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย และสมบัติด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ตัวอย่างที่เติมแซนแทนกัมที่ร้อยละ 0.04 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง ส่วนตัวอย่างที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.02 และ 0.06 จะมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย

จากการวิเคราะห์ผลทางกายภาพ ผลทางเคมี และ ผลทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าสามารถใช้แซนแทนกัมเติมลงในส่วนผสมของแป้งทำปาท่องโก๋ได้ที่ระดับร้อยละ 0.04 ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะ เนื่องจากปาท่องโก๋มีปริมาตรจำเพาะและการดูดซับน้ำมันลดลงในระดับหนึ่ง แต่เมื่อนำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค พบว่า คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสอยู่ในระดับคะแนนที่ดี และผู้ทดสอบยอมรับในทุกด้าน

4.3 ผลการศึกษาระยะเวลาพักโดต่อคุณภาพของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูป

เตรียมส่วนผสมปาท่องโก๋โดยเติมสตาร์ชดัดแปรร้อยละ 1.5 และแซนแทนกัมร้อยละ 0.04 ของน้ำหนักแป้ง เพื่อทำการผลิตปาท่องโก๋ตามขั้นตอนในภาพที่ 3.1 ใช้ระยะเวลาการพักโดที่แตกต่างกันคือ 2, 2.5, 3, และ 3.5 ชั่วโมง มีผลทำให้ปริมาตรการขึ้นตัวของโด การดูดซับน้ำมัน และปริมาตรจำเพาะของปาท่องโก๋หลังทอดมีค่าแตกต่างกันไป แสดงผลดังตารางที่ 4.7 ภาพที่ 4.1 และตารางที่ 4.8 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 ค่าปริมาตรการขึ้นตัวของโดภายหลังการพักโดที่ระยะเวลาแตกต่างกัน

ระยะเวลาพักโด (ชั่วโมง)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	ความสูง (เซนติเมตร)	ปริมาตรของโด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	ปริมาตรเพิ่มขึ้น (%)
2	9.56±0.51^{d}	3.94±0.51^{d}	94.31	-
2.5	9.75±0.52^{c}	4.05±0.52^{c}	100.83	6.91
3	12.98±0.63^{b}	4.42±0.63^{b}	195.03	106.79
3.5	13.11±0.57^{a}	4.96±0.96^{a}	223.61	137.10

หมายเหตุ :ตัวเลขที่มีอักษร a, b, c...กำกับในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.7 พบว่าการพักโดที่ระยะเวลา 2, 2.5, 3, และ 3.5 ชั่วโมง มีผลทำให้โดมีปริมาตร การขึ้นตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 กล่าวคือเมื่อระยะเวลาพักโดเพิ่มขึ้นจะมีผลให้โดมีปริมาตรเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ โดยโดที่พักไว้เป็นระยะเวลา 2 และ 2.5 ชั่วโมง จะมีปริมาตรเพิ่มมากขึ้นเพียงร้อยละ 6.91 เท่านั้น แต่เมื่อใช้เวลาพักโดเพิ่มขึ้นเป็น 3 ชั่วโมง พบว่าโดมีปริมาตรเพิ่มมากขึ้นจากที่พักโด 2 ชั่วโมง ถึงร้อยละ 106.79 และเมื่อพักโดไว้นานถึง 3.5 ชั่วโมง ยิ่งจะได้ปริมาตรของโดเพิ่มขึ้นจากที่พักโดไว้ 2 ชั่วโมง ถึงร้อยละ 137.10 แสดงว่าเมื่อตั้งโดพักไว้เป็นระยะเวลานานขึ้นยีสต์มีการเจริญเติบโตมากขึ้น จึงสามารถสร้างก๊าซเกิดได้มากขึ้นเรื่อย ๆ ในโครงสร้างของโดปริมาตรของโดจึงมีขนาดใหญ่ขึ้นตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.1 ลักษณะโพรงอากาศภายในของชิ้นปาท่องโก๋ที่พักโดไว้เป็นเวลาต่างกัน

จากภาพที่ 4.1 พบว่าระยะเวลาในการพักโดที่ 2, 2.5, 3, และ 3.5 ชั่วโมง มีผลต่อลักษณะเนื้อของปาท่องโก๋ดังนี้คือ ปาท่องโก๋ที่ได้จากตัวอย่างโดที่พักไว้ 2 ชั่วโมง มีลักษณะเนื้อที่มองเห็นเป็นโพรงอากาศขนาดเล็ก ๆ ที่มีลักษณะเป็นรูพรุนเบียดชิดกันค่อนข้างแน่น สำหรับโดที่พักไว้ 2.5 ชั่วโมงจะให้ปาท่องโก๋ที่มีลักษณะโพรงอากาศใกล้เคียงกับโดที่พักไว้ 2 ชั่วโมงคือมีรูพรุนขนาดเล็ก ๆ ใกล้เคียงกัน ส่วนโดที่พักไว้ 3 และ 3.5 ชั่วโมง จะให้ลักษณะเนื้อของปาท่องโก๋ที่มีโพรงอากาศขนาดใหญ่จำนวนมากเกิดขึ้นและกระจายตัวอยู่โดยทั่ว ๆ กัน เป็นผลให้เมื่อทอดในน้ำมันท่วมจึงมีปริมาตรเพิ่มมากขึ้น จึงได้ปาท่องโก๋ที่มีขนาดใหญ่กว่าโดที่พักไว้ 2 และ 2.5 ชั่วโมง เนื่องมาจากยีสต์ทำงานได้เต็มที่ ซึ่งสัมพันธ์กับการขึ้นตัวของโดที่มีปริมาตรเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.8 ค่าปริมาตรจำเพาะและการดูดซับน้ำมันของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่พักโดไว้ที่ระยะเวลาแตกต่างกัน

ระยะเวลาพักโด (ชั่วโมง)	ค่าปริมาตรจำเพาะ (ลูกบาศก์เซนติเมตร / กรัม)	ปริมาตรจำเพาะเพิ่มขึ้น (%)	ค่าดูดซับน้ำมัน (กรัม/ตัวอย่าง100 กรัม)	การดูดซับน้ำมันลดลง (%)
2	2.05±0.33 ^{b}	-	15.04±0.34 ^{a}	-
2.5	2.04±0.21 ^{b}	0.49	14.64±0.17 ^{b}	2.66
3	2.29±0.11 ^{a}	11.71	12.10±0.25 ^{d}	19.55
3.5	2.10±0.13 ^{ab}	2.44	13.78±0.11 ^{c}	8.38

หมายเหตุ :ตัวเลขที่มีอักษร a, b, c...กำกับในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.8 พบว่าผลของการใช้ระยะเวลาพักโดที่นานเพิ่มขึ้น ส่งผลให้โดที่ได้มีปริมาตรจำเพาะเพิ่มขึ้นเมื่อใช้เวลาพักโดตั้งแต่ 2.5 ชั่วโมง เป็นต้นไป คือ เมื่อใช้เวลาพักโด 3 ชั่วโมง ทำให้ปริมาตรจำเพาะของปาท่องโก๋ เพิ่มขึ้นมาก ถึงร้อยละ 11.71 ของปริมาตรจำเพาะที่ 2 ชั่วโมง แต่เมื่อใช้เวลาพักโดเป็น 3.5 ชั่วโมง กลับทำให้ปริมาตรจำเพาะของปาท่องโก๋ที่ได้ลดน้อยลง ทั้งนี้เพราะโพรงอากาศขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นในระหว่างการพักโดเป็นเวลานานขึ้นมีผลทำให้โครงสร้างร่างแหของโดมีความแข็งแรงลดน้อยลง เพราะโดขยายตัวได้มากและเก็บก๊าซไว้เยอะ เมื่อได้รับความร้อนในระหว่างการทอดในน้ำมันท่วมจนเนื้อแป้งสุกคงตัวจึงทำให้ปริมาตรลดลง

สำหรับค่าการดูดซับน้ำมันของปาท่องโก๋ที่ได้จากการใช้ระยะเวลาพักโดเพิ่มขึ้น พบว่าเมื่อระยะเวลาพักโดนานขึ้นมีผลทำให้ปาท่องโก๋มีค่าการดูดซับน้ำมันแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยปาท่องโก๋ที่ได้จากโดที่พักเป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง จะมีค่าการดูดซับน้ำมันน้อยลงถึงร้อยละ 19.55 สำหรับปาท่องโก๋ที่ใช้ระยะเวลาพักโดที่ 3.5 ชั่วโมงพบว่าค่าการดูดซับน้ำมันเพิ่มขึ้นเนื่องจากการพักโดนานเกินไปทำให้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดสะสมมากขึ้นในโครงสร้างของโด ทำให้โดมีความแข็งแรงลดลงและเกิดการยุบตัวเกิดขึ้นซึ่งจะสอดคล้องกับปริมาตรจำเพาะที่มีค่าลดลง

ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากผลของ ค่าปริมาตรการขึ้นตัวของโดภายหลังการพักโด ปริมาตรจำเพาะ และค่าการดูดซับน้ำมัน พบว่าในการทำปาท่องโก๋ควรพิจารณาใช้ระยะเวลาการพักโดที่ระดับ 3 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาที่เหมาะสม เนื่องจากมีการดูดซับน้ำมันได้น้อยที่สุด ขณะเดียวกันปริมาตรจำเพาะเพิ่มขึ้นมาก

4.4 ผลการศึกษาระยะเวลาในการทอดต่อคุณภาพของปาท่องโก๋ก่อนและหลังการแช่แข็ง

เตรียมส่วนผสมปาท่องโก๋โดยเติมสตาร์ชดัดแปรร้อยละ 1.5 และแซนแทนกัมร้อยละ 0.04 ของน้ำหนักแป้ง เพื่อทำการผลิตปาท่องโก๋ตามขั้นตอนในภาพที่ 3.1 ใช้ระยะเวลาการพักโด 3 ชั่วโมง และใช้ระยะเวลาทอดโดต่างกันมีผลต่อสีของปาท่องโก๋ก่อนนำไปแช่แข็ง รวมถึงการใช้ระยะเวลาแตกต่างกันในการทอดซ้ำปาท่องโก๋แช่แข็งที่เก็บรักษาไว้มีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายที่แตกต่างกันดังนี้

4.4.1 ผลของการใช้ระยะเวลาในการทอดโด 1.5, 2 และ 2.5 นาที ของปาท่องโก๋ก่อนการแช่แข็ง แสดงผลดังตารางที่ 4.9 และ 4.10 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ค่าสีที่ผิวด้านนอกของปาท่องโก๋ที่ทอดในระยะเวลาที่แตกต่างกันก่อนการแช่แข็ง

ระยะเวลาทอด (นาที)	L	△L	a	△a	b	△b
1.5	72.88±0.44[a]	-	2.60±0.08[c]	-	27.28±0.18[c]	-
2	69.59±0.14[b]	3.29	3.84±0.04[b]	1.24	27.71±0.40[b]	0.43
2.5	68.35±0.10[c]	4.53	4.71±0.02[a]	2.11	27.92±0.51[a]	0.64

หมายเหตุ :ตัวเลขที่มีอักษร a, b, c...กำกับในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.9 พบว่าโดที่ใช้ระยะเวลาทอดที่แตกต่างกัน คือ 1.5, 2, และ 2.5 นาที ส่งผลให้ปาท่องโก๋ที่ได้มีสีที่ผิวด้านนอกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยปาท่องโก๋ที่ใช้ระยะเวลาการทอดนานขึ้น จะมีค่าความสว่างหรือความขาวลดลงตามลำดับส่งผลให้ ปาท่องโก๋มีความเข้มหรือสีคล้ำเพิ่มขึ้น สำหรับค่า a และ b ที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อใช้ระยะเวลาทอดนานขึ้น ทำให้ผิวด้านนอกของปาท่องโก๋มีสีเหลืองอมแดงหรือเหลืองทองชัดเจนตามลำดับ

ตารางที่ 4.10 ค่าปริมาตรจำเพาะของปาท่องโก๋ที่ทอดในระยะเวลาที่แตกต่างกันก่อนการแช่แข็ง

ระยะเวลาทอด (นาที)	ค่าปริมาตรจำเพาะ (ลูกบาศก์เซนติเมตร / กรัม)	ปริมาตรจำเพาะเพิ่มขึ้น (%)
1.5	1.52±0.22[b]	-
2	1.68±0.19[b]	10.52
2.5	1.97±0.38[a]	29.60

หมายเหตุ :ตัวเลขที่มีอักษร a, b, c...กำกับในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.10 พบว่าโดที่ใช้ระยะเวลาในการทอดแตกต่างกันที่ 1.5, 2 และ 2.5 นาที มีผลต่อค่าปริมาตรจำเพาะของปาท่องโก๋ คือ เมื่อใช้เวลาในการทอดเพิ่มมากขึ้นปาท่องโก๋จะมีปริมาตรจำเพาะเพิ่มขึ้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยเมื่อใช้ระยะเวลาการทอดนานขึ้นส่งผลให้ปาท่องโก๋มีปริมาตรเพิ่มขึ้นหรือตัวใหญ่ขึ้นตามลำดับ และเมื่อใช้เวลาทอดนาน 2.5 นาที จะได้ปาท่องโก๋ที่มีปริมาตรจำเพาะสูงถึง 1.97 ลูกบาศก์เซนติเมตร / กรัม

จากผลการวัดค่าสี และปริมาตรจำเพาะของปาท่องโก๋ที่ใช้ระยะเวลาในการทอดที่แตกต่างกัน คือ 1.5, 2 และ 2.5 นาที ก่อนการแช่แข็ง พบว่าระยะเวลาในการทอดที่เหมาะสมคือ ระยะเวลาทอด 2.5 นาที เนื่องจากทำให้ได้ปาท่องโก๋ที่มีสีเข้มและมีปริมาตรจำเพาะมากที่สุด แล้วจึงนำไปใช้ในทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลของการทอดซ้ำปาท่องโก๋ภายหลังการแช่แข็งเป็นระยะเวลา 20, 30 และ 40 วินาที ต่อค่าสีค่าปริมาตรจำเพาะและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของปาท่องโก๋ แสดงผลดังตารางที่ 4.11, 4.12 และ 4.13 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 ค่าสีที่ผิวด้านนอกของปาท่องโก๋ที่ทอดซ้ำในระยะเวลาที่ต่างกันหลังการแช่แข็ง

ระยะเวลาทอดซ้ำ (วินาที)	L	△L	a^{ns}	△a	b	△b
20	66.62±0.81^{a}	-	6.74±12.62	-	22.83±0.44^{c}	-
30	61.14±1.84^{b}	5.48	7.05±0.30	0.31	23.99±0.86^{b}	1.16
40	58.66±1.80^{c}	7.96	6.66±0.23	0.08	27.70±0.53^{a}	4.87

หมายเหตุ :ตัวเลขที่มีอักษร a, b, c...กำกับในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
อักษร ns แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 4.11 พบว่าปาท่องโก๋ที่ใช้ระยะเวลาการทอดซ้ำที่แตกต่างกัน คือ 20, 30 และ 40 วินาที มีผลทำให้สีที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยเมื่อระยะเวลาในการทอดนานขึ้นทำให้ค่าความสว่างหรือความขาว L มีค่าลดลงปาท่องโก๋จะมีสีเข้มหรือสีคล้ำเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันค่าสีเหลือง b ของปาท่องโก๋จะเพิ่มมากขึ้นจาก 22.83 ไปเป็น 27.70 ที่ทำให้สีของปาท่องโก๋แช่แข็งซีดลงในช่วงของการเก็บรักษากลับมาเป็นสีเหลืองเข้มแกมแดงที่มีค่า a เปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ตารางที่ 4.12 ค่าปริมาตรจำเพาะของปาท่องโก๋ที่ทอดซ้ำในระยะเวลาที่ต่างกันหลังการแช่แข็ง

ระยะเวลาทอดซ้ำ (วินาที)	ค่าปริมาตรจำเพาะ (ลูกบาศก์เซนติเมตร / กรัม)	ปริมาตรจำเพาะเพิ่มขึ้น (%)
20	1.82±0.27^{b}	-
30	1.96±0.30^{ab}	7.69
40	2.08±0.22^{a}	14.29

หมายเหตุ :ตัวเลขที่มีอักษร a, b, c...กำกับในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.12 พบว่าปาท่องโก๋ที่ใช้ระยะเวลาในการทอดซ้ำต่างกัน คือ 20, 30 และ 40 วินาที หลังการแช่แข็งมีผลต่อค่าปริมาตรจำเพาะของปาท่องโก๋ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยทำให้ปาท่องโก๋มีค่าปริมาตรจำเพาะเพิ่มขึ้นหรือมีการพองตัวได้ใหญ่ขึ้นเมื่อระยะเวลาในการทอดนานขึ้น

ตารางที่4.13 ค่าคะแนนเฉลี่ยของความชอบด้านต่าง ๆ ต่อปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่ใช้ระยะเวลาในการทอดซ้ำที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาทอดซ้ำ (วินาที)	คะแนนความชอบด้านประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏ^{ns}	สี	กลิ่น	รสชาติ^{ns}	เนื้อสัมผัส^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
20	4.90±1.08	4.92±1.09^{a}	4.82±0.81^{ab}	5.12±1.11	4.92±1.26	4.70±0.85
30	5.02±0.91	5.30±0.99^{ab}	4.60±10.98^{a}	4.82±1.12	4.77±1.27	4.92±0.97
40	5.32±1.26	5.40±0.95^{b}	5.05±1.08^{b}	4.92±0.97	4.75±1.00	5.10±1.05

หมายเหตุ :ตัวเลขที่มีอักษร a, b, c...กำกับในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
อักษร ns แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 4.13 ผลที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านต่าง ๆ ของปาท่องโก๋ที่ใช้ระยะเวลาในการทอดซ้ำหลังการแช่แข็งเป็นระยะเวลา 20, 30 และ 40 วินาที พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบของสมบัติด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ อยู่ในระดับชอบปานกลาง ที่ระยะเวลาทอดซ้ำ 30 และ 40 วินาที ส่วนที่เวลา 20วินาทีจะให้คะแนนในระดับเล็กน้อย ด้านรสชาติและด้านเนื้อสัมผัสอยู่ในระดับปานกลาง สำหรับค่าสีและความชอบรวม พบว่าการใช้เวลาทอดซ้ำเพิ่มขึ้นจาก 20 วินาที ไปเป็น 30 และ 40 วินาที ทำให้ผู้ทดสอบให้คะแนนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยเมื่อใช้เวลาทอดซ้ำ 30 และ 40 วินาที คะแนนค่าสีอยู่ในระดับที่ชอบปานกลาง คือ 5.3 และ 5.4 ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนความชอบรวมที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และจะอยู่ในระดับชอบปานกลาง สำหรับปาท่องโก๋ที่ใช้เวลาทอดซ้ำที่ 40 วินาที

จากการวิเคราะห์ผลทางกายภาพ และ การทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าการใช้ระยะเวลาในการทอดโดเป็นระยะเวลา 2.5 นาที ก่อนนำปาท่องโก๋ไปแช่แข็งและใช้ระยะเวลาในการทอดซ้ำปาท่องโก๋ภายหลังการแช่แข็งที่ระยะเวลา 40 วินาที เป็นระดับที่เหมาะสม เนื่องจากปาท่องโก๋มีปริมาตรจำเพาะการพองตัวได้ดีที่สุด และผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับดีในทุกด้าน แล้วนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งในระหว่างการเก็บรักษา

เตรียมส่วนผสมปาท่องโก๋โดยเติมสตาร์ชดัดแปรร้อยละ 1.5 และแซนแทนกัมร้อยละ 0.04 ของน้ำหนักแป้ง เพื่อทำการผลิตปาท่องโก๋ตามขั้นตอนในภาพที่ 3.1 ใช้ระยะเวลาการพักโด 3 ชั่วโมง และใช้ระยะเวลาในการทอดโดเป็นระยะเวลา 2.5 นาที ก่อนนำปาท่องโก๋ไปแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15, 30, 45 และ 60 วัน เมื่อครบเวลาจึงนำปาท่องโก๋ที่ผ่านการแช่แข็งมาตั้งทิ้งไว้ 2- 3 นาที ที่อุณหภูมิห้อง และนำมาทอดซ้ำในน้ำมันท่วมที่อุณหภูมิ 168±2 องศาเซลเซียส นาน 40 วินาที เปรียบเทียบกับปาท่องโก๋ตัวอย่างควบคุม มีผลต่อ สี ปริมาตรจำเพาะ การดูดซับน้ำมัน และการทดสอบทางประสาทสัมผัสหาความแตกต่างของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง แสดงดังตารางที่ 4.14, 4.15 และ 4.16 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.14 ค่าสีที่ผิวด้านนอกของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่ใช้ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)	L	△L	a	△a	b	△b
ตัวอย่างควบคุม	62.22±3.78^{c}	-	4.43±0.44^{a}	-	27.03±0.94^{a}	-
15	63.96±2.94^{bc}	1.74	3.70±0.39^{b}	0.73	25.43±1.94^{b}	1.60
30	65.84±2.84^{ab}	3.62	3.66±0.85^{b}	0.77	23.39±2.05^{c}	3.64
45	66.20±6.83^{ab}	3.98	2.60±0.53^{c}	1.83	22.08±0.42^{ab}	4.95
60	67.00±1.81^{a}	4.78	2.26±0.24^{d}	2.17	21.73±3.58^{c}	5.30

หมายเหตุ :ตัวเลขที่มีอักษร a, b, c...กำกับในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.14 พบว่าการเก็บรักษาปาท่องโก๋โดยการแช่แข็งที่ระยะเวลาต่างกัน เมื่อนำมาทอดซ้ำก่อนรับประทาน ทำให้ได้ปาท่องโก๋ที่มีสีผิวด้านนอกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยค่า L ซึ่งเป็นค่าความสว่าง จะมีค่าที่เพิ่มขึ้น ทำให้ปาท่องโก๋มีสีอ่อนลง เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น สาเหตุมาจากการแช่แข็งปาท่องโก๋เป็นระยะเวลานานขึ้น ส่งผลให้ปริมาณผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้นบริเวณผิวด้านนอกของผลิตภัณฑ์มีปริมาณมากขึ้น และกระจายตัวทั่วถึงทั้งภายนอกและภายในของชิ้นปาท่องโก๋ ดังนั้นเมื่อนำปาท่องโก๋มาตั้งทิ้งไว้ 2- 3 นาที ที่อุณหภูมิห้องเพื่อทำให้ผลึกน้ำแข็งละลาย ปาท่องโก๋จึงมีความชื้นสูงกว่าตัวอย่างควบคุมในระดับแตกต่างกัน แต่เมื่อใช้เวลาทอดซ้ำที่เวลาเท่ากัน จึงเป็นสาเหตุทำให้ปริมาณความร้อนที่ปาท่องโก๋ได้รับไม่เท่ากัน จึงส่งผลต่อสีของปาท่องโก๋ที่เห็นว่ามีความแตกต่างกันหรือสีผิวด้านนอกของปาท่องโก๋ซีดลง ส่วนค่า a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นค่าสีแดงและค่า b เป็นค่าสีเหลืองก็จะสอดคล้องกับค่า L คือสีแดงและสีเหลืองจะมองเห็นไม่ชัดเจนและจะมีสีซีดลงเรื่อย ๆ

ตารางที่ 4.15 ค่าปริมาตรจำเพาะและค่าการดูดซับน้ำมันของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่ใช้ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่ต่างกัน

ระยะเวลาเก็บรักษา (วัน)	ค่าปริมาตรจำเพาะ^{ns} (ลูกบาศก์เซนติเมตร / กรัม)	ปริมาตรจำเพาะลดลง (%)	ค่าดูดซับน้ำมัน^{ns} (กรัม/ตัวอย่าง100 กรัม)	การดูดซับน้ำมันลดลง (%)
ตัวอย่างควบคุม	2.30±0.33	-	12.76±0.47	-
15	2.04±0.27	11.30	13.01±0.49	1.96
30	2.28±0.27	0.87	13.36±0.94	4.70
45	2.27±0.18	1.30	13.33±1.40	4.47
60	2.25±0.26	2.17	12.77±0.14	0.08

หมายเหตุ: อักษร ns แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากตารางที่ 4.15 พบว่า การเก็บรักษาปาท่องโก๋โดยการแช่แข็งที่ระยะเวลาต่างกันทำให้ค่าปริมาตรจำเพาะและการดูดซับน้ำมัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยปริมาตรจำเพาะจะลดลงเล็กน้อยเมื่อเก็บรักษาที่ระยะเวลา 30-60 วัน ทั้งนี้เพราะว่า การใช้สตาร์ชดัดแปรและแซนแทนกัมจะช่วยให้ลักษณะเนื้อของแป้งมีความคงตัวดี เนื้อปาท่องโก๋ไม่แน่นเหนียวเป็นยาง และยังคงมีโครงสร้างที่เป็นโพรงอากาศเหมือนเดิม ปาท่องโก๋มีปริมาตรจำเพาะคงที่ เมื่อเก็บที่อุณหภูมิต่ำ และโครงสร้างเซลล์ภายในไม่ถูกทำลายเมื่อผ่านการแช่แข็งและเก็บรักษา ส่วนการดูดซับน้ำมันไม่เพิ่มขึ้น เพราะสตาร์ชดัดแปรและแซนแทนกัม มีสมบัติอุ้มน้ำทำให้น้ำมันซึมซับเข้ามาภายในของปาท่องโก๋ได้น้อยลง (Tuschhoff, 1986)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งด้วยวิธี Triangle test

ตัวอย่างทดสอบที่เก็บรักษา (วัน)	จำนวนคำตอบที่ถูก จาก 24 คน	สรุป
15	6	ตัวอย่างทั้งสองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)
30	10	ตัวอย่างทั้งสองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)
45	14	ตัวอย่างทั้งสองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
60	15	ตัวอย่างทั้งสองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

หมายเหตุ: จำนวนต่ำสุดที่ตอบถูกคือ 13 คนจากจำนวน 24คน ของตาราง triangle test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

จากตารางที่ 4.16 พบว่าปาท่องโก๋ที่เก็บรักษาที่ระยะเวลา 15 และ 30 วัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยผู้ทดสอบไม่สามารถทราบถึงความแตกต่างของปาท่องโก๋ได้เมื่อเปรียบเทียบกับปาท่องโก๋ตัวอย่างควบคุม นั่นคือปาท่องโก๋มีคุณภาพใกล้เคียงกับปาท่องโก๋ปกติ แต่ปาท่องโก๋ที่เก็บรักษาที่ระยะเวลา 45 และ 60 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยผู้ทดสอบสามารถทราบถึงความแตกต่างของปาท่องโก๋ได้เมื่อเปรียบเทียบกับปาท่องโก๋ตัวอย่างควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลานานขึ้น ทำให้เมื่อนำมาทอดซ้ำมีสีซีดหรืออ่อนกว่าปาท่องโก๋ตัวอย่างควบคุมมาก เพราะใช้เวลาทอด 40 วินาทีเท่ากัน ดังนั้นถ้าเพิ่มระยะเวลาในการทอดซ้ำให้นานขึ้นจะส่งผลให้ปาท่องโก๋ที่เก็บรักษาไว้นาน 45 และ 60 วัน มีสีเข้มขึ้นเทียบเท่าสีของตัวอย่างควบคุมได้

ดังนั้นจากการวิเคราะห์ผลทางกายภาพ และ ทางเคมี ของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งที่เติมสตาร์ชดัดแปรร้อยละ 1.5 และแซนแทนกัมร้อยละ 0.04 และเก็บรักษาโดยการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 15, 30, 45 และ 60 วัน พบว่าปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 60 วันโดยที่ปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งยังคงคุณภาพที่ใกล้เคียงกับปาท่องโก๋สูตรควบคุม เนื่องจากปาท่องโก๋มีปริมาตรจำเพาะลดลงไม่มากนัก และ การดูดซับน้ำมันลดลงมากถึงร้อยละ 49.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การปรับปรุงคุณภาพของปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็งโดยใช้สตาร์ชดัดแปรและแซนแทนกัม พบว่าจากการศึกษาการใช้สตาร์ชดัดแปรที่ร้อยละ 1.5 ร่วมกับแซนแทนกัมที่ร้อยละ 0.04 เติมลงในส่วนผสมของสูตรปาท่องโก๋จะทำให้ได้ปาท่องโก๋ที่มีปริมาตรจำเพาะลดลงไปร้อยละ 5.06 ของสูตรมาตรฐาน แต่จะลดการดูดซับน้ำมันลงไปร้อยละ 49.04 ของสูตรมาตรฐาน และช่วยให้ปาท่องโก๋มีลักษณะเนื้อสัมผัสดีขึ้นภายหลังจากการแช่แข็ง และผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ปาท่องโก๋ที่ระดับความชอบปานกลาง

ส่วนขั้นตอนของการพักโดใช้เวลาในการพักโด 3 ชั่วโมง เช่นเดียวกันกับสูตรมาตรฐาน โดยจะทำให้ได้ปาท่องโก๋ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ได้รับการยอมรับมากขึ้น

สำหรับขั้นตอนของการทอดโดก่อนการแช่แข็งใช้ระยะเวลาทอดที่ 2.5 นาที และใช้ระยะเวลาทอดซ้ำภายหลังการแช่แข็งที่ 40 วินาที จะได้ปาท่องโก๋ที่ผู้บริโภคให้การยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสในทุก ๆ ด้าน เพิ่มมากขึ้น

ในส่วนสุดท้ายที่ศึกษาระยะเวลาการเก็บรักษาปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง พบว่าสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน 60 วัน โดยคุณภาพไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมที่แช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน แต่จะใช้เวลาในการทอดซ้ำที่นานขึ้นกว่าปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กมลวรรณ อิศราคาร. 2548. **ผลของการเติมสตาร์ชดัดแปรและไฮโดรคอลลอยด์ต่อคุณภาพของก๋วยเตี๋ยวแช่เยือกแข็ง**.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.คณะบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กล้าณรงค์ ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2546. **เทคโนโลยีของแป้ง**. พิมพ์ครั้งที่3, กรุงทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จรรยา หมวดคลาย. 2549. **ผลของแซนแทนกัม อัตราการแช่เยือกแข็งและอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อความคงตัวของเจลสตาร์ชมันสำปะหลัง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิตธนา แจ่มเมม และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2541. **เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่5, กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิราภรณ์ สอดจิตร์, ธีรพงษ์ กงบังเกิด และ กนกกานต์ วีระกุล. 2546. การพัฒนาสูตรแป้งข้าวเจ้าสำเร็จรูปเพื่อผลิตขนมปังโดยใช้กัวร์กัมเป็นสารยึดเกาะ. **วารสารอาหาร**.33(3) :222-231.

ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ. 2548. **การศึกษาสารเคลือบเพื่อลดการดูดซับน้ำมันในโดนัทเค้ก**. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต. คณะบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิธิยา รัตนปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิธิยา รัตนปนนท์.2548. **วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน**. พิมพ์ครั้งที่1, กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

เบญจพร มีเกาะ. 2546. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์พัฟเพสตรี้แช่แข็งโดยใช้ฟลาวมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปานมนัส ศิริสมบูรณ์, พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ สาทิป รัตนภากร. 2538. **สมบัติทางกายภาพและวิศวกรรมของชีววัสดุ**. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พจนีย์ พงค์พงัน. 2546. **การพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตปาท่องโก๋จากแป้งข้าวหอมมะลิไทยผสมแป้งสาลี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มอก. 373,2524. **มาตรฐานแป้งสาลีชนิดทำเค้ก**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอก. 375,2524. **มาตรฐานแป้งสาลีชนิดอเนกประสงค์.** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

มอก. 928,2533. **มาตรฐานอาหารแช่แข็ง.** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

มอก. 1073, 2535. **มาตรฐานแป้งดัดแปรสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร.** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

ลักขณา ศรชำนิ. 2539. **ผลิตภัณฑ์กุ้งชุบแป้งทอดแช่เยือกแข็ง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. คณะบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิไล รังสาดทอง. 2546. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร**. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร, คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2546. **วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม1**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2525. **ทฤษฎีอาหาร เล่ม1. หลักการประกอบอาหาร**, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สายสนม ประดิษฐ์ดวง. 2540. **การถนอมอาหารโดยใช้ความเย็น**. คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิทธิชัย เจริญเศรษฐศิลป์. 2542. **การวางแผนการทดลอง**. ภาควิชาสถิติประยุกต์, คณะวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ, จักรกฤษณ์ โสนันทะ, นวพร วุฒิสมบัติเจริญ และจินตวีร์ ทันเกื้อ. 2534 ผลของแซนแทนกัมและเส้นใยจากแกนสับปะรดที่มีต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์เค้กและคุกกี้ลดไขมันด้วยแป้งบุก.**วารสารเกษตรพระจอมเกล้า** 17(2):28-41.

A.O.A.C, 2000. Official Method 991.14. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th ed. The Association of Official Analysis Chemists. Arlington, Virginia.

Ali, A., Faqir, M.A., Masood, S.B., Muhammad, W.T. and Shahzad, H. 2006. Rheological and storage effect of hydrophilic gums on the quality of frozen dough pizza. **Food Science Technology Research**.13 (2): 96-102.

Collar, C., Andreu, P. J., Martinez, C. and Armero, E.1999.Optimization of hydrocolloid addition to improve wheat bread dough functionality: a response surface methodology study. **Food Hydrocolloids**.13: 467-475.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dodic, J., Fejin, D., Dodic, S., Popov, S., Mastilovic, J., Popov, J.R. and Zivanovic, S. 2007. Effects of hydrophilic hydrocolloids on dough and bread performance of samples made from frozendouhgs. **J. of Food Science.** 72: 235-241.

Funami, T., Funaml, M., Tawada, T. and Nakao, Y. 1999. Decreasing oil uptake of doughnuts during deep-fat frying using curdlan. **J. of Food Science.** 64 (5): 883-888.

Hardeep, S.G., Geetu, S.S. and Gristina, M.R. 2007. Extending shelf life of chapatti by partial baking and frozen storage. **J. of Food Engineering.** 89: 466-471.

Mallett, C.P. 1993. **Frozen Food Technology.** Blackie academic & professional, Glasgow.

Mandala, I.G. and Sotirakoglou, K. 2005. Effect of frozen storage and microwave reheating on some physical attributes of fresh bread containing hydrocolloids. **Food Hydrocolloids.** 19:709-719.

Mandala, I.G., Kapetanakou, A. and Kostaropoulos, A. 2008. Physical properties of breads containing hydrocolloids stored at low temperature:II-effect of freezing. **Food Hydrocolloids.** 22:1443-1451.

Manuel, G., Ronda, F., Pedro, A., Caballero, C.A. and Blanco, C.M. 2007. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. **Food Hydrocolloids**. 21:167-173.

Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T. 2007. **Sensory evaluation techniques.** 4th ed. CRC Press Inc., Boca Raton, USA.

Sharadanant, R. and Khan, K. 2003. Effect of hydrophilic gum on frozen dough:I. dough quality. **Cereal Chemistry**. 80(6): 764-772.

Tuschhoff, J.V. 1986. **Hydroxypropylated Starches**. In O.B. Wurzburg (Ed.). Modified Starches: Properties and Uses. CRC Press Inc., Florida. pp. 89-96.

Virginia, G. and Constantina,T. 2007. Frozen dough bread quality and textural behavior during prolonged storage prediction of final product characteristics. **J. of Food Engineering.** 79: 929- 934.

Ward, F.M. and Andon, S.A. 2002. Hydrocolloids as film formers adhesives and gelling agent for bakery and cereal products. **Cereal Food World**. 47(2): 52-55.

Yoenyongbuddhagal, S. 1996. **The modification of rice starches for utilization in frozen products.** M.S. Thesis, AIT School of environment, resources and development.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวัดค่าสีด้วยเครื่อง Minolta Cr-400, Japan

วัดสีของผลิตภัณฑ์โดยใส่ตัวอย่างในภาชนะ ทำการวัด ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือคือ ค่า L, a และ b โดยที่

ค่า L เป็นค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0-100 ค่า L เท่ากับ 0 เป็นสีมืดที่สุด ค่า L เท่ากับ 100 สีสว่างมากที่สุด

ค่า a เป็นค่าแสดงความเป็นสีแดงหรือความเป็นสีเขียว คือ

a เป็น (+) แสดงความเป็นสีแดง

a เป็น (-) แสดงความเป็นสีเขียว

ค่า b เป็นค่าที่แสดงความเป็นสีเหลืองหรือน้ำเงิน คือ

b เป็น (+) แสดงความเป็นสีเหลือง

b เป็น (-) แสดงความเป็นสีน้ำเงิน

ค่า $\triangle$L เป็นค่าที่แสดงการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าความสว่าง

ค่า $\triangle$a เป็นค่าที่แสดงการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าสีแดง

ค่า $\triangle$b เป็นค่าที่แสดงการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าสีเหลือง

2. การวัดปริมาตรจำเพาะ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2524)

ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง

↓

ใส่งาดำลงในบีกเกอร์จนถึงปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วเทออกใส่ภาชนะที่เตรียมไว้

↓

นำตัวอย่างใส่ลงในบีกเกอร์อันเดิม เทงาดำที่เตรียมไว้ลงไปในบีกเกอร์ ให้เต็มช่องว่างทั้งด้านข้างและด้านบน จนถึงปริมาตร 100 มิลลิลิตร

↓

วัดปริมาตรของงาดำที่เหลือโดยใช้กระบอกตวง

การคำนวณ

$$\text{ปริมาตรจำเพาะ (ลูกบาศก์เซนติเมตร/กรัม)} = \frac{\text{ปริมาตรที่เหลือ (ลูกบาก์ศเซ็นติเมตร)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำมัน (AOAC, 2000)

อบขวดก้นกลมสำหรับหาไขมันพร้อมกับ boiling chipที่อุณหภูมิ 130° C
เป็นเวลา 1 ชั่วโมงบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน

↓

ชั่งตัวอย่างที่อบไล่ความชื้นแล้วประมาณ 3 กรัม
บันทึกน้ำหนักที่แน่นอนแล้วห่อด้วยกระดาษกรอง

↓

ตวงปิโตเลียมอีเทอร์ 150 มิลลิลิตร ใส่ในขวดก้นกลมสำหรับหาไขมัน

↓

นำกระดาษกรองใส่ใน thimble และนำ thimble ประกอบเข้ากับ holder วางลงในขวดก้นกลมสำหรับหาไขมันนำไปต่อเข้ากับเครื่องวิเคราะห์ไขมัน จนเครื่องทำการวิเคราะห์ไขมันจนเสร็จ

↓

นำขวดก้นกลมสำหรับหาไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 105° C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

↓

นำมาใส่เดสซิเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนัก

↓

นำไปอบจนน้ำหนักคงที่

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (เปอร์เซนต์)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบ hedonic scale 7 level

ผลิตภัณฑ์ปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูป

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....

ผลิตภัณฑ์ : ปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างอาหารต่อไปนี้แล้วพิจารณาให้คะแนนระดับคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ชิม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคุณภาพ ดังนี้

7 ชอบมากที่สุด
6 ชอบมาก
5 ชอบปานกลาง
4 ชอบเล็กน้อย
3 ไม่ชอบ
2 ไม่ชอบปานกลาง
1 ไม่ชอบมากที่สุด

คุณสมบัติทางกายภาพ	รหัส			
ลักษณะปรากฏ				
สี				
กลิ่น				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ .....

.....

..... ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบ Triangle test

ผลิตภัณฑ์ปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....ชุดที่.....

ผลิตภัณฑ์ : ปาท่องโก๋กึ่งสำเร็จรูปแช่แข็ง

คำแนะนำ : ให้ล้างปากก่อนทำการทดสอบ ท่านจะได้รับตัวอย่างจำนวน 3 ตัวอย่าง สองตัวอย่างมีความเหมือนกันและอีกหนึ่งตัวอย่างมีความแตกต่าง ให้ทำการทดสอบตัวอย่างโดยทดสอบเรียงตามลำดับที่นำเสนอจากซ้ายไปขวา วงกลมคำตอบที่ท่านคิดว่าแตกต่าง ล้างปากด้วยน้ำทุกครั้งก่อนทดสอบตัวอย่างถัดไป และให้บ้วนน้ำล้างปากและตัวอย่างทิ้งในโถที่จัดไว้ให้

รหัส..... รหัส..... รหัส.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง Triangle test. Minimum number of correct judgments to establish significant for the triangle test

Minimum Numbers of Correct Judgments to Establish Significance at Various Probability Levels for the Triangle Test (One-Tailed, $p = {}^1/_3$)[a]

Number of trials (n)	Probability levels						
	.05	.04	.03	.02	.01	.005	.001
5	4	5	5	5	5	5	
6	5	5	5	5	6	6	
7	5	6	6	6	6	7	7
8	6	6	6	6	7	7	8
9	6	7	7	7	7	8	8
10	7	7	7	7	8	8	9
11	7	7	8	8	8	9	10
12	8	8	8	8	9	9	10
13	8	8	9	9	9	10	11
14	9	9	9	9	10	10	11
15	9	9	10	10	10	11	12
16	9	10	10	10	11	11	12
17	10	10	10	11	11	12	13
18	10	11	11	11	12	12	13
19	11	11	11	12	12	13	14
20	11	11	12	12	13	13	14
21	12	12	12	13	13	14	15
22	12	12	13	13	14	14	15
23	12	13	13	13	14	15	16
24	13	13	13	14	15	15	16
25	13	14	14	14	15	16	17
26	14	14	14	15	15	16	17
27	14	14	15	15	16	17	18
28	15	15	15	16	16	17	18
29	15	15	16	16	17	17	19
30	15	16	16	16	17	18	19
31	16	16	16	17	18	18	20
32	16	16	17	17	18	19	20
33	17	17	17	18	18	19	21
34	17	17	18	18	19	20	21
35	17	18	18	19	19	20	22
36	18	18	18	19	20	20	22
37	18	18	19	19	20	21	22
38	19	19	19	20	21	21	23
39	19	19	20	20	21	22	23
40	19	20	20	21	21	22	24
41	20	20	20	21	22	23	24
42	20	20	21	21	22	23	25
43	20	21	21	22	23	24	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาว อัญชลี นิลวงศ์ เกิดที่จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะคหกรรมศาสตร์ (คศ.บ.) สาขาอาหารและโภชนาการ-ธุรกิจอาหาร จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ จังหวัดกรุงเทพมหานคร และศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการจัดและบริการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง และจบการศึกษาในปีพ.ศ. 2552

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้