ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

แป้งขนมชั้นสำเร็จรูป

(Kanom Chan Ready Mixed)

โดย

นายธงชัย พุฒทองศิริ

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

.... **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ผศ.ดร.กิตติพงษ์ ทวงโกษ์)

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

.....

(ผศ.ดร.ณัติพร หาเรือนกิจ)

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

วันที่.....**เดือน**.....**พ.ศ.** .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1906

15752

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แป้งขนมชั้นสำเร็จรูป

(Kanom chan ready mixed)

T096633

นายธงชัย พุฒทองศิริ

ปพ.
ช117ป
2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน...33633
วัน,เดือน,ปี...- 4 JUN 2003

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายธงชัย พุฒทองศิริ.2542 : แป้งขนมชั้นสำเร็จรูป (Kanom chan ready mixed) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์

การทดลองนี้เป็นการศึกษาการเตรียมแป้งขนมชั้นสำเร็จรูป จากการเลือกสูตรขนมชั้นโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้สูตรที่มีส่วนผสมคือ แป้งข้าวเจ้า 5% แป้งมันสำปะหลัง 15% กะทิ 40% น้ำตาลทราย 30% และน้ำ 10% ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับความนิยมและมีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าสูตรอื่น จึงนำสูตรนี้มาปรับให้เป็นแป้งขนมชั้นสำเร็จรูป โดยวิเคราะห์ความชื้นของส่วนผสม แล้วคำนวณส่วนผสมเป็นฐานแห้ง จากการศึกษานำน้ำใบเตยมาใช้ในแป้งผสมขนมชั้น โดยคั้นน้ำใบเตยในอัตราส่วนใบเตยต่อน้ำเป็น 1:1 แล้วนำน้ำใบเตยที่ได้ไปผสมกับแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนต่างๆกัน นำไปอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จนแห้งแล้วบด นำแป้งผสมใบเตยที่ได้มาใช้ในส่วนผสมของแป้งขนมชั้นสำเร็จรูป พบว่าการใช้แป้งมันผสมน้ำใบเตยในอัตราส่วน 1:1 มีคะแนนการยอมรับในด้านสี กลิ่น และความชอบรวมมากที่สุด เมื่อนำขนมชั้นที่ทำจากแป้งสำเร็จรูปมาเปรียบเทียบกับขนมชั้นที่ทำจากวิธีดั้งเดิม ในด้านความชอบรวม ความมันวาว ความเหนียว การลอกออกเป็นชั้น และความใส พบว่าขนมชั้นที่ทำจากแป้งสำเร็จรูปและขนมชั้นที่ทำจากวิธีดั้งเดิมไม่มีความแตกต่างของคะแนนการยอมรับในคุณสมบัติด้านต่างๆ

ธงชัย พุฒทองศิริ	.....	7 เม.ย. 42
ลายมือชื่อนักศึกษา	ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา	วัน เดือน ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้จัดทำต้องขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ซึ่งกรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ช่วยกรุณาแนะนำข้อคิดเห็น ให้คำปรึกษาปัญหาต่าง ๆ ในระหว่างทำปัญหาพิเศษตลอดจนแก้ไขรูปเล่มของปัญหาพิเศษจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณคุณนิพนธ์ เทียบเทียม เพื่อน ๆ และ น้อง ๆที่ให้การช่วยเหลือเป็นผู้ทดสอบที่ดีตลอดการทดลองและคอยให้กำลังใจตลอดเวลาในระหว่างการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

ธงชัย พุฒทองศิริ

24 มีนาคม 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญภาคผนวก	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วารสารปริทรรศน์	2
2.1 แป้งที่ใช้ทำขนมไทย	2
2.2 คุณสมบัติของแป้ง	2
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติของแป้ง	6
2.4 กะทิ	7
2.5 มอลโทเด็กซ์ตริน	9
2.6 น้ำตาล	9
2.7 สี	10
2.8 ไมโครเอนแคปซูลเลชัน	12
บทที่ 3 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	14
3.1 วัตถุดิบ	14
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	14
3.3 วิธีการทดลอง	14
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	18
4.1 การคัดเลือกสูตรขนมชั้นที่เหมาะสม	18
4.2 ศึกษาการปรับสูตรผสมให้เป็นแป้งผสมสำเร็จรูป	19
4.3 การผสมน้ำใบเตยในแป้งมันสำปะหลัง	20
4.4 การปรับปริมาณกะทิผงในแป้งขนมชั้นสำเร็จรูป	21
4.5 การปรับปริมาณน้ำเพื่อปรับความนุ่มของขนมชั้น	22
4.6 การศึกษาความแตกต่างของขนมชั้นที่ได้จากวิธีดั้งเดิม กับขนมชั้นที่ได้จากแป้งผสมสำเร็จรูป	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	25
เอกสารอ้างอิง	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ขนาดและรูปร่างของเม็ดแป้งจากพืชชนิดต่างๆ	3
2.2 ความแตกต่างระหว่างอะไมโลสและอะไมโลเพคติน	4
2.3 ปริมาณอะไมโลสและอะไมโลเพคตินของแป้งชนิดต่างๆ	5
2.4 ช่วงอุณหภูมิที่ทำให้แป้งชนิดต่างๆพองตัวขันใส	6
2.5 แสดงองค์ประกอบของกะทิ	7
3.1 แสดงความแตกต่างส่วนผสมของขนมชั้น	15
3.2 แสดงอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำใบเตย	16
4.1 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติต่างๆ ของขนมชั้น	18
4.2 เปรียบเทียบต้นทุนของการผลิตขนมชั้นต่อน้ำหนักส่วนผสม 1000 กรัม	19
4.3 องค์ประกอบของแป้งผสมสำเร็จรูปและส่วนผสมก่อนนึ่ง	20
4.4 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติด้านต่างๆ ของขนมชั้นเมื่อทำจากแป้งผสมน้ำใบเตยสัดส่วนต่างกัน	20
4.5 แสดงการยอมรับด้านปัจจัยต่างๆจากผู้บริโภค	21
4.6 แสดงการยอมรับด้านปัจจัยต่างๆจากผู้บริโภค	22
4.7 แสดงค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจากการทดลองที่ 3.3.7	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 สูตรโครงสร้างของคลอโรฟิลล์เอ	11
4.1 แสดงผลิตภัณฑ์แป้งขนมชั้นสำเร็จรูป	24
4.2 แสดงความแตกต่างของขนมชั้นที่ได้จากแป้งผสมสำเร็จรูป กับขนมชั้นที่ได้จากวิธีดั้งเดิม	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

	หน้า
ภาคผนวก ก แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	29
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ความชื้นและการคำนวณส่วนผสมแป้งสำเร็จรูป	32
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ทางสถิติ	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ขนมชั้นเป็นขนมไทยโบราณชนิดหนึ่งที่ยังได้รับความนิยมในปัจจุบัน และเป็นขนมที่ใช้ในงานพิธีต่างๆของไทย ส่วนผสมหลักประกอบไปด้วยแป้ง น้ำตาล กะทิ สี และกลิ่น ปริมาณส่วนผสมที่ใช้ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ผลิต ปัจจุบันลักษณะของขนมชั้นได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมาก แป้งที่ใช้เคยเป็นแป้งข้าวเจ้าเพียงอย่างเดียว ทำให้ขนมชั้นที่ได้ลอกเป็นชั้นได้ง่าย ไม่เหนียวเหนอะ แต่นุ่ม มีลักษณะขุ่นตามลักษณะของแป้งข้าวเจ้า ในปัจจุบันได้เปลี่ยนมาใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมหลัก โดยเติมแป้งชนิดอื่นลงไปด้วย เพื่อลดความเหนอะหนะให้น้อยลง ขนมชั้นที่ได้มีความใสมากขึ้น การใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมหลักเนื่องจากเป็นแป้งที่มีราคาถูก อีกทั้งให้ขนมชั้นที่มีความเหนียวมากขึ้นซึ่งตรงกับความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน การทำขนมชั้นโดยวิธีดั้งเดิมมีความยุ่งยากในการเตรียมส่วนผสม และการนวดแป้งซึ่งจะใช้ประสบการณ์ของผู้ผลิตเป็นสำคัญ บุคคลทั่วไปไม่สามารถทำขนมชั้นให้มีคุณภาพดีได้จึงทำให้ไม่มีความสนใจที่จะทำขนมชั้นมากนัก ถ้ามีการปรับปรุงการทำขนมชั้นให้ทำได้ง่ายขึ้น โดยทำให้เป็นแป้งผสมสำเร็จรูป การนำไปใช้สะดวก และขนมชั้นที่ได้มีคุณภาพใกล้เคียงกับขนมชั้นที่ทำจากวิธีดั้งเดิม เชื่อว่าจะทำให้มีผู้สนใจที่จะทำขนมชั้นมากขึ้น และเป็นการอนุรักษ์ขนมไทยอีกทางหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมชั้นที่ผู้บริโภคยอมรับ
2.เพื่อศึกษาการผสมน้ำใบเตยในแป้งสำเร็จรูป
3.เพื่อศึกษาการผลิตแป้งขนมชั้นสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วารสารปริทรรศน์

2.1 แป้งที่ใช้ทำขนมไทย

แป้งที่ใช้ทำขนมไทยมีหลายชนิด ชนิดที่ใช้เป็นส่วนประกอบหลัก เช่นแป้งข้าวเจ้าแป้งข้าวเหนียว แป้งมันสำปะหลัง แป้งถั่วเขียว และแป้งสาลี แป้งชนิดอื่น เช่น แป้งข้าวโพดและแป้งท้าวยายม่อม มักใช้เป็นส่วนประกอบเสริมเพื่อคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งของขนมเท่านั้น สมบัติของแป้งจะมีผลต่อลักษณะของขนมไทย เช่นแป้งข้าวเจ้าเมื่อทำให้สุกแล้วจะเห็นลักษณะสีขาวขุ่น แป้งมันสำปะหลังเมื่อสุกแล้วจะมีลักษณะโปร่งแสง เนื่องจากแป้งที่ใช้ทำขนมไทยจะทำหน้าที่สำคัญในด้านการทำให้เกิดความข้นหนืด และการเกิดเจลาติไนซ์ เช่น ขนมเปียกปูน ขนมชั้น ตะโก้ ขนมเทียน เป็นต้น

2.2 คุณสมบัติของแป้ง

แป้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพืช เช่น ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวเหนียว มันสำปะหลังและมันฝรั่ง เป็นต้น เนื่องจากแป้งแต่ละชนิดมาจากวัตถุดิบต่างกันและมีวิธีการในการผลิตแตกต่างกัน จึงมีคุณสมบัติทางด้านเคมี กายภาพ และคุณค่าทางโภชนาการแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของแป้งนั้นๆ เช่น โปรตีน สตาร์ช ที่มีอยู่ไม่เท่ากันซึ่งมีผลทำให้คุณสมบัติต่างๆของแป้งมีความแตกต่างกันไปในแป้งที่มีโปรตีนอยู่มากจะมีกลิ่น และยังมีส่วนทำให้เกิดฟอง ปริมาณอะไมโลสและอะไมโลเพคตินเป็นส่วนประกอบหนึ่งที่ทำให้คุณสมบัติของแป้งในเรื่องการละลายน้ำที่ต่างกัน แป้งที่มีอะไมโลสสูงจะละลายน้ำได้ดีกว่าแป้งที่มีอะไมโลเพคตินสูง ความหนืดจะขึ้นอยู่กับปริมาณอะไมโลเพคตินเมื่อแป้งมีอะไมโลเพคตินสูงเมื่อทำให้สุกจะมีความหนืด และใสมากกว่า แป้งที่มีอะไมโลสสูง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของเม็ดแป้ง

เมื่อนำแป้งมาส่องดูด้วยกล้องจุลทัศน์จะเห็นสตาร์ชเป็นสีใส มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1-100 ไมครอน ขนาดและรูปร่างของเม็ดแป้งไม่แน่นอน จะแตกต่างกันไปตามชนิดของแป้ง (ตาราง 2.1)

ตาราง 2.1 ขนาดและรูปร่างของเม็ดแป้งจากพืชชนิดต่างๆ

ชนิดของพืช	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดแป้ง (ไมครอน)	รูปร่างลักษณะ
ข้าวโพด	3-26	ทรงกลมและหลายเหลี่ยม
ข้าวฟ่าง	3-26	ทรงกลมและหลายเหลี่ยม
ข้าวสาลี	2-35	ขนาดเล็กรูปร่างทรงกลม
มันฝรั่ง	5-100	รูปไข่ภายในแป้งซ้อนกันเป็นชั้นๆ
มันเทศ	15-55	หลายเหลี่ยมส่วนใหญ่เม็ดเล็ก
มันสำปะหลัง	5-25	ทรงกลมหรือรูปไข่มีด้านหนึ่งเว้า
ข้าว	3-8	รูปร่างหลายเหลี่ยม

ที่มา: Van Beynum and Roels, 1985

สตาร์ชมีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ อะไมโลสและอะไมโลเพคติน องค์ประกอบทั้งสองชนิดนี้เกิดจากการเชื่อมพันธะของโมเลกุลของกลูโคสเป็นสายยาวหรือโพลิเมอร์ อะไมโลสในแป้งมีประมาณ 15-25 % นอกนั้นเป็นอะไมโลเพคติน ความแตกต่างระหว่างอะไมโลสและอะไมโลเพคตินแสดงในตาราง 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.2 ความแตกต่างระหว่างอะไมโลสและอะไมโลเพคติน

ลักษณะ	อะไมโลส	อะไมโลเพคติน
พันธะในโครงสร้าง	เชื่อมต่อกันเป็นเส้นตรงยาวด้วยพันธะ 1,4-glucosidic	เกาะกันเป็นกิ่งก้านสาขาด้วยพันธะ1,4 และ1,6 glucosidic
จำนวนกลูโคส	ประกอบด้วยกลูโคส 250-2000 หน่วย	แต่ละกิ่งมีกลูโคส 20-25 หน่วย
การละลายน้ำ	ละลายน้ำได้ดี	ละลายน้ำได้น้อย
การให้สีกับไอโอดีน	ให้สีน้ำเงินกับไอโอดีน	ให้สีม่วงแดงหรือน้ำตาลกับไอโอดีน
ความหนืดเมื่อได้รับความร้อน	เมื่อต้มจะหนืดน้อยกว่า	เมื่อต้มความหนืดจะมากกว่าและใส
การเกิดเจล	ต้มแล้วปล่อยให้เย็นจะเกิดเจล	ไม่เกิดเจล

ที่มา: วรนุช , 2535

แป้งที่ผลิตจากพืชต่างชนิดกันจะมีสัดส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพคตินแตกต่างกัน ซึ่งสัดส่วนที่แตกต่างนี้มีผลต่อการพองตัวของสตาร์ช ความข้นหนืด ความใส การเกิดรีโทกราเดชั่นเมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

แป้งของพืชแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน เพราะมีปริมาณอะไมโลสและอะไมโลเพคตินในปริมาณไม่เท่ากัน (ตาราง 2.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.3 ปริมาณอะไมโลสอะไมโลเพคตินของแป้งชนิดต่างๆ

ชนิดของแป้ง	อะไมโลส (%)	อะไมโลเพคติน (%)
ข้าวโพด	28	72
ข้าวเจ้า	17	83
ข้าวฟ่าง	28	72
มันฝรั่ง	21	79
สาคู	27	73
ข้าวโพด (waxy maize)	0	100
ข้าวสาลี	28	72
มันสำปะหลัง	17	83
ท้าวยายม่อม	20	80

ที่มา: Van Beynum and Roels, 1985

<u>การเกิดเจลาติไนซ์</u>

สตาร์ชไม่ละลายในน้ำเย็น แต่จะแขวนลอยอยู่ เมื่อนำเอาสารแขวนลอยของสตาร์ชไปต้มต่อจนถึงอุณหภูมิหนึ่ง สตาร์ชจะพองตัว อุณหภูมิที่เกิดการพองตัวจะต่างกันไป (ตาราง 2.4) เช่น สตาร์ชจากแป้งข้าวโพดพองตัวข้นใสที่ 64-72 องศาเซลเซียส เป็นต้น ถ้าต้มต่อไปอีกสตาร์ชจะพองตัวเพิ่มขึ้น และสารแขวนลอยใสขึ้นและข้นหนืดมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.4 ช่วงอุณหภูมิที่ทำให้แป้งชนิดต่างๆพองตัวข้นใส (gelatinization temperature)

ชนิดแป้ง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
แป้งข้าวโพด	75-80
มันฝรั่ง	60-65
แป้งสาลี	80-85
มันสำปะหลัง	65-70
แป้งข้าวเจ้า	75-80
ข้าวฟ่าง	75-80
สาคู	65-70
มันเทศ	65-70
แป้งข้าวโพด (waxy maize)	65-70

ที่มา: Van Beynum and Roels, 1985

2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติของเจลของแป้ง

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติของเจลของแป้งมีหลายประการคือ

2.3.1 ชนิดและปริมาณสตาร์ช ปริมาณของสตาร์ชที่ทำให้สารแขวนลอยจากสตาร์ชชนิดต่างๆ มีความหนืดเท่ากันนั้นจะแตกต่างกันไปตามชนิดและแหล่งของแป้ง สำหรับธัญพืชที่มีอะไมโลเพคตินสูง จะใช้ปริมาณน้อยกว่าแป้งจากธัญพืชชนิดอื่น เนื่องจากปริมาณอะไมโลเพคตินมีผลต่อความหนืด ถ้าจะทำให้แป้งมีความหนืดเท่ากันแป้งที่มีอะไมโลเพคตินสูงก็จะใช้ในปริมาณที่น้อยกว่าแป้งที่มีปริมาณอะไมโลเพคตินต่ำ

2.3.2 อุณหภูมิ เมื่อนำแป้งไปต้มให้ร้อน เม็ดแป้งจะดูดซับน้ำได้มากขึ้นและพองตัวมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงจะเป็นไปอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึงระดับของการเกิดเจลาติไนซ์ อุณหภูมิของการเกิดเจลาติไนซ์ของแป้งแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป (ตาราง 2.4) แป้งที่เกิดเจลาติไนซ์จะมีความหนืดเพิ่มขึ้น ความหนืดจะมากน้อยต่างกันตามชนิดของแป้ง มักพบว่าแป้งที่พองตัวได้อย่างรวดเร็วจะมีความหนืดสูงแต่จะไม่คงตัวถ้าต้องทำการกวนหรือคนอย่างแรงหรือต้องใช้อุณหภูมิสูงขึ้นในกระบวนการแปรรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 น้ำตาล น้ำตาลมีความสำคัญต่อการจับตัวเป็นเจลของแป้ง เมื่อใช้น้ำตาลเพิ่มขึ้นเจลที่ได้จะใสขึ้นและนุ่มนวลมากขึ้น แต่ถ้าเติมน้ำตาลในปริมาณที่สูงมากเกินไปส่วนผสมจะเกิดเป็นน้ำเชื่อมข้นแทนที่จะเป็นเจล เนื่องจากน้ำตาลไปขัดขวางการจับน้ำของสตาร์ชโดยแย่งจับน้ำที่มีอยู่เมื่อปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้นสตาร์ชจับน้ำได้น้อยลง เจลที่ได้จะอ่อนกว่า และมีการยุบตัวของเจลเนื่องจากมีความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง

2.4 กะทิ

กะทิเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเนื้อมะพร้าวมาคั้นโดยที่อาจจะเติมน้ำหรือไม่เติมก็ได้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะคล้ายนม กะทิเป็นอิมัลชันแบบน้ำมันในน้ำ (0il-in-water) (Clement and Villacorte, 1933) อิมัลชันถูกทำให้คงตัวโดยโปรตีนในกะทิ องค์ประกอบต่างๆของกะทิจะแตกต่างกันตามวิธีการคั้นว่าเติมน้ำหรือไม่ (ตาราง 2.5)

ตาราง 2.5 แสดงองค์ประกอบของกะทิ

องค์ประกอบ	คั้นโดยไม่เติมน้ำ (%)	คั้นโดยเติมน้ำ (%)
ความชื้น	42.2	82
เกลือแร่	1.1	0.6
โปรตีน	4.2	1.4
ไขมัน	45.0	13.5
น้ำตาลอินเวอร์ต	4.6	2.1

ที่มา: กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ , 2510

กะทิที่นำมาใช้ในการทำขนมส่วนใหญ่เป็นกะทิที่ได้จากการคั้นน้ำแรกหรือที่เรียกว่าหัวกะทิ บทบาทของกะทิในขนมคือ

- ช่วยเพิ่มรสชาติของขนมให้ดีขึ้น
- เป็นตัวนำความร้อนทำให้ขนมสุก
- ช่วยทำให้ขนมมีความมันสวยงามเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ช่วยให้เนื้อขนมมีความแข็งตัวมากขึ้น เมื่อใช้หัวกะทิในส่วนประกอบของขนมมากขึ้น เนื้อขนมจะแข็งกระด้างแต่ความมันของเนื้อขนมมากขึ้น แต่ถ้าใช้ในปริมาณน้อยเนื้อขนมจะมีความนุ่มแต่ไม่มีความมันของเนื้อขนมมากนัก

กะทิผง หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำกะทิสดมาทำให้เป็นผง ซึ่งเมื่อผสมน้ำแล้วสามารถนำไปใช้ได้ทันที กะทิผงมีลักษณะเป็นผงร่วน มีสีและกลิ่นตามธรรมชาติของกะทิ (มอก.2528)

กรรมวิธีการผลิตกะทิผง

การผลิตกะทิผง เริ่มจากการเตรียมให้ได้น้ำกะทิก่อน จากนั้นทำการปรับความเข้มข้นของกะทิ อาจมีการเติมสารช่วยให้กะทิไม่จับตัวกันเป็นก้อนผสมลงไปก่อนที่จะนำไปทำแห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย เช่นเดียวกับการทำนมผงชนิดละลายทันที จากนั้นบรรจุกะทิผงที่ได้ในภาชนะที่สามารถป้องกันอากาศและความชื้นผ่านเข้าออกได้ เพื่อป้องกันไม่ให้กะทิผงที่ได้เกิดการเสื่อมเสียเร็ว

คุณภาพของกะทิที่ได้ นอกจากจะขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตแล้ว ยังขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ด้วย เช่น พันธุ์ของมะพร้าว ความแก่อ่อนของมะพร้าว คุณภาพของน้ำที่ใช้คั้น รวมทั้งความสะอาดของเครื่องมือและภาชนะบรรจุ แต่อย่างไรก็ตามคุณภาพด้านกลิ่นจะลดลง เนื่องจากในกรรมวิธีการผลิตจะต้องมีการผ่านความร้อน ทำให้กลิ่นตามธรรมชาติของกะทิเปลี่ยนไป ดังนั้นในการผลิตกะทิผงจึงมีการเติมกลิ่นสังเคราะห์ (ชมรมเทคโนโลยีทางอาหารและชีวภาพ ,2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 มอลโทเด็กซ์ตริน

มอลโทเด็กซ์ตริน $(C_6H_{10}O_5)_n.H_2O$ คือ สายโพลิเมอร์ของแซคคาไรด์ที่ประกอบด้วย D-glucose ยูนิต หลายยูนิตต่อกันด้วยแขนงชนิด α-1-4 และมีค่าสมมูลเด็กซ์โตส (dextrose equivalent หรือ DE) ต่ำกว่า 20 เตรียมได้จากการไฮโดรไลซ์สตาร์ชข้าวโพดด้วยกรดและหรือเอนไซม์ มอลโทเด็กซ์ตรินมีลักษณะเป็นผงสีขาว มีความหวานเล็กน้อยหรือไม่หวานเลยขึ้นอยู่กับค่า DE มีความชื้นประมาณ 3-5% มีความหนาแน่นปรากฏอยู่ในช่วง 0.31-0.61 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถใช้มอลโทเด็กซ์ตรินได้ในปริมาณที่เหมาะสมกับชนิดของอาหารและหน้าที่ของมอลโทเด็กซ์ตรินในอาหารนั้น มอลโทเด็กซ์ตรินสามารถละลายน้ำได้ที่อุณหภูมิห้อง สารละลายที่ได้อาจใสหรือขุ่นขึ้นกับชนิดของมอลโทเด็กซ์ตรินที่นำมาใช้ สารละลายที่ได้มีคุณสมบัติทางด้านความเป็นเนื้อ (body) มีความหนืดที่สม่ำเสมอ มีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน มีความสามารถในการดูดความชื้นต่ำ (low hygroscopicity) โดยเฉพาะพวกที่มีค่า DE ต่ำๆ มีจุดเยือกแข็งคงที่ และสามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลได้เป็นอย่างดี ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้เกิดสีน้ำตาลน้อยลงมาก นอกจากนั้นยังสามารถละลายได้ในอาหารที่เป็นของเหลว เช่น ซุป นม น้ำผลไม้ เป็นต้น โดยอาจเติมในลักษณะที่เป็นผงโดยตรงหรือนำมาละลายในน้ำก่อน

มอลโทเด็กซ์ตรินสามารถนำมาใช้เพิ่มปริมาณของแข็งให้กับวัตถุดิบก่อนที่จะนำเข้าเครื่องทำแห้ง และยังช่วยลดการดูดความชื้นกลับในผลิตภัณฑ์ผงซึ่งมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบสูง เช่น น้ำผลไม้ผง เป็นต้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ผงที่ได้สามารถไหลได้โดยสะดวก (Macrae และคณะ,1993)

2.6 น้ำตาลทราย

เป็นน้ำตาลที่ใช้กันมากและแพร่หลายที่สุดในอุตสาหกรรมอาหารทั่ว ๆ ไป ได้จากอ้อยและหัวบีท เป็นผลิตภัณฑ์ที่ค่อนข้างบริสุทธิ์ 99.9% โดยไม่มีวิตามิน และแร่ธาตุปะปนมาหากเป็นน้ำตาลที่ผ่านกรรมวิธีที่ถูกต้อง น้ำตาลทรายเป็นน้ำตาลที่ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสและน้ำตาล

ฟรุคโตสเชื่อมติดต่อกัน เมื่อละลายแล้วอาจจะมีการคงอยู่บ้างบางส่วนและส่วนหนึ่งของน้ำตาลทรายจะแตกตัวโดยน้ำตาลกลูโคสแยกออกจากน้ำตาลฟรุคโตสในสภาพเป็นกลางธรรมดา ถ้ามีสารบางชนิด เช่น เกลือที่เป็นกลางได้แก่ เกลือแกง แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์จะช่วยให้การแตกตัวของน้ำตาลเหล่านี้เพิ่มขึ้น เมื่อน้ำตาลทรายละลายน้ำจะทำให้คุณสมบัติของอาหารเปลี่ยนแปลงไป เช่น ช่วยเพิ่มความหนืด เปลี่ยนจุดเดือดให้สูงขึ้น ลดความดันไอแต่เพิ่มแรงออสโมติก (กฤษฎากร และถิรวัฒน์,2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 สี

เป็นปัจจัยที่เพิ่มความดึงดูดใจให้แก่ผู้บริโภคดังนั้นการใช้สีที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งสำคัญของผู้ผลิตที่จะต้องตามใจผู้บริโภค สีแบ่งออกได้สามประเภท คือ

2.7.1 **สีธรรมชาติ ส่วนมากเป็นสีที่มีอยู่แล้วในวัตถุดิบที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์อย่างเช่น มะม่วง มะละกอ ขนุน องุ่น เป็นต้น สีที่ได้จากธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นพวกสารแคโรทีนอยด์ คลอโรฟิลด์ ไรโบฟราวิล สีจากผงถ่าน**

2.7.2 **สีเทียม คือสีที่ผลิตขึ้นจากการใช้สารตามธรรมชาติโดยผ่านกรรมวิธีที่เหมาะสมเช่น สีน้ำตาลไหม้ (คาราเมล) จากน้ำตาล ซึ่งแตกต่างจากสีสังเคราะห์ที่ได้จากกรรมวิธีการสังเคราะห์โดยตรง**

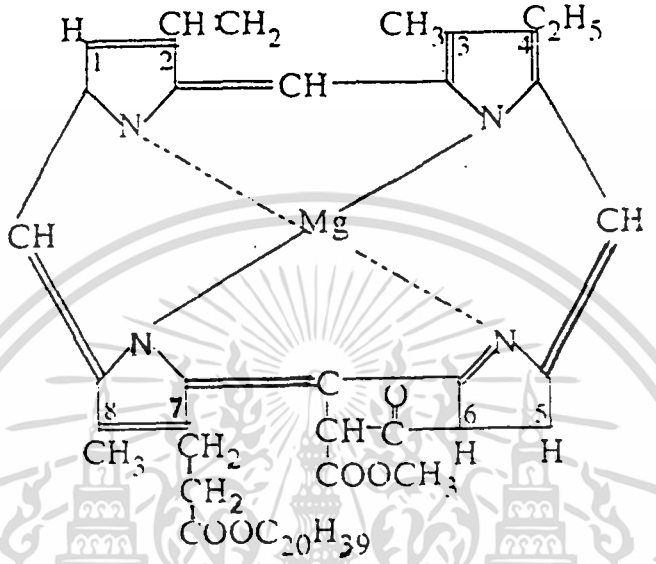
2.7.3 **สีสังเคราะห์ เป็นสีที่ได้จากการสังเคราะห์สารเคมีส่วนใหญ่เป็นสีที่มีโลหะหนักซึ่งให้สีที่คงทน และสดใสกว่าสีธรรมชาติ สีสังเคราะห์ จะใช้ได้เฉพาะสีที่ทางกฎหมายอนุญาต ปัจจุบันประเทศไทยอนุญาตให้ใช้สีสังเคราะห์ในอาหาร 9 ชนิด ตัวอย่างเช่น Brillian Blue FCF Fast Green FCF และ Sunset Yellow FCF เป็นต้น (กฤษฎากร และถิรวัฒน์,2540)**

คลอโรฟิลล์

คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุสีเขียวที่มีอยู่ในพืชโดยจะพบในทุกส่วนของพืชที่มีสีเขียว มีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง มีอยู่ประมาณ 0.1% ของน้ำหนักสดของพืช คลอโรฟิลล์จะอยู่ในส่วนของคลอโรพลาส ในพืชมักพบคลอโรฟิลล์ 2 ชนิด คือคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี ซึ่งมักพบเกิดอยู่ร่วมกันในอัตราส่วน 2.5:1 โครงสร้างของคลอโรฟิลล์เอจะแตกต่างกับคลอโรฟิลล์บีที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 3 โดยคลอโรฟิลล์เอเป็นหมู่เมทิลส่วนคลอโรฟิลล์บีเป็นหมู่อัลดีไฮด์ คลอโรฟิลล์จัดอยู่ในกลุ่มรงควัตถุที่เรียกว่าพอไฟริน(porphyrin) โดยมีอะตอมของแมกนีเซียมอยู่ตรงกลาง ซึ่งโครงสร้างนี้จะคล้ายกับฮีมของฮีโมโกลบินในเลือด โดยฮีมจะมีอะตอมของเหล็กแทนที่จะเป็นแมกนีเซียม สูตรโครงสร้างของคลอโรฟิลล์เอ แสดงไว้ในรูป 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.1 สูตรโครงสร้างของคลอโรฟิลล์เอ



ที่มา:Duckworth ,1966

คลอโรฟิลล์เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในไขมันและตัวทำละลาย เช่น อะซีโตน และเบนซิน การเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์เกิดจากการแยกตัวของแมกนีเซียมในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์จะได้สารใหม่ที่เรียกว่า ฟีโอไฟติน (pheophytin) ซึ่งมีสีเขียวอมเหลืองจนถึงสีน้ำตาล การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมักเกิดจากความร้อน เนื่องจากความร้อนเป็นสาเหตุทำให้เกิดปฏิกิริยา pheophytinization ขึ้น ปฏิกิริยานี้จะเกิดเร็วขึ้นและมากขึ้นตามอุณหภูมิที่ใช้ และการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงของสีเกิดขึ้นได้ เช่น การเก็บผลิตภัณฑ์อาหารแห้งในภาชนะบรรจุที่ใส จะเกิดโฟโตออกซิเดชั่น (photooxidation) ทำให้สีของอาหารผิดปกติไปด้วย (Duckworth ,1966)

การนำคลอโรฟิลล์มาใช้เป็นสีผสมอาหารนั้นส่วนใหญ่จะได้จากใบเตยหรือใบไม้ที่มีสีเขียวชนิดอื่น โดยการนำใบไม้มาสกัดโดยการบดรวมกับน้ำแล้วกรองแล้วจึงนำส่วนน้ำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ไมโครเอนแคปซูลเลชั่น

ไมโครเอนแคปซูลเลชั่น(Microencapsulation)คือเทคโนโลยีการบรรจุของแข็ง ของเหลว หรือวัตถุที่เป็นก๊าซ ให้อยู่ในรูปอนุภาคเล็กๆซึ่งถูกปิดเคลือบไว้ด้วยวัตถุอีกตัวหนึ่ง การเคลือบที่เกิดขึ้นสามารถควบคุมอัตราการปล่อยสารที่อยู่ภายในได้ ภายใต้เงื่อนไขเฉพาะซึ่งแตกต่างกันตามชนิดของตัวเคลือบ การบรรจุสารให้อยู่ในรูปอนุภาคเล็กๆเรียกว่า "ไมโครเอนแคปซูล" (Microencapsule) ส่วนสารที่ถูกเคลือบอยู่ภายในเอนแคปซูล เรียกว่า active material หรือ core material และวัตถุที่นำมาเคลือบเรียกว่า wall material carrier หรือ encapsulant ขนาดของไมโครเอนแคปซูลที่ได้จะมีขนาดตั้งแต่ 10-1000 ไมครอน รูปร่างที่ได้ของไมครอนเอนแคปซูลมีผลมาจากวัตถุดิบที่นำมาเคลือบ

<u>จุดประสงค์ของการไมโครเอนแคปซูลเลชั่นสารให้กลิ่นรส</u>

อุตสาหกรรมอาหารมีการประยุกต์การทำไมโครเอนแคปซูลเพื่อ

-ความคงตัวของสารให้กลิ่นรสที่ถูกบรรจุภายใน

-ควบคุมการปลดปล่อยสารให้กลิ่นรสที่บรรจุอยู่ภายใน

-ต้านทานการสูญหายของสารให้กลิ่นรสโดยธรรมชาติ

-ป้องกันการเปลี่ยนแปลงของสารให้กลิ่นรสจากปฏิกิริยาเคมี

<u>สารที่บรรจุในไมโครเอนแคปซูล</u>(Active material) ที่ใช้ได้แก่ สารให้กลิ่นรส น้ำมัน วิตามิน ผงฟู เอนไซม์ เป็นต้น สารที่อยู่ในแคปซูลจะถูกปลดปล่อยออกมาภายใต้เงื่อนไขเฉพาะ โดยมีองค์ประกอบหลักที่ควบคุมการปลดปล่อยคือ อุณหภูมิ ความชื้น และความดัน

<u>วัตถุที่เลือกมาใช้เป็นสารตัวเคลือบ</u>(Encapsulant) จะขึ้นกับกระบวนการที่ใช้ทำไมโครเอนแคปซูลกับชนิดของ active material ตัวอย่างของตัวเคลือบที่ใช้ได้แก่ มอลโทเด็กซ์ตริน เกลือกัมอาราบิค แป้งดัดแปลง ซูโคส เบต้า-ไซโครเด็กซ์ตริน ขี้ผึ้ง เป็นต้น โดยตัวเคลือบแต่ละตัวจะมีลักษณะพิเศษและประสิทธิภาพในการเคลือบต่างกัน

<u>กระบวนการผลิตไมโครเอนแคปซูลโดยการทำแห้งแบบพ่นฝอย</u>

เป็นการเก็บสารให้กลิ่นรสจากการทำแห้งไว้ในรูปอนุภาคเล็กๆโดยมีการเกิดฟิล์มรอบๆสารให้กลิ่นรสซึ่งน้ำซึมผ่านได้แต่สารให้กลิ่นรสไม่สามารถระเหยออกมาได้ ตัวเคลือบที่ใช้ในการทำแห้งแบบพ่นฝอย ได้แก่

-มอลโทเด็กซ์ตริน

-กัมอาราบิค

-แป้งดัดแปลง

-เด็กซ์ตริน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-เจลาติน

<u>ขั้นตอนการทำไมโครเอนแคปซูลด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย</u> แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมอิมัลชันของสารให้กลิ่นรสลงในสารละลายของตัวเคลือบ ปริมาณสารให้กลิ่นรสที่ใช้ประมาณ 10-20% ของปริมาณของแข็งทั้งหมด

อิมัลชันแบบน้ำมันในน้ำ

ขั้นตอนที่ 3 สารละลายที่เป็นอิมัลชันที่ได้จากขั้นที่ 2 ถูกนำมาทำแห้งโดยการพ่นเป็นละอองเล็กๆลงในแชมเบอร์ที่มีอากาศร้อนไหลเวียนอยู่ ประสิทธิภาพการเก็บสารให้กลิ่นรสในไมโครเอนแคปซูลจะอยู่ระหว่าง 50-100% ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่ใช้ในการทำแห้ง

<u>องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียสารให้กลิ่นรส</u>

สิ่งที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียสารให้กลิ่นรสระหว่างการทำแห้งแบบพ่นฝอย คือ

-คุณสมบัติของตัวเคลือบ

-ขนาดของอิมัลชัน

-ความเข้มข้นของอิมัลชัน

-ปริมาณสารให้กลิ่นรส (วราภรณ์, 2540)

กลิ่นของใบเตยที่มีในแป้งขนมชั้นสำเร็จรูปมีวิธีการเก็บกลิ่นคล้ายกับกระบวนการไมโครเอนแคปซูลเลชัน โดยมีแป้งมันสำปะหลังเป็นตัวเคลือบ และน้ำใบเตยเป็นสารให้กลิ่นรส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

1. แป้งข้าวเจ้า ตราช้างสามเศียร ผลิตโดยบริษัทโรงเส้นหมี่ซอเฮง จำกัด
2. แป้งมันสำปะหลัง ตราปลาสี่ดาว ผลิตโดยห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคลเอี๊ยบตงจั่น
3. แป้งท้าวยายม่อม ตราปลาสี่ดาว ผลิตโดยห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคลเอี๊ยบตงจั่น
4. แป้งข้าวโพด ตราไมซินา ผลิตโดยบริษัทซีพี /อายิ (ประเทศไทย) จำกัด
5. น้ำตาลทราย ตรามิตรผล ผลิตโดยบริษัทน้ำตาลมิตรผล จำกัด
6. กะทิผง ตราชาวเกาะ ผลิตโดยบริษัทเทพผดุงพรมะพร้าว จำกัด
7. น้ำมันพืช ตากุ๊ก ผลิตโดย บริษัท ธนากรผลิตภัณฑ์น้ำมันพืช จำกัด
8. กะทิสด
9. ใบเตย

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องชั่ง METTLER AJ100
2. ลังถึง
3. ถาดขนมขนาด 10×10 นิ้ว

3.3 การทดลอง

3.3.1 การทำขนมชั้น

ชั่งส่วนผสมตามสูตร ผสมส่วนทั้งหมดเข้าด้วยกันแล้วแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยส่วนหนึ่งเติมน้ำใบเตยปริมาณเท่ากับปริมาณน้ำที่ต้องเติมในสูตรอีกส่วนหนึ่งเติมน้ำ กรองทั้งสองส่วนด้วยผ้าขาวบางตั้งลังถึงบนไฟแรง ทาพิมพ์ขนาด 10×10 นิ้วด้วยน้ำมันพืช นึ่งพิมพ์ 5 นาที เทส่วนส่วนผสมชั้นละ 1 ถ้วยตวง นึ่งสลับสีชั้นละ 3-5 นาทีสุกแล้วยกลงปล่อยให้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การคัดเลือกสูตรขนมชั้นที่เหมาะสม

การคัดเลือกสูตรขนมชั้นที่เหมาะสม เพื่อนำไปใช้เป็นสูตรพื้นฐานในการทดลองทำแป้งผสมขนมชั้นสำเร็จรูป โดยค้นคว้าสูตรขนมชั้นจากเอกสารต่างๆ นำส่วนผสมมาคำนวณเป็นเปอร์เซนต์ โดยได้สูตรที่มีส่วนผสมต่างกัน 2 สูตร ดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 แสดงความแตกต่างส่วนผสมของขนมชั้น

ส่วนผสม	ปริมาณ (%)	
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
แป้งมันสำปะหลัง	15	6
แป้งข้าวเจ้า	5	-
แป้งท้าวยายม่อม	-	4
แป้งข้าวโพด	-	7
น้ำตาลทราย	30	31
กะทิ	40	40
น้ำ	10	12

ทดลองทำขนมชั้นโดยวิธีการในข้อ 3.3.1 แล้วนำตัวอย่างที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้แผนการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์(Randomized complete block design) โดยใช้นักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 20 คนเป็นผู้ทดสอบ ทดสอบแบบให้คะแนน (scoring) 5 ระดับ ใช้แบบสอบถาม (ภาคผนวก ก1) วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test เลือกสูตรที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เพื่อไปใช้ในการทดลองทำแป้งผสมขนมชั้นสำเร็จรูปต่อไป

3.3.3 ศึกษาการปรับสูตรผสมให้เป็นแป้งผสมสำเร็จรูป

จากสูตรที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในข้อ 3.3.2 หาความชื้นในส่วนประกอบทั้งหมดตามวิธีของAOAC (1995) และคำนวณปริมาณร้อยละขององค์ประกอบแต่ละชนิดโดยน้ำหนักแห้ง ผสมส่วนผสมตามสัดส่วนที่คำนวณได้โดยใช้กะทิผงแทนกะทิสด จะได้แป้งขนมชั้นสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การศึกษาการผสมน้ำใบเตยในแป้งสำเร็จรูป

นำใบเตยมาปั่นกับน้ำในอัตราส่วน 1:1 จะได้น้ำใบเตย นำน้ำใบเตยที่ได้มาผสมกับแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนต่างๆกัน ดังตาราง 3.2

ตาราง 3.2 แสดงอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำใบเตย

แป้งมันสำปะหลัง	น้ำใบเตย
1 ส่วน	1 ส่วน
1 ส่วน	2 ส่วน
1 ส่วน	3 ส่วน

แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส จนกว่าแป้งจะแห้ง

นำแป้งผสมน้ำใบเตยที่แห้งแล้ว ไปใช้ในแป้งผสมสำเร็จรูปแทนแป้งสีขาว นึ่งขนมตามวิธีข้อ 3.3.1 นำตัวอย่างขนมชั้นมาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบแบบให้คะแนน (scoring) 5 ระดับ ใช้นักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 20 คน เป็นผู้ทดสอบ ใช้แบบสอบถาม (ภาคผนวก ก2) วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลทางสถิติ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test เลือกสูตรที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เพื่อไปใช้ในการทดลองทำแป้งผสมขนมชั้นสำเร็จรูปต่อไป

3.3.5 การปรับปริมาณกะทิผงในแป้งขนมชั้นสำเร็จรูป

แปรปริมาณกะทิผงในส่วนผสมเป็น 13.40,14.81และ16.14% ในส่วนผสมแป้งสำเร็จรูป นำแป้งผสมสำเร็จรูปไปทำขนมชั้นตามข้อ 3.3.1 แล้วทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความมันของขนมชั้นโดยใช้นักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 15 คน โดยวิธีการให้คะแนน (Scoring) 5 ระดับ (ภาผนวก ก1) วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลทางสถิติ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test เลือกสูตรที่ได้รับความนิยมมากที่สุด

3.3.6 การปรับปริมาณน้ำที่จะใช้กับแป้งผสมสำเร็จรูป

นำสูตรแป้งผสมขนมชั้นที่เหมาะสมจากข้อ 3.3.5 มาปรับปริมาณน้ำที่จะต้องเติมเป็น 72.90,80.13และ85.34% ของน้ำหนักแป้งขนมชั้นสำเร็จรูป นำแป้งผสมสำเร็จรูปไปทำขนมชั้นตามข้อ 3.3.1แล้วทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความนุ่มโดยใช้นักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร จำนวน 15 คน โดยวิธีการให้คะแนน (Scoring) 5 ระดับ (ภาผนวก ก1) วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test เพื่อเลือกสูตรที่ได้รับความนิยมมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7 การศึกษาความแตกต่างของขนมชั้นที่ได้จากวิธีดั้งเดิมและขนมชั้นที่ได้จากแป้งผสมสำเร็จรูป

นำแป้งขนมชั้นสำเร็จรูปจากข้อ 3.3.5 มาทดลองทำขนมชั้นตามข้อ 3.3.1 ใช้ปริมาณกะทิผงที่เลือกจากข้อ 3.3.5 และใช้ปริมาณน้ำตามข้อ 3.3.6 เปรียบเทียบกับขนมชั้นที่ทำจากวิธีดั้งเดิมโดยใช้กะทิสด แล้วทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนน (Scoring) 5 ระดับ โดยใช้นักศึกษาภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตรจำนวน 30 คน เป็นผู้ทดสอบ ใช้แบบสอบถาม (ภาคผนวก ก1) วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลทางสถิติ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของขนมชั้นที่ได้จากวิธีดั้งเดิมและขนมชั้นที่ได้จากแป้งผสมสำเร็จรูป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

93633

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 การคัดเลือกสูตรขนมชั้นที่เหมาะสม

จากการทดลองเพื่อคัดเลือกสูตรขนมชั้นเพื่อนำไปใช้เป็นสูตรพื้นฐานเพื่อใช้ในการทดลองทำแป้งผสมขนมชั้นสำเร็จรูป เมื่อทดลองทำขนมชั้นโดยใช้สูตรที่แตกต่างกัน 2 สูตร แล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติต่างๆ ของขนมชั้น

สูตร	ความชอบรวม^{ns}	ความมันวาว^{ns}	ความนุ่ม^{ns}	ความเหนียว^{ns}	ความหวาน^{ns}	การลอกออกเป็นชั้น^{ns}	ความใส^{ns}
1	3.37±0.69	3.17±0.84	3.72±0.69	3.21±0.57	3.80±0.49	3.54±0.81	2.43±0.91
2	3.48±0.73	3.26±0.58	3.33±0.81	3.34±0.67	3.60±0.73	3.34±0.64	2.75±1.05

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้แสดงให้เห็นว่าขนมชั้นทั้ง 2 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันในคุณสมบัติด้านต่าง ๆของขนมชั้นที่ใช้พิจารณา คือ ความชอบรวม ความมันวาว ความนุ่ม ความเหนียว ความหวาน การลอกออกเป็นชั้น และความใส เนื่องจากค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติต่างๆไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ขนมชั้นโดยทั่วไปจะมีส่วนผสมของแป้ง 15-20 % น้ำตาลทรายขาว 30-40 %และกะทิ 45-55 % (กรมอาชีวศึกษา 2525) ซึ่งปริมาณแป้งในสูตรทดลองทั้ง 2 สูตร มีปริมาณแป้งไม่แตกต่างกันมากนัก จึงทำให้ผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างกัน

การพิจารณาเลือกสูตรขนมชั้นที่เหมาะสมจึงใช้การพิจารณาเปรียบเทียบต้นทุนของการผลิตขนมชั้นจากตาราง 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.2 เปรียบเทียบต้นทุนของการผลิตขนมชั้นต่อน้ำหนักส่วนผสม 1000 กรัม

ส่วนผสม	ราคา (บาท)	
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
แป้งมันสำปะหลัง	2.75	1.10
แป้งข้าวเจ้า	0.85	-
แป้งท้าวยายม่อม	-	0.73
แป้งข้าวโพด	-	4.37
น้ำตาลทราย	4.20	4.34
กะทิ	16.00	16.00
รวม	23.80	26.54

เมื่อนำสูตรทั้ง 2 มาเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตก็พบว่ามีความแตกต่างในด้านต้นทุนการผลิต จากตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าสูตรที่ 1 มีต้นทุนต่ำกว่าคือ 23.80 บาทต่อส่วนผสม 1000 กรัม ในขณะที่สูตรที่ 2 มีราคา 26.54 บาทต่อส่วนผสม 1000 กรัม ความแตกต่างที่พบเนื่องจากความแตกต่างของราคาของแป้งที่ใช้ โดยที่สูตรที่ 2 มีส่วนผสมของแป้งข้าวโพด ซึ่งเป็นแป้งที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศทำให้ราคาสูงกว่าแป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นแป้งที่ผลิตได้เองในประเทศ ทำให้สูตรที่ 1 มีราคาต่ำกว่า

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าสูตรขนมชั้นที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นสูตรพื้นฐานในการทดลองทำแป้งผสมขนมชั้นสำเร็จรูปต่อไปคือสูตรที่ 1 เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตต่ำกว่าสูตรที่ 2 โดยถูกกว่า 2.74 บาท คิดเป็น 11.51 %

4.2 ศึกษาการปรับสูตรผสมให้เป็นแป้งผสมสำเร็จรูป

จากสูตรที่คัดเลือกได้ในข้อ 4.1 คำนวณส่วนผสมเป็นสัดส่วนโดยน้ำหนักแห้งดังภาคผนวกข ได้แป้งผสมที่มีองค์ประกอบดังตาราง 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.3 องค์ประกอบของแป้งผสมสำเร็จรูปและส่วนผสมก่อนนึ่ง

	ปริมาณ (%)
<u>แป้งสำเร็จรูป</u>	
แป้งมันสำปะหลัง	25.93
แป้งข้าวเจ้า	8.51
น้ำตาลทราย	51.87
กะทิผง	13.69
<u>ส่วนผสมก่อนนึ่ง</u>	
แป้งผสม	27.10
น้ำ	72.90

4.3 การผสมน้ำใบเตยในแป้งมันสำปะหลัง

จากการทดลองนำน้ำใบเตยมาผสมในแป้งมันสำปะหลัง เพื่อนำแป้งมาใช้ในแป้งขนมชั้นสำเร็จรูป โดยใช้อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลังต่อน้ำใบเตย 3 อัตราส่วนคือ 1:1 1:2 และ 1:3 ได้ผลการทดลองดังตาราง 4.4

ตาราง 4.4 แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติด้านต่างๆ ของขนมชั้นเมื่อทำจากแป้งผสมน้ำใบเตยสัดส่วนต่างๆกัน

อัตราส่วนแป้งต่อน้ำใบเตย	ความชอบรวม	สี	กลิ่น
1:1	4.10 ± 0.50^{a}	4.2 ± 0.49^{a}	3.88 ± 0.63^{a}
1:2	3.18 ± 0.70^{a}	3.63 ± 0.44^{b}	3.88 ± 0.70^{a}
1:3	2.77 ± 1.12^{b}	2.58 ± 0.90^{c}	2.84 ± 0.87^{b}

<u>หมายเหตุ</u> ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 95%

ผลการทดลองที่ได้เมื่อนำน้ำใบเตยมาผสมกับแป้งมันสำปะหลังแล้วทำให้แห้ง นำแป้งที่ได้มาใช้ทำขนมชั้นแล้วทำการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าอัตราส่วนของน้ำใบเตยต่อแป้งที่แตกต่างกันมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านสี กลิ่น และความชอบรวม โดยที่อัตราส่วน 1:1และ 1:2 ไม่มีความแตกต่างในด้านกลิ่นและความชอบรวมแต่ทางด้านสีของขนมชั้นที่ได้มีความแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของค่าเฉลี่ยทั้ง 3 อัตราส่วน ทั้งนี้เป็นเพราะเมื่อใช้น้ำใบเตยเพิ่มขึ้นจะมีกลิ่น และปริมาณของคลอโรฟิลล์ที่ให้สีเขียวเพิ่มขึ้นด้วย ทำให้เมื่อผสมน้ำใบเตยในอัตราส่วนเพิ่มขึ้นก็จะทำให้สีและกลิ่นเพิ่มขึ้นด้วย จากการทดลองผู้บริโภคจะยอมรับปริมาณอัตราส่วนของแป้งต่อน้ำใบเตยที่อัตราส่วน 1:1 เนื่องจากมีค่าเฉลี่ยของสี กลิ่น และความชอบรวมสูงที่สุด เนื่องจากขนมชั้นที่ทำจากแป้งผสมน้ำใบเตยที่อัตราส่วน 1:1 มีสีที่ไม่เข้มมากเกินไปและกลิ่นใบเตยก็ไม่แรงมาก มีลักษณะของขนมใกล้เคียงกับขนมชั้นในท้องตลาดมากที่สุด

4.4 การปรับปริมาณกะทิผงในแป้งขนมชั้นสำเร็จรูป

เนื่องจากในการผลิตกะทิผงจำเป็นจะต้องเติมสารช่วยต่างๆทำให้ในกะทิผงมีของแข็งอื่นความมันของกะทิจึงลดลงขนมชั้นเมื่อทำตามสูตรในข้อ 4.2 มีความมันน้อยจึงต้องมีการปรับปริมาณกะทิผงที่ใช้ในสูตรแป้งขนมชั้นสำเร็จรูปเพื่อเพิ่มความมันของขนมชั้น

จากการทดลองแปรปริมาณกะทิผง 3 ระดับคือ 13.69 14.81 และ15.88 % ของน้ำหนักแป้งผสมแล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความมันและความชอบรวม ได้ผลการทดลองดังตาราง 4.5

ตาราง 4.5 ตารางแสดงการยอมรับด้านปัจจัยต่าง ๆ จากผู้บริโภค

ปริมาณกะทิผงในแป้งขนมชั้นสำเร็จรูป (%)	ความชอบรวม	ความมัน
13.69	3.46 ± 0.45^{c}	3.17 ± 0.43^{b}
14.81	4.12 ± 0.46^{b}	3.18 ± 0.28^{b}
16.14	4.56 ± 0.54^{a}	3.70 ± 0.45^{a}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 95%

จากผลการทดลองเมื่อปรับปริมาณกะทิผงที่เพิ่มขึ้นเป็น 14.81 และ 16.14% มีผลทำให้ขนมชั้นที่ได้มีความมันเพิ่มขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มปริมาณกะทิผงเป็นการเพิ่มปริมาณไขมันในขนมชั้นจะเห็นได้ว่าที่ 16.14% คะแนนเฉลี่ยของความชอบรวมและความมัน จะมีค่าคะแนนเฉลี่ยสูงสุดและมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยทางสถิติจากการใช้ปริมาณกะทิระดับอื่นที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพราะฉะนั้นในแป้งผสมสำเร็จรูปควรมีปริมาณกะทิผงในส่วนผสมเพิ่มขึ้นเป็น 16.14% กะทิผงเมื่อใช้ปริมาณมากขึ้นกว่านี้อาจทำให้ขนมชั้นที่ได้มีความมันมากขึ้นแต่จะมีผลต่อความนุ่มของขนมชั้นทำให้ขนมชั้นที่ได้แข็ง และเนื่องจากในกะทิผงมีของแข็งอื่นผสมอยู่ถ้าใช้ในปริมาณที่มากก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

จะเป็นการเพิ่มปริมาณของแข็งในส่วนผสมแป้งสำเร็จรูปด้วย ดังนั้นในการเพิ่มปริมาณกะทิจะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติของขนมที่ต้องการด้วย

4.5 การปรับปริมาณน้ำเพื่อปรับความนุ่มของขนมชั้น

จากการทดลองปรับปริมาณน้ำ 3 ระดับ คือ 72.90 80.13 และ 85.34%ของน้ำหนักของส่วนผสมก่อนนำไปนึ่ง เติมในแป้งผสมขนมชั้นที่ทำการปรับกะทิผงจากข้อ 4.4 เพื่อหาปริมาณน้ำที่จะทำให้ขนมชั้นที่ทำจากแป้งผสมสำเร็จรูปที่ปรับปริมาณกะทิแล้วมีความนุ่มเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แล้วนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านความนุ่มและความชอบรวมได้ผลการทดลองดังตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ตารางแสดงการยอมรับด้านปัจจัยต่าง ๆ จากผู้บริโภค

ปริมาณน้ำที่ปรับ (%)	ความชอบรวม	ความนุ่ม
72.90	3.13 ± 0.17^{c}	2.83 ± 0.55^{b}
80.13	3.62 ± 0.39^{b}	3.41 ± 0.52^{b}
85.34	4.12 ± 0.29^{a}	4.00 ± 0.77^{a}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยภายใต้ตัวอักษรเดียวกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 95%

การปรับปริมาณน้ำที่ใช้ผสมแป้งผสมสำเร็จรูป จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำจะมีผลทำให้ขนมชั้นที่ได้มีความนุ่มเพิ่มขึ้นโดยที่ปริมาณน้ำที่ใช้ 85.34 % มีคะแนนเฉลี่ยด้านการยอมรับรวมและความนุ่มมากที่สุด อาจเนื่องจากเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำแล้วทำให้แป้งมีน้ำที่ใช้ในการเกิดเจลเพิ่มขึ้น ทำให้การเกิดเจลได้สมบูรณ์ทำให้ขนมที่ได้มีความนุ่มเพิ่มขึ้น ถ้าเพิ่มปริมาณน้ำมากขึ้นจะมีผลต่อความนุ่มของขนมชั้นที่ได้จะทำให้ขนมชั้นมีความนุ่มมากเกินไปอาจมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคได้ และอาจจะมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการนึ่งเมื่อเพิ่มน้ำมากขึ้นอาจต้องใช้เวลานึ่งเพิ่มขึ้นด้วยจึงจะทำให้ผิวหน้าขนมชั้นแต่ละชั้นแห้ง ซึ่งจะมีผลต่อการลอกออกเป็นชั้น

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าแป้งผสมขนมชั้นสำเร็จรูปควรจะมีปริมาณกะทิผง 16.14% และผสมแป้งสำเร็จรูปกับน้ำ 85.34% จึงจะให้ขนมชั้นที่มีลักษณะดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การศึกษาความแตกต่างของขนมชั้นที่ได้จากวิธีดั้งเดิมกับขนมชั้นที่ได้จากแป้งผสมสำเร็จรูป

เมื่อเปรียบเทียบขนมชั้นจากแป้งผสมสำเร็จรูปที่ใช้ปริมาณกะทิผงและปริมาณน้ำที่เหมาะสมจากข้อ 4.4 และ 4.5 กับขนมชั้นจากวิธีดั้งเดิม ทางด้านประสาทสัมผัสในด้านความชอบรวม ความมัน ความเหนียว การลอกออกเป็นชั้นและความใส ได้ผลดังตาราง 4.7

ตาราง 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจากการทดลองที่ 3.3.7

วิธีการทำขนมชั้น	ความชอบรวม^{ns}	ความมันวาว^{ns}	ความเหนียว^{ns}	การลอกออกเป็นชั้น^{ns}	ความใส^{ns}
วิธีดั้งเดิม	3.92±0.56	3.77±0.67	3.57±0.57	3.40±0.67	3.39±0.45
จากแป้งผสมสำเร็จรูป	3.74±0.41	3.54±0.63	3.59±0.72	3.16±0.92	3.29±0.50

^{ns}ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าขนมชั้นที่ทำโดยวิธีดั้งเดิมกับขนมชั้นที่ทำจากแป้งผสมสำเร็จรูปไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทางด้านความชอบรวม ความมันวาว ความเหนียว การลอกออกเป็นชั้นและความใส แสดงให้เห็นว่าขนมชั้นที่ได้จากแป้งผสมสำเร็จรูปเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ผลิตภัณฑ์แป้งขนมชั้นสำเร็จรูปที่ได้แสดงไว้ในรูป 4.1 และความแตกต่างของขนมชั้นที่ได้จากแป้งผสมสำเร็จรูปกับขนมชั้นที่ได้จากวิธีดั้งเดิมแสดงไว้ในรูป 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 4.1 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์แป้งขนมชั้นสำเร็จรูป

รูป 4.2 แสดงความแตกต่างของขนมชั้นที่ได้จากแป้งผสมสำเร็จรูปกับขนมชั้นที่ได้จากวิธีดั้งเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

1. สูตรขนมชั้นที่เหมาะสมที่นำมาใช้เป็นสูตรพื้นฐาน คือ

แป้งมัน	15%
แป้งข้าวเจ้า	5%
กะทิ	40%
น้ำตาล	30%
น้ำ	10%

   เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำและแป้งชนิดต่าง ๆที่ใช้ก็หาง่ายราคาถูก

2. การนำน้ำใบเตยมาใช้ในแป้งผสมสำเร็จอัตราส่วนของใบเตยต่อน้ำที่ใช้คือ 1:1 และอัตราส่วนของน้ำใบเตยต่อแป้งมันสำปะหลัง คือ 1:1 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด เมื่อคิดในด้านของต้นทุนการผลิตการใช้ปริมาณใบเตยและน้ำใบเตยน้อยทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง

3. การปรับปรุงคุณภาพแป้งผสมสำเร็จรูปทางด้านความมันและความนุ่ม พบว่าเมื่อเพิ่มกะทิผงเป็น15.88 % และใช้น้ำผสมแป้งผสมสำเร็จรูป 85.34 % จากการเพิ่มปริมาณกะทิผงและน้ำมีผลทำให้แป้งผสมขนมชั้นสำเร็จรูป เมื่อนำมาทำขนมชั้นแล้วมีความใกล้เคียงกับขนมชั้นที่ทำจากวิธีดั้งเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สูตรแป้งผสมขนมชั้นสำเร็จรูปเมื่อปรับปริมาณกะทิผงแล้ว

	ปริมาณ (%)
<u>แป้งสำเร็จรูป</u>	
แป้งมันสำปะหลัง	25.05
แป้งข้าวเจ้า	8.35
น้ำตาลทราย	50.46
กะทิผง	16.14
<u>ส่วนผสมก่อนนึ่ง</u>	
แป้งผสม	14.66
น้ำ	85.34

ข้อเสนอแนะ

1. การนึ่งขนมชั้นควรจับเวลาให้อยู่ในช่วง 3-5 นาทีต่อชิ้น เพราะเมื่อใช้เวลามากเกินไปทำให้ขนมชั้นนั้น ๆ พองฟูทำให้ผิวหน้าของขนมชั้นไม่เรียบ มีผลต่อการลอกออกเป็นชั้น
2. การนึ่งควรใช้กระดาษปิดก่อนปิดฝาลังถึง เพื่อป้องกันน้ำไม่ให้หยดลงหน้าขนมชั้นแต่กระดาษที่ใช้ควรเป็นกระดาษมีความสะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมอาชีวศึกษา. 2525. **คู่มือการสอนวิชาขนมไทย.** โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว. กรุงเทพฯ.

กฤษฎากร กาซาว ถิรวัฒน์ ศิริศักดิ์.2540. **ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพน้ำฝรั่ง.** ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ. 2510. **ส่วนประกอบของมะพร้าวและกะทิ.** กรมวิทยาศาสตร์.กรุงเทพฯ.

ชมรมเทคโนโลยีทางอาหารและชีวภาพ.2537.**กะทิสำเร็จรูป.** คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .กรุงเทพฯ.

ณรงค์ นิยมวิทย์ และคณะ.2533. **การเตรียมแป้งผสมขนมชั้นจากแป้งมันสำปะหลังและแป้งมันสำปะหลังแปรสภาพ.** วารสารอาหาร 20(2) 105-114

ประชา บุญญสิริกุล อรวินท์ โทรถี.2519. **อาหาร.** สมาคมคหเศรษฐศาสตร์แห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ

รัชนี ตัณฑะพานิชกุล.2537. **เคมีอาหาร.** ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ

วรนุช ศรีเจษฎารักษ์ .2535. **การแปรสภาพแป้ง.** อ้างใน ภูมิ สมาหาร ,พินิจ เสียงเสนาะ .2539. การศึกษาสภาวะการดัดแปรที่เหมาะสมในการดัดแปรแป้งโดยวิธีครอสลิงกิง. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

วราภรณ์ พันธ์ครุฑ .2540.**การปรับปรุงสารให้กลิ่นรสโดยวิธีไมโครเอนแคปซูลเลชัน.**สัมมนาระดับปริญญาตรี.ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

สุรพล อุปดิสสกุล. 2528. การวางแผนการทดลองเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 3 . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .กรุงเทพฯ. 145หน้า

สำนักงานมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.2528. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์กะทิผง.** กระทรวงอุตสาหกรรม.กรุงเทพฯ.

AOAC.1995. **Official Method of Analysis of Association of Official Analysis chemists** 16th.The Association of official chemists,Washington D.C. p32-1

Beynum,V. and Roels, J.R.1985.อ้างใน อรพิน ภูมิภมร.2532. **รายงานสถานการณ์อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากแป้ง.** กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Clement,A.and Villacorte,อ้างใน Woodroof, J.G.1979.**Coconut:production,processing,product.** AVI publishing company Inc, Westport Connecticut . p205-207

Duckworth ,R.B.1966.อ้างใน กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์ ผักผลไม้. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

Macrae,R. Robinson,R.K. and Sadler,M.J. อ้างใน กัลยานี โสมนัส. 2540.การผลิตกล้วยหอมผงโดยการทำแห้งแบบโฟมและแบบผ่นฝอย.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.1

แบบทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ชื่อ **วันที่**

ผลิตภัณฑ์ ขนมชั้น

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณลักษณะต่าง ๆ ของขนมชั้น โดยให้ผู้ชิมขีดเส้นตั้งฉากลงบนแนวนอนตามความรู้สึกของท่านผู้ชิม

การแสดงความรู้สึกของท่านอย่างแท้จริง จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการทดลองครั้งนี้

1.ความมันวาว

2. ความใส

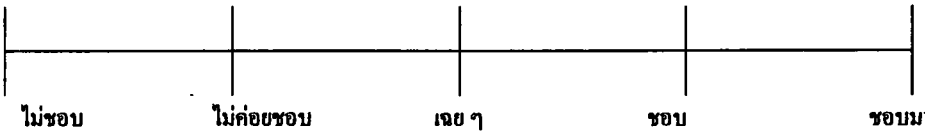
3.การลอกออกเป็นชั้น

4. ความนุ่ม

5. ความหวาน

6.ความเหนียว

7.การยอมรับรวม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.2

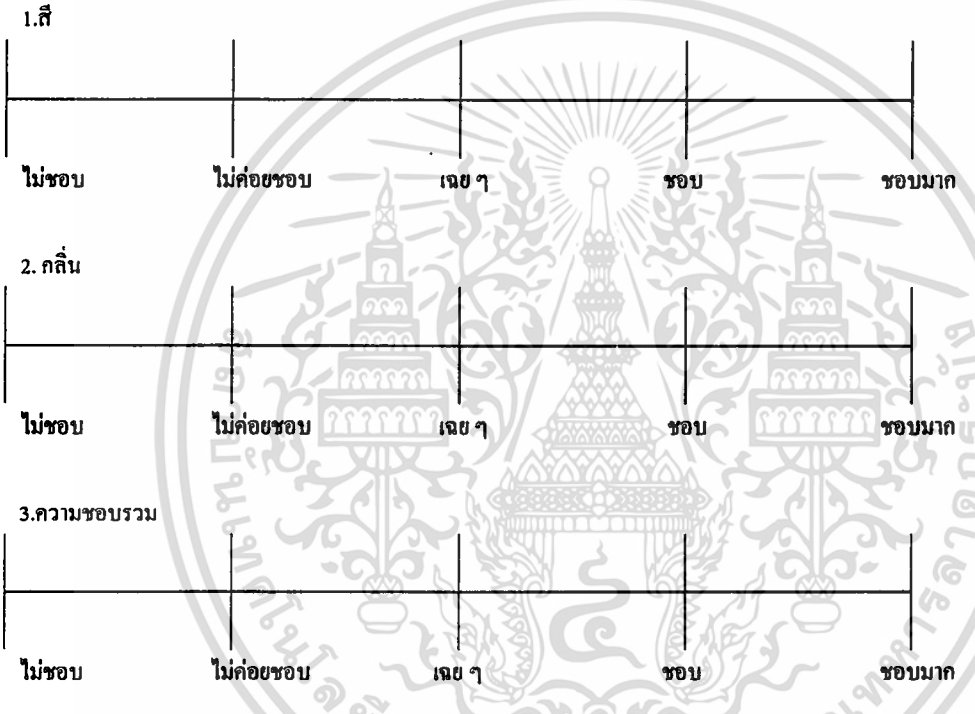
แบบทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

ชื่อ **วันที่**

ผลิตภัณฑ์ ขนมชั้น

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณลักษณะต่าง ๆ ของขนมชั้น โดยให้ผู้ชิมขีดเส้นตั้งฉากลงบนแนวนอนตามความรู้สึกของท่านผู้ชิม

การแสดงความรู้สึกของท่านอย่างแท้จริง จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการทดลองครั้งนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ความชื้นและการคำนวณส่วนผสมแป้งสำเร็จรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข 1
วิธีวิเคราะห์ความชื้น

1. ชั่งน้ำหนัก aluminium can พร้อมฝาที่สะอาดและผ่านการอบแห้งมาก่อน
2. ใส่ตัวอย่างอาหาร 2-5 กรัม ปิดฝาแล้วนำไปชั่งด้วยตาชั่งละเอียด (10^{-4} กรัม)
3. นำไปอบในตู้อบโดยเปิดฝา aluminium can ใช้อุณหภูมิ 130 $^{\circ}$c นาน 2 ชั่วโมง
4. เมื่อครบกำหนดเวลาที่อบ ปิดฝา aluminium can นำมาทำให้เย็นใน desiccator ก่อนนำมาชั่งน้ำหนัก
5. คำนวณเปอร์เซนต์ความชื้น = $\frac{\text{นน.สด} - \text{นน.แห้ง}}{\text{นน.สด}} \times 100$

ผลการหาความชื้นของวัตถุดิบ

ตัวอย่าง	น้ำหนัก can + ฝา (กรัม)	น้ำหนัก can + ฝา + ตัวอย่าง (กรัม)	น้ำหนักหลังอบ (กรัม)	ความชื้น (%)
แป้งข้าวเจ้า	1. 16.5053	20.3503	19.8588	12.78
	2. 17.5433	21.8481	21.3037	12.64
			เฉลี่ย	12.71
แป้งมันสำปะหลัง	1. 17.3071	20.7230	20.2883	12.72
	2. 17.1946	21.7718	21.1676	13.20
			เฉลี่ย	12.96
น้ำตาลทราย	1. 18.3823	22.0194	22.0157	0.001
	2. 17.3351	20.7064	20.7011	0.001
			เฉลี่ย	0.001
กะทิ	1. 17.3704	20.2077	17.9227	80.53
	2. 19.8783	22.0762	20.3012	80.75
			เฉลี่ย	80.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข 2

การคำนวณส่วนผสมแป้งสำเร็จรูป

โดยใช้สูตรที่ 1 คิดสัดส่วนของของแข็งและความชื้นในส่วนผสม 100 กรัม

แป้งข้าวเจ้า 5 กรัม เป็นสัดส่วนของความชื้น = $\frac{12.71 \times 5}{100}$ = 0.6355 กรัม

เป็นส่วนของของแข็ง = $\frac{87.29 \times 5}{100}$ = 4.3645 กรัม

แป้งมัน 15 กรัม เป็นส่วนของความชื้น = $\frac{12.96 \times 15}{100}$ = 1.944 กรัม

เป็นส่วนของของแข็ง = $\frac{87.04 \times 15}{100}$ = 13.056 กรัม

กะทิ 40 กรัม เป็นส่วนของความชื้น = $\frac{80.64 \times 40}{100}$ = 32.256 กรัม

เป็นส่วนของของแข็ง = $\frac{19.36 \times 40}{100}$ = 7.744 กรัม

น้ำตาล 30 กรัม เป็นของแข็ง = 30 กรัม

น้ำ 10 กรัม เป็นน้ำ = 10 กรัม

ความชื้นในส่วนผสม = 0.6355+1.944+32.256+10 = 44.8355 กรัม

ของแข็ง = 4.3645+13.056+7.744+30 = 55.1645 กรัม

ปริมาณของแข็งและความชื้นในส่วนผสมสรุปได้ดังนี้

ส่วนผสม	ปริมาณความชื้น (กรัม)	ปริมาณของแข็ง (กรัม)
แป้งข้าวเจ้า	0.6355	4.3645
แป้งมัน	1.944	13.056
กะทิ	32.256	7.744
น้ำตาล	-	30
น้ำ	10	-
รวม	44.8355	55.1645

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณเปอร์เซนต์ของแข็งของส่วนผสม (ของแห้ง)

แป้งข้าวเจ้า $= \frac{4.3645 \times 100}{55.1645} = 7.91\%$

แป้งมัน $= \frac{13.056 \times 100}{55.1645} = 23.67\%$

กะทิ $= \frac{7.744 \times 100}{55.1645} = 14.04\%$

น้ำตาล $= \frac{30 \times 100}{55.1645} = 54.38\%$

<u>ปริมาณของแข็งในแป้งผสมสรุปได้ดังนี้</u>

ส่วนผสม	ปริมาณของแข็ง (%)
แป้งข้าวเจ้า	7.91
แป้งมัน	23.67
กะทิ	14.04
น้ำตาล	54.38

การคำนวณแป้งผสมขนมชั้นสำเร็จรูป

basis 500 กรัม

	น้ำหนักแห้ง	ความชื้น	น้ำหนักที่ชั่ง
แป้งข้าวเจ้า	39.55	11.37	44.62 กรัม
แป้งมันสำปะหลัง	114.35	12.94	135.94 กรัม
กะทิผง	70.2	2.15	71.74 กรัม
น้ำตาลทราย	271.9	-	271.90 กรัม
		รวม	524.20 กรัม

เพราะฉะนั้นในส่วนผสม 500 กรัมมีความชื้นเท่ากับ 524.20-500 = 24.20 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณน้ำที่ใช้เติมในแป้งสำเร็จรูป

แป้ง 55.1645 กรัม มีความชื้น 44.8355 กรัม

แป้ง 500 กรัม มีความชื้น $\frac{44.8355 \times 500}{55.1645} = 406.38$ กรัม

น้ำที่ต้องเติมจริง 406.38 – 24.20 = 382.18 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.การคัดเลือกสูตรขนมชั้นที่เหมาะสม

ใช้แผนการทดลองแบบ RCB ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การยอมรับทางด้านความมันวาว

SOV	SS	Df	MS	F
ตัวอย่าง	0.075	1	0.075	0.092^{ns}
ผู้ชิม	4.614	19	0.243	0.301^{ns}
Error	15.336	19	0.807	
รวม	20.025	39		

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับทางด้านความใส

SOV	SS	Df	MS	F
ตัวอย่าง	1.005	1	1.005	1.050^{ns}
ผู้ชิม	19.061	19	1.003	1.048^{ns}
Error	18.176	19	0.957	
รวม	38.242	39	0.981	

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การลอกออกเป็นชั้น

SOV	SS	Df	MS	F
ตัวอย่าง	0.408	1	0.408	0.648^{ns}
ผู้ชิม	8.580	19	0.452	0.717^{ns}
Error	11.967	19	0.630	
	20.955	39	0.537	
รวม				

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับทางด้านความนุ่ม

SOV	SS	Df	MS	F
ตัวอย่าง	1.403	1	1.403	2.761^{ns}
ผู้ชิม	12.281	19	0.646	1.272^{ns}
Error	9.652	19	0.508	
รวม	23.336	39	0.598	

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับทางด้านความหวาน

SOV	SS	Df	MS	F
ตัวอย่าง	0.418	1	0.418	0.813^{ns}
ผู้ชิม	5.101	19	0.268	0.522^{ns}
Error	9.777	19	0.515	
รวม	15.296	39	0.392	

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับทางด้านความเหนียว

SOV	SS	Df	MS	F
ตัวอย่าง	0.170	1	0.170	0.330^{ns}
ผู้ชิม	5.050	19	0.266	0.515^{ns}
Error	9.806	19	0.516	
รวม	15.026	39	0.385	

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับทางด้านความชอบรวม

SOV	SS	Df	MS	F
ตัวอย่าง	0.130	1	0.130	0.284^{ns}
ผู้ชิม	10.563	19	0.556	1.214^{ns}
Error	8.707	19	0.458	
รวม	19.400	39	0.497	

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. การศึกษาการผสมน้ำใบเตยในแป้งสำเร็จรูป

ใช้แผนการทดลองแบบ RCB ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การยอมรับทางด้านสี

SOV	SS	Df	MS	F
ตัวอย่าง	27.130	2	13.565	29.711^{*}
ผู้ชิม	6.501	19	0.342	0.479^{ns}
Error	17.349	38	0.457	
รวม	50.980	59	0.864	

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับทางด้านกลิ่น

SOV	SS	Df	MS	F
ตัวอย่าง	14.519	2	7.259	13.757^{*}
ผู้ชิม	11.578	19	0.609	1.155^{ns}
Error	20.051	38	0.528	
รวม	46.148	59	0.782	

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับทางด้านความชอบ

SOV	SS	Df	MS	F
ตัวอย่าง	19.614	2	9.807	11.903*
ผู้ชิม	6.658	19	0.350	0.425ns
Error	31.309	38	0.824	
รวม	57.581	59	0.976	

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. การปรับปริมาณกะทิผงในแป้งขนมชั้นสำเร็จรูป

ใช้แผนการทดลองแบบ RCB ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การยอมรับทางด้านความมัน

SOV	SS	df	MS	F
ตัวอย่าง	1.881	2	0.941	2.442ns
ผู้ชิม	8.083	14	0.577	1.499ns
Error	10.787	28	0.385	
รวม	20.751	44	0.472	

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับทางด้านความชอบ

SOV	SS	df	MS	F
ตัวอย่าง	9.186	2	4.593	54.324*
ผู้ชิม	1.508	14	0.108	1.274ns
Error	2.367	28	0.085	
รวม	13.061	44	0.297	

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การปรับปริมาณน้ำเพื่อปรับความนุ่มของขนมชั้น

ใช้แผนการทดลองแบบ RCB ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การยอมรับทางด้านความนุ่ม

SOV	SS	df	MS	F
ตัวอย่าง	7.616	2	3.805	18.290*
ผู้ชิม	5.880	14	0.420	2.010ns
Error	5.812	28	0.208	
รวม	19.308	14	0.439	

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95

การยอมรับทางด้านความชอบ

SOV	SS	df	MS	F
ตัวอย่าง	8.631	2	4.365	30.730*
ผู้ชิม	3.780	14	0.270	1.900ns
Error	3.965	28	0.142	
รวม	16.358	44	0.372	

ตัวอย่างมีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.การศึกษาความแตกต่างของขนมชั้นที่ได้จากวิธีดั้งเดิมและขนมชั้นที่ได้จากแป้งผสมขนมชั้นสำเร็จรูป

ใช้แผนการทดลองแบบ RCB ได้ตาราง ANOVA วิเคราะห์ความแปรปรวนดังนี้

การยอมรับด้านความมัน

SOV	SS	df	MS	F
ตัวอย่าง	0.798	1	0.798	1.978^{ns}
ผู้ชิม	13.193	29	0.455	1.128^{ns}
Error	11.699	29	0.403	
รวม	25.690	59	0.435	

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับทางด้านความใส

SOV	SS	df	MS	F
ตัวอย่าง	0.420	1	0.420	2.514^{ns}
ผู้ชิม	8.704	29	0.300	1.492^{ns}
Error	5.831	29	0.201	
รวม	14.955	59	0.253	

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การลอกออกเป็นชั้น

SOV	SS	df	MS	F
ตัวอย่าง	0.195	1	0.195	0.322^{ns}
ผู้ชิม	26.558	29	0.915	1.516^{ns}
Error	17.517	29	0.604	
รวม	44.271	59	0.750	

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การยอมรับทางด้านความเหนียว

SOV	SS	df	MS	F
ตัวอย่าง	0.006	1	0.006	0.17^{ns}
ผู้ชิม	14.806	29	0.511	1.496^{ns}
รวม	24.709	59	0.419	

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การยอมรับทางด้านความชอบรวม

SOV	SS	Df	MS	F
ตัวอย่าง	0.458	1	0.458	2.582^{ns}
ผู้ชิม	9.116	29	0.314	1.773^{ns}
Error	5.140	29	0.177	
รวม	14.174	59	0.249	

ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผู้ชิมไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้