



# ปัญหาพิเศษ

## เรื่อง

แป้งขนมตาลสำเร็จรูป

Pre-mixed toddy palm flour

โดย

นางสาวสุรี คิวพิชฌ

ปีการศึกษา 2543

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สพ.

๘๘๖๖๒

เลขที่..... 2543

เลขทะเบียน..... 40297

วัน, เดือน, ปี 1 1 ค.ย. 2544

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

a.	111040671
b.	.....
i.	.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2543

ชื่อเรื่อง แป้งขนมตาลสำเร็จรูป

Pre-mixed toddy palm flour

ชื่อ – สกุล นางสาวสุรี ผิวเพชร

สาขาวิชา อุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปนิดา ประวิตรวงศ์

### บทคัดย่อ

ตาลเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่มากมายในทุกภูมิภาคของประเทศไทย สามารถจะนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน แต่ยังคงมีการสูญเสียไปอีกด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะตาลสุกที่ส่วนใหญ่จะปล่อยให้หล่นทิ้งอย่างเปล่าประโยชน์ เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์และนำเอาผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด จึงได้นำตาลสุกมาทำตาลผง และศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำขนมตาล โดยใช้ตาลผงเพื่อทำเป็นแป้งขนมตาลสำเร็จรูปเพื่อให้สะดวกต่อการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับบุคคลที่ต้องการประหยัดเวลาและลดขั้นตอนในการทำผลิตภัณฑ์ซึ่งมีความยุ่งยากดังเช่นขนมตาล

จากการศึกษาและทดลองทางด้านประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมและหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งต่อปริมาณตาลผงที่ใช้และอัตราส่วนของผงฟูที่ใช้แล้ว ผู้บริโภคเกิดการยอมรับมากที่สุด ดังนั้นได้สูตรแป้งขนมตาลสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมดังนี้

แป้งข้าวเจ้า	100 กรัม	ตาลผง	7.5 กรัม
น้ำ	240 กรัม	กะทิผง	10 กรัม
น้ำตาล	95 กรัม	ผงฟู	3 กรัม

ซึ่งลักษณะของขนมตาลที่ทำจากแป้งสูตรจะมีลักษณะคือ เนื้อขึ้นฟู นุ่ม มีกลิ่นหอมและรสหวาน ซึ่งมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับขนมตาลที่มีขายตามท้องตลาดมากที่สุด

## กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายโดยเฉพาะ อาจารย์ ปนิตา ประวิตรวงศ์ ที่ท่านได้ให้ความกรุณาเสียสละเวลาของท่านในการให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดเวลาในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ นอกจากนี้ยังได้รับการอำนวยความสะดวกต่างๆ จากเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร และความช่วยเหลือของเพื่อนๆ ในการทำการทดลอง ซึ่งเป็นผลให้เกิดความสมบูรณ์ของปัญหาพิเศษเรื่องนี้ จึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวมา ณ โอกาสนี้

ความดีของปัญหาพิเศษเล่มนี้ ขอมอบให้กับ คณาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชา บิดา มารดา ซึ่งให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์และกำลังใจตลอดเวลา และเพื่อนๆ น้องๆ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร ที่ให้ความช่วยเหลือในการทดลองชิม และผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุรี พิวิเชียร  
เมษายน 2544

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญตาราง.....	ง
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ตาล.....	3
2.2 การทำแห้ง.....	4
2.3 แป้งข้าวเจ้า.....	7
2.4 กะทิ.....	7
2.5 น้ำตาล.....	7
2.6 น้ำ.....	8
2.7 สิ่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู.....	8
3. อุปกรณ์และวิธีการ	
3.1 วัตถุดิบ.....	11
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ.....	11
3.3 วิธีการดำเนินงาน.....	11

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.1 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการทำแป้งขนมตาลสำเร็จรูป จากตาลผง.....	11
3.3.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของตาลผงต่อแป้งข้าวเจ้า ในการทำขนมตาลสำเร็จรูป.....	12
3.3.3 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้ผงฟูต่อแป้งข้าวเจ้า ในส่วนผสมของขนมตาลสำเร็จรูป.....	13
3.4. สถานที่ทำการทดลอง.....	13
3.5. ระยะเวลาการดำเนินการ.....	13
4. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	
4.1 ผลการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการทำแป้งขนมตาลสำเร็จรูป จากตาลผง.....	14
4.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของตาลผงต่อแป้งข้าวเจ้าในการ ทำขนมตาลสำเร็จรูป.....	16
4.3 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งข้าวเจ้าต่อผงฟูใน ส่วนผสมของขนมตาลสำเร็จรูป.....	20
5.สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	23
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	23
บรรณานุกรม.....	24
ภาคผนวก.....	26

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	11
2	14
3	17
4	20
5	26
6	26

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

ตาลหรือตาลโตนด(Palmysa palm,Toddy palm) มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า *Borassus flabellifer* จัดเป็นพันธุ์ไม้ในวงศ์ปาล์ม(Family plame) แพบทุกแห่งทุกภาคในประเทศไทยจะพบเห็นต้นตาลขึ้นตามท้องทุ่งนา ป่าเขา พื้นที่สาธารณะทั่วไป แสดงให้เห็นว่าต้นตาลนั้นเป็นพันธุ์ไม้ที่เกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ ตาลโตนดมีความสำคัญและให้ประโยชน์กับคนไทยมานาน หลายยุคหลายสมัย โดยประโยชน์ที่ได้ ได้จากทุกส่วนตั้งแต่ต้นเล็กจนกระทั่งโตเต็มที่ (มานิจ สุชีวงษ์, 2541:18) แต่การใช้ประโยชน์จากต้นตาลในปัจจุบันนั้นยังไม่ค่อยมากนัก เนื่องจากมีปัญหาเกี่ยวกับการเก็บเกี่ยวผลผลิต เพราะราคาไม่เหมาะสมกับค่าแรงในการเก็บเกี่ยวจึงทำให้เกิดการสูญเสียไป โดยเฉพาะตาลที่แก่จัด สุก และหล่นเน่าเสีย

ปัจจุบันนี้ทุกคนต้องการความรวดเร็วในการใช้ชีวิตประจำวัน ไม่ค่อยให้ความสำคัญกับการที่จะประกอบอาหารหรือขนมที่มีชั้นตอนยุ่งยากมากนัก ขนมตาลเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่เป็นขนมที่มีผู้ยอมรับ นิยมบริโภคอยู่ไม่น้อย เนื่องจากเป็นขนมที่มีกลิ่นหอม มีสีสันทนารับประทาน และมีรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ แต่มีกรรมวิธีที่ค่อนข้างที่จะยุ่งยากในการทำให้เวลาในการทำอยู่บ้าง จึงไม่มีผู้สนใจศึกษาในเรื่องนี้อยู่บ่อย จึงควรมีการศึกษาเพื่อพัฒนากรรมวิธีให้ชัดเจนตลอดถึงส่วนที่ได้มาตรฐาน สามารถที่จะเก็บรักษาไว้ได้นาน และสะดวกในการใช้เพื่อพัฒนาให้เป็นที่รู้จักของบุคคลทั่วไปให้เป็นที่ยอมรับ และสามารถที่จะนำมารับประทานเองได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว ดังนั้นจึงทำการศึกษาในความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์แป้งขนมตาลสำเร็จรูป

### 1.2.วัตถุประสงค์

- 1.เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการทำขนมตาลโดยใช้ตาลผง
- 2.เพื่อศึกษาอัตราส่วนของส่วนผสมที่เหมาะสมในการทำแป้งขนมตาลสำเร็จรูป
- 3.วิเคราะห์ความยอมรับของผลิตภัณฑ์ขนมตาลจากการใช้แป้งขนมตาลสำเร็จรูป

### 1.3 ขอบเขตของปัญหา

ศึกษาอัตราส่วนของส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตแป้งขนมตาลสำเร็จรูปเพื่อให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมอาหาร คือ แป้งขนมตาลสำเร็จรูป
2. สามารถนำเอาวัตถุดิบที่มีมากในท้องถิ่นซึ่งมีการสูญเสียค่อนข้างสูงมาใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ตาล(Palms Palm, Toddy Palm)

ตาล โตนดจัดเป็นปาล์มชนิดหนึ่งที่สารพัดประโยชน์ชนิดหนึ่ง จนมหาตมาคานธี ถึงกับเคยขนานนามให้กับตาลโตนดนี้เป็น “ชาตินิยมความยากจน” ให้กับคนอินเดียได้เป็นอย่างดียิ่ง นักวิชาการไทยผู้ที่สนใจเรื่องตาล สันนิษฐานว่าต้นตาลแพร่เข้าสู่ไทยได้สองทางคือ ทางบกจากอินเดียสู่พม่าเข้าสู่ไทย และทางทะเลผ่านทหารเดินเรือค้าขายระหว่างอินเดียได้กับคนแดนในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ต้นตาลจึงขึ้นทุกชมในบริเวณเมืองท่าชายฝั่ง เช่น สงขลา เพชรบุรี และเรื่อยไปตามฝั่งแม่น้ำ คือราชบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม และชัยนาท (พจน์ สัจจะ, 2540 :85)

ตาลโตนด มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ คือ *Borassus flabellifer* จัดเป็นพันธุ์พืชในวงศ์ปาล์ม (Family Palmae) ระบบรากฝอย(Fibrous Root)ซึ่งมีการสร้างรากใหม่ จากบริเวณ โคนต้นได้ผลึกทำหน้าที่เป็นลำจั่น ลำต้นได้เป็นอย่างดี ลำต้น ตาลโตนดเป็นปาล์มที่มีลำต้นเดี่ยว (Solitary Trunk) มีลักษณะสูงใหญ่ความสูงได้ ถึง 25-30 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นตรงโคนรากอาจจะ ถึง 1 เมตร ที่โคนรากจะมีรากฝอยเกิดอยู่โดยรอบจำนวนมากเมื่อมีอายุน้อยลำต้นจะมีสีน้ำตาลหุ้มด้วย กากใบแห้ง เมื่ออายุมากขึ้น ลำต้นจะเรียบเหลือเพียงรอยแผลเป็นแคบๆ ที่กากใบแห้งที่กากใบ หลุดร่วงใบเป็นรูปฝ่ามือ(Palmate Leaf)ชนิดที่มีแกนกลาง ใบประกอบด้วยใบฝอยทั้งสองที่มีลักษณะแบบ รังน้ำทิ้งคว่ำหงาย ติดเป็นแผ่น ใบปลายลึกลงครึ่งตัวใบกว้างประมาณ 1.00-1.50 เมตร ต้นหนึ่งมีใบประมาณ 30-40 ใบ มีสีเขียว อมเทา ก้านใบมีสีเหลืองปนสีดำคล้ำๆ มีความแข็งแรงยาว 60-120 เซนติเมตร บริเวณของก้านใบหนามแบบฟันเลื่อย ดอกไม่สมบูรณ์เพศ(Dioecious) แบบแยกดอกแยกเพศอยู่ต่างต้นแทงช่อดอกอยู่ระหว่างชอกกาบใบ ชอกดอกใหญ่เป็นทะลายผล การเจริญเติบโตจากเมล็ดจะงอกหลังจากวันเพาะประมาณ 2-6 สัปดาห์ เริ่มให้ดอกเมื่อ อายุ 10 ปีขึ้นไป มีอายุยืนยาวไม่น้อยกว่า 80 ปี (มานิจ สุชีวงษ์, 2542 : 19) ผลมีลักษณะกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 15-20 เซนติเมตร เมื่ออ่อนมีสีเขียว เมื่อยังอ่อนมีลักษณะเป็นวุ้น มีรสหวานรับประทานได้เรียกว่า ลูกตาลอ่อน แต่เมื่อแก่จะแข็งมาก นำมาเพาะจะงอกเป็นต้นอ่อนอยู่ภายในเมล็ดเรียกว่าจาว และจะแทงรากลงไปดินลึกก่อนจึงจะแตกต้นอ่อนขึ้นมาบนดินสำหรับต้นตาล โตนดที่แก่เต็มที่จะให้ผลปีละ

ประมาณ 200-300 ผล สำหรับผลตาลแก่จะมีผิวภายนอกที่แข็ง มีสีเข้มเกือบดำ หนักประมาณ 1.5 กิโลกรัม เปลือกผลชั้นกลางเป็นเส้นใยอยู่มากมาย และมีสีเหลือง มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว

สมัยก่อน นิยมที่จะนำเอาลูกตาล ที่แก่จัดมาต้มน้ำให้ส่วนเนื้อที่ติดอยู่กับเส้นใยหลุดออกมาและนำไปทับให้สะเด็ดน้ำจะมีได้ลักษณะของเนื้อตาลที่มีสีเหลืองมีกลิ่นเฉพาะตัวมีลักษณะคล้ายกับแป้งมัน้ำที่ทับแล้ว แต่จะมีความเหนียว เนื่องจากตาลมีความหวานอยู่ในตัวมากกว่าแป้งข้าวเจ้า นิยมนำมาทำผลิตภัณฑ์ขนมตาล ที่เป็นที่ยู้งักกันดีตลอดจนปัจจุบันนี้

ปัจจุบันนี้ลูกตาลอ่อน จะเป็นที่รู้จักกันมากในประเทศไทย ได้ผลิตบรรจุกระป๋องส่งขายทั่วทั้งตลาดเอเชียไปจนถึงอเมริกา แต่สำหรับอินเดีย สำคัญคือ น้ำหวานที่ปาดได้จากช่อดอกที่เรียกว่า น้ำตาลโตนด(Jaggery) น้ำตาลโตนดมีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าน้ำอ้อย คือ มีโปรตีน 1.04% ไขมัน 0.19% น้ำตาลซูโครส 76.86% แร่ธาตุทั้งหมด 3.15% กับวิตามินรวม อีกด้วย นอกจากนี้ยังมีเมื่อผลตาลแก่และสุกได้ที่สามารถยีเอาเนื้อตาลที่มีสีเหลืองแก่ไปผสมกับแป้งทำขนมตาล ส่วนจาวตาลที่เพาะจนโตเต็มที่ กะทะาะเปลือกแข็งแะเอาจาวตาลนำมาเชื่อมได้อาหารหวานเป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังมีเมื่อผลตาลแก่สุกได้ที่สามารถยีเอาเนื้อตาลที่สีเหลืองแก่ไปผสมกับแป้งทำเป็นขนมตาล นอกจากนี้ตาลยังมีประโยชน์ด้านอื่น เช่น ด้านที่อยู่อาศัย ใช้ในการก่อสร้างที่อยู่อาศัยได้ เนื้อไม้บริเวณผิวของลำต้นมาทำกระดาน เครื่องครัวเรือน และเฟอร์นิเจอร์ เก้าอี้ ตู้ ฯลฯ ชาวบ้านสมัยก่อนนำเอาส่วนโคนของต้นตาลมาขูดทำเรือ ด้านเครื่องนุ่งห่มอาจจะได้ ในรูปแบบอ้อม ได้จากเส้นใยของใบ ลำต้นนำมาทำหมวก ร่มได้ ด้านยารักษาโรคในส่วนของยาไทยนำมาเป็นส่วนผสม เช่น รากแก้ท้องร่วง หรือท้องเสีย ดอกเกสรตัวผู้ที่เรียกว่า งวง นำมาถ่ายพยาธิ แก้กตาลขโมยให้กับเด็กได้ และปัจจุบันนี้นิยมนำเอาต้นตาลมาตกแต่งสถานที่และที่สาธารณะต่างๆ (มานิจ สุชีวงษ์, 2542 :19) จะเห็นได้ว่าตาลมีประโยชน์ทุกส่วน

## 2.2 การทำแห้ง

การทำแห้ง (drying) คือการลดความชื้นของอาหารจนระงับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้คือ มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี (water activity,  $a_w$ ) ต่ำกว่า 0.70 ทำให้เก็บอาหารไว้ได้นาน อาหารแห้งแต่ละชนิดจะมีความชื้นในระดับที่ปลอดภัยไม่เท่ากัน เช่น ผลไม้ แห้งเก็บได้ที่ความชื้น 15-20 % แต่ถ้าเป็นเมล็ดธัญพืชเก็บที่ความชื้นนี้จะเกิดราได้ (บุหตัน พัทธกษผล และคณะ, 2538 : 36) การทำแห้งเพื่อลดค่า  $a_w$  ของอาหารนั้นส่วนใหญ่จะอาศัยความร้อนในการระเหย(vaporization) น้ำออกจากอาหาร และเครื่องมือที่ใช้ในการอบขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารว่าเป็นก้อน เป็นของเหลวหรือเป็นลักษณะทั้งสองอย่างรวมกัน หลักในการทำแห้งมีหลายวิธี คือ

1. ใช้กระแสลมร้อนในการสัมผัสอาหาร เช่น ตู้อบแสงอาทิตย์ ตู้อบลมร้อน (Hot air dryer)
2. พ่นอาหารที่เป็นของเหลวไปในความร้อน เครื่องมือที่ใช้ คือ เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dryer)
3. ใช้ความร้อนสัมผัสผิวหน้าของลูกกลิ้งร้อน เครื่องมือที่ใช้ คือ เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum dryer และ Roller dryer)

4. กำจัดความชื้นในอาหารในสภาพที่ทำให้ น้ำเป็นน้ำแข็งแล้วกลายเป็นไอ ในห้องสุญญากาศซึ่งเป็นการทำให้แห้งแบบเยือกแข็ง โดยเครื่องอบแห้งแบบเยือกแข็ง (Freeze dryer)

#### 5. ลดความชื้นในอาหารโดยใช้ไมโครเวฟ (Microwave)

การอบแห้งในการทำตาลผงในครั้งนี้ได้เลือกใช้การอบแห้งแบบตู้ ซึ่งเป็นกรอบแห้งผลิตภัณฑ์ด้วยลมร้อนภายในมีถาดบรรจุผลิตภัณฑ์อยู่ วิธีการอบแห้งนี้เป็นแบบพื้นฐาน มีที่ใช้กันทั่วไปสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก อุณหภูมิความร้อนที่ใช้กันโดยทั่วไปสำหรับการอบแห้งผลไม้ประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส ถ้าใช้อุณหภูมิสูงกว่านี้จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีเข้มซึ่งไม่สวย ผิวเหี่ยวย่นมาก เวลาที่ใช้อบแห้งอาจจะหลายสิบชั่วโมง (สมชาติ โสภณธนฤทธิ์, 2540 :255)

การอบแห้งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร ทั้งนี้เนื่องจากอาหารมีการสูญเสียน้ำและได้รับความร้อน อาหารแข็งอาจจะมีโครงสร้างแบบเซลล์ (Cellular structure) ซึ่งมีน้ำอยู่ระหว่างเซลล์และภายในเซลล์ เซลล์เหล่านี้จะยึดหรือหดตัวภายใต้การกระทำของแรง ถ้าเซลล์เหล่านี้ถูกแรงกระทำจนเกินขีดจำกัดความยืดหยุ่น (Elastic limit) ขึ้นอาหารจะไม่สามารถกลับไปสู่สภาพเดิมได้ การเปลี่ยนแปลงที่เห็นได้อย่างชัดเจนระหว่างการอบแห้งได้แก่ การหดตัวของขึ้นอาหาร ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ในอาหารซึ่งที่มีโครงสร้างแบบเซลล์และไม่ใช่

การหดตัวของผลิตภัณฑ์อาหารมักจะเป็นแบบไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากขึ้นผลิตภัณฑ์มีความแปรเปลี่ยนของสภาพยืดหยุ่น หรือการสูญเสียในขึ้นผลิตภัณฑ์เองไม่สม่ำเสมอผลิตภัณฑ์อาหารต่างชนิดมักจะมีรูปแบบหดตัวที่แตกต่างกัน อัตราอบแห้งมีผลต่อการหดตัวอย่างช้าๆ เมื่อโชนการอบแห้งจะเคลื่อนย้ายอย่างช้าๆ จากบริเวณผิวของขึ้นอาหารไปสู่ใจกลาง ความหนาแน่นของเนื้อผลิตภัณฑ์จะแข็งอย่างรวดเร็ว เมื่อโชนการอบแห้งเคลื่อนย้ายเข้าไปสู่บริเวณใจกลางของขึ้นอาหาร การหดตัวของเนื้ออาหารภายในจะก่อให้เกิดการแตกแยกจากผิวที่แข็ง เกิดเป็นรอยปริแตกๆ น้อยๆ เต็มไปหมด (สมชาติ โสภณธนฤทธิ์, 2540 :251) ในกรณีหลังนี้ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งต่ำกว่า ความแตกต่างในสองกรณีนี้อาจมีมากเป็นเท่าตัวได้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้นี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย กล่าวคือ ถ้ามีความหนาแน่นต่ำเนื่องจากมีรอยปริแตก การดูดกลืนน้ำกลับคืนเพื่อให้กลับสู่สภาพเดิมจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว และได้ผลิตภัณฑ์คล้ายของเดิม นอกจากนี้ผู้บริโภคยังมีความรู้สึกว่าได้อาหารปริมาณมากเนื่องจากมีความหนาแน่นต่ำ อย่างไรก็ตามมีข้อเสียอยู่บ้าง เช่น

เปลืองเนื้อที่ใน การเก็บรักษา บรรจุและหีบห่อ การมีรอยปรุมากทำให้อายุการเก็บรักษาสั้นเนื่องจากถูก ออกซิไดซ์ (oxidized) ได้ง่าย ส่วนผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาแน่นสูงมีข้อดีคือ สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและการขนส่งต่ำ การอบแห้งโดยใช้อุณหภูมิค่อนข้างสูงอาจทำให้ผิวของชิ้นอาหารแข็งตัวอย่างรวดเร็ว และขัดขวางการแพร่ของน้ำจากภายในชิ้นมาสู่ผิว (สมชาติ โสภณธนฤทธิ, 2540 :252) เป็นผลให้อัตราการอบแห้งลดลงอย่างรวดเร็ว เช่น ในตาลจะมีส่วนที่เป็นน้ำตาลอยู่บ้างทำให้ส่วนของน้ำตาลเกิดการแห้งและมาเกาะที่ผิวของส่วนอื่นๆได้ เป็นต้น อาหารบางอย่างมีคุณสมบัติเหนียวเมื่อร้อน เช่น ในเนื้อตาลเนื่องจากมีน้ำตาลอยู่ในส่วนผสมด้วยจะพบว่าเมื่อแห้งแล้วจะเกาะติดกับภาชนะที่ทำแห้ง แต่เมื่อทำให้เย็นตัวลงแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะแข็งตัว

การเปลี่ยนแปลงอีกอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นกับการทำผลิตภัณฑ์ที่ทำแห้ง คือ ปฏิกริยาสีน้ำตาล (Browning reaction) ปฏิกริยาสีน้ำตาลมักเกิดขึ้นในระหว่างการอบแห้งผลิตภัณฑ์อาหารส่วนใหญ่แล้วจะไม่ใช่สิ่งที่ต้องการ เพราะอาจจะทำให้รสชาติไม่ดี ลักษณะภายนอกไม่น่าดู การเกิดสีน้ำตาลในอาหารมี สองแบบคือปฏิกริยาที่เกิดจากเอนไซม์เกี่ยวข้องและที่ไม่มีเอนไซม์เกี่ยวข้อง กรณีแรกที่เกิดจากเอนไซม์ สามารถเร่งปฏิกริยาได้โดยเมื่อถูกกับอากาศจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิด ปฏิกริยาสีน้ำตาลในผักและผลไม้เป็นกลุ่มของเอนไซม์ซึ่งเราอาจเรียกชื่อรวมกันว่า ฟีนอลเลส (phenolase) การใช้ความร้อนสูงสามารถที่จะช่วยให้เอนไซม์หยุดการทำงานต่อไปได้ ปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่มีเอนไซม์เกี่ยวข้องแต่น้ำตาลเกี่ยวข้องด้วย อาจแบ่งได้เป็น ปฏิกริยาการaramelไรเซชัน(Caramelization) ซึ่งเป็นปฏิกริยาที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับความร้อนสูงมากเกินไปและไม่มีสารประกอบไนโตรเจนอยู่ ส่วนปฏิกริยามลลาร์ด(Maillard reaction) เป็นปฏิกริยาที่เกิดขึ้นเมื่อมีสารประกอบไนโตรเจนอยู่ ซึ่งเกิดเมื่อได้รับความร้อนสูงเช่นเดียวกันพบว่าปฏิกริยาเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ในช่วงที่ผลิตภัณฑ์มีความชื้นลดลง ดังนั้นสามารถลดปฏิกริยา ลดลงได้ ถ้าสามารถที่จะลดระยะเวลาของการอบแห้งให้เหลือน้อยที่สุด (สมชาติ โสภณธนฤทธิ, 2540 :253)และการอบแห้งยังมีผลต่อการดูดกลืนน้ำกลับเข้าสู่ชิ้นอาหาร ทั้งนี้เพราะชิ้นอาหารมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น การหดตัว มีการเสียรูปของเซลล์และหลอดรูเล็ก หรือมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ผลของการเปลี่ยนแปลงตามที่กล่าวข้างต้น ทำให้ชิ้นอาหารไม่สามารถที่จะดูดน้ำกลับเข้าไปได้เท่ากับเมื่อก่อนการอบแห้ง การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นยังอาจก่อให้เกิดการสูญเสียสารระเหยที่มีกลิ่นของชิ้นอาหาร ไปค่อนข้างมากกับผลิตภัณฑ์ที่ทำแห้ง

### 2.3 แป้งข้าวเจ้า

แป้งข้าวเจ้าเป็นวัตถุดิบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการทำผลิตภัณฑ์ขนมตาล เพราะแป้งข้าวเจ้า เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดโครงสร้างในผลิตภัณฑ์ เนื่องถ้าในแป้งมีอะไมโลสต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดนั้นก็ จะทำให้มีผลต่อการขึ้นฟูและโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ขนมตาลอีกด้วย จากมาตรฐานอุตสาหกรรม แป้งข้าวเจ้า เลขที่ มอก.638-2529 ได้ระบุว่า แป้งข้าวเจ้า เป็นแป้งที่ได้จากข้าวขาว ซึ่งมีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า ออไรซา ซาติวา แอล. (Oryza sativa L.) ลักษณะของแป้งข้าวเจ้า จะต้องมียีสขาวหรือขาวนวลมีกลิ่นตามธรรมชาติของแป้งข้าวเจ้า ไม่มีกลิ่นอับ หืน หรือเหม็นเปรี้ยว ปราศจากสิ่งแปลกปลอม มีเนื้อละเอียดไม่จับตัวกันเป็นก้อน ความชื้นไม่เกิน 13.0% pH 5.0-0.7 เถ้าไม่เกิน 0.05% อะมิโลส ไม่น้อยกว่า 15.0% ของน้ำหนักอบแห้ง จะต้องมี ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไม่เกิน 30 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม บรรจุในภาชนะที่แห้งสะอาด ปิดผนึกเรียบร้อย และป้องกันการปนเปื้อนได้ น้ำหนักไม่น้อยกว่าที่ฉลากกำหนด

### 2.4 กะทิ

กะทิเป็นส่วนผสมที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับขนมตาลเพื่อเป็นการเพิ่มรสชาติในผลิตภัณฑ์ นั้นจึงมีการเติมลงไปในส่วนผสม เนื่องจากกะทิมีส่วนประกอบของไขมันอยู่ในปริมาณที่สูงถึง 40% ของน้ำหนักกะทิขง และ ไขมันเป็นส่วนประกอบที่ทำให้เนื้อสัมผัสนุ่มขึ้นและมีกลิ่นหอมเพิ่มขึ้นจากกะทิอีกด้วยและเลือกใช้กะทิขงในผลิตภัณฑ์ครั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์แป้งขนมตาลสำเร็จรูป นี้จะต้องเก็บรักษาได้นานและอยู่ในสภาพที่เป็นของแห้งและสะดวกต่อการใช้ประโยชน์ด้วย

### 2.5 น้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายน้ำได้ดีและมีรสหวาน จัดอยู่ในอาหาร ประเภทคาร์โบไฮเดรท น้ำตาลที่มีขายในท้องตลาดเป็นน้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อย น้ำตาลนี้ เป็นซูโครสที่บริสุทธิ์ 99.9% มีอยู่หลายชนิด แต่ที่นำมาใช้ในครั้งนี้เป็นน้ำตาลทรายขาว

น้ำตาลทรายขาว (Granulated sugar) ใช้กันมากในการทำผลิตภัณฑ์แทบทุกชนิด น้ำตาลมี ความละเอียดต่างกัน มีตั้งแต่เป็นผงละเอียดมาก ธรรมดา และหยาบ ในต่างประเทศจะบอกความ ละเอียดไว้ที่ข้างกล่องบรรจุ สำหรับเมืองไทยที่วางขายทั่วไป มี 3 ขนาด คือขนาดธรรมดา ผลึก หยาบใหญ่ และเป็นผงละเอียด น้ำตาลทรายที่ใช้ได้ผลดีควรมีความละเอียดและขาว เพราะจะผสม เข้ากับส่วนผสมอื่นได้ดี ถ้าน้ำตาลมีผลึกที่ใหญ่และหยาบเมื่อนำไปผสมกับส่วนผสมอื่นผลึกที่ใหญ่

และหยาบของน้ำตาลจะไม่ละลายหมดและมักจะคงอยู่ในสภาพที่เป็นเมล็ด ผลึกของน้ำตาลจะไม่ละลายโดยความร้อนจากการนึ่งหรือตุ๋น และน้ำตาลที่อยู่ใกล้ๆผิวขนมจะเกิดเป็นจุดขึ้นนอกจากนั้นผลึกน้ำตาลที่หยาบจะ ไปจุดเอาติบูกที่เคลือบอย่างผสมหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผสมทำให้เกิดสีเทาในผลิตภัณฑ์(จิตรนา แจ่มเมฆ และคณะ, 2539 :34)

หน้าที่ของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมตาล

- 1.ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์
- 2.เป็นอาหารของยีสต์ในกรณีที่ใช้ตาลสดในการทำขนมตาล
- 3.ช่วยให้เนื้อขนมดี
- 4.ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน
- 5.เพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์

## 2.6 น้ำ

นอกจากแป้ง น้ำตาล และตาลแล้วส่วนผสมที่สำคัญในผลิตภัณฑ์ขนมตาลนั้นน้ำยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญและมีราคาถูกที่สุดในการทำผลิตภัณฑ์แทบทุกชนิดน้ำที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์นั้นควรจะเป็นน้ำที่ใช้ในดื่มหรือเป็นน้ำที่มีปริมาณแร่ธาตุค่อนข้างต่ำหรือที่เรียกว่าน้ำอ่อนนั่นเอง (จิตรนา แจ่มเมฆ และคณะ, 2539 :32) เมื่อน้ำผสมกับแป้งจะเกิดก้อนแป้งที่มีลักษณะเหนียว และ เนื่องจากในขั้นตอนแรกของการผสม สตาร์ชจะดูดซับน้ำไว้บนผิวนอก เมื่อการผสมดำเนินต่อไปแป้งจะค่อยๆคลายและ แสดงว่าแป้งได้รับการผสมอย่างเพียงพอแล้วในขณะนี้เซลล์ของแป้งสตาร์ชจะซึมน้ำเข้าไปประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำหนักแป้ง น้ำในผลิตภัณฑ์นั้นนอกจากจะช่วยในการผสมและทำให้สตาร์ชเกิดการพองตัว ซึ่งจะช่วยให้แป้งนุ่มแล้วยังช่วยละลายส่วนผสมที่เป็นของแข็งในสูตร เช่น น้ำตาล นอกจากนี้ยังช่วยในการขึ้นฟูในระหว่างการนึ่งให้ความร้อนเพื่อทำให้ฟู โดยน้ำที่มีอยู่จะเปลี่ยนเป็นไอน้ำและทำให้เกิดโครงสร้างที่เป็นรูโปร่ง น้ำยังทำให้เนื้อในของ ผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นอ่อนนุ่มและมีขนาดและรูปร่างของเซลล์เปิด อีกด้วย

## 2.7 สิ่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู

สิ่งที่จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูมีได้แก่ อากาศ ไอน้ำ และก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์

- 1.การขึ้นฟูด้วยอากาศ เช่น การร่อนแป้ง
- 2.การขึ้นฟูด้วยไอน้ำ เกิดจากการขยายตัวของน้ำในส่วนผสมเป็นไอน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากการให้ความร้อน เช่น ในขนมตาลก็จะเป็นการนี้เนื่องจากขนมตาลมีส่วนผสมที่เป็นของเหลวคือน้ำอยู่ในปริมาณมากพอที่จะทำให้กลายเป็นไอน้ำได้เมื่อได้รับความร้อน เมื่อน้ำส่วนผสมไปนึ่งจึง

ทำให้เกิดโครงสร้างที่เป็นรูโปร่งกับผลิตภัณฑ์แต่ถ้าเป็นระยะเวลาสั้นทั้ง ไขมันที่อยู่ในรังถึงและจากส่วนผสมที่ระเหยออกมาก็จะรวมตัวกันเป็นหยดน้ำทำให้ขนมตาลด้านหน้าและและน้ำที่อยู่ในผลิตภัณฑ์ก็จะกลายเป็นไอน้ำไปหมดทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีเนื้อสัมผัสที่แห้งได้อีกด้วยดังนั้นระยะเวลาที่ใช้จึงไม่ควรนานเกินไป

3. การขึ้นฟูด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นการขึ้นฟูที่เกิดจากกระบวนการทางชีวเคมีได้แก่ยีสต์ และกระบวนการทางเคมีได้แก่ เบคกิ้งโซดา เบคกิ้งเพาเวอร์ และแอมโมเนีย

ในที่นี้จะกล่าวถึงเพียง เบคกิ้งเพาเวอร์(Baking powder) เนื่องจากเป็นสารที่ช่วยให้ขึ้นฟูชนิดเดียวที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

จิตรนา แจ่มเมฆ และคณะ (2539 :45) กล่าวว่า เบคกิ้งเพาเวอร์ (Baking powder) เป็นสารที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูที่ผลิตขึ้นจากการผสมของเบคกิ้งโซดา หรือ โซเดียมไบคาร์บอเนต กับสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด ซึ่งในการผสมนี้ จะต้องเติม แป้งข้าวโพดลงไปด้วยส่วนหนึ่งเพื่อป้องกันมิให้สารทั้งสองชนิดนี้สัมผัสกันโดยตรงซึ่งจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีได้ และแป้งข้าวโพดที่ใส่ลงไปนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวดูดความชื้นไว้ทำให้ ผงฟูไม่จับตัวกันเป็นก้อน ตามกฎข้อบังคับของกองอาหารและยาได้บ่งไว้ว่า ผงฟูที่จะผลิตออกมานั้นจะต้องผลิตก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ไม่น้อยกว่า 12%

ผงฟูมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับกรดที่นำมาผสม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจัดเป็น 2 ประเภท

1. ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยารวดเร็วหรือที่เรียกว่าผงฟูกำลังหนึ่ง (Single Acting หรือ Fast Action) ผงฟูชนิดนี้จะประกอบด้วยเบคกิ้งโซดากับกรดทาร์ทาริก หรือครีมออฟฟาทาร์ทาร์หรือเกลือฟอสเฟต(Calcium acid pyrophosphate) ผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทันทีในขณะที่ส่วนผสมถูกผสมและจะผลิตก๊าซออกมาอย่างรวดเร็วในระหว่างที่ผลิตภัณฑ์รอการนำเข้าอบหรือทำให้สุก ดังนั้นการใช้ผงฟูประเภทนี้จะต้องผสมส่วนผสมทุกอย่างอย่างรวดเร็วและนำเข้าอบทันทีที่ผสมเสร็จ มิฉะนั้นแล้วจะทำให้เกิดการสูญเสียก๊าซจะเกิดขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบออกมาขึ้นฟูได้ไม่ดี

2. ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยาช้า หรือผงฟูกำลังสอง (Double acting หรือ Slow action) ผงฟูประเภทนี้ประกอบด้วยเบคกิ้งโซดากับกรด 2 ชนิด หรือมากกว่า กรดชนิดหนึ่งจะทำปฏิกิริยาช้า กรดชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเร็วได้แก่แคลเซียมแอสซิดฟอสเฟต ส่วนกรดที่เกิดปฏิกิริยาช้าอาจเป็น โซเดียมไพโรฟอสเฟตหรือโซเดียมอลูมิเนียมซัลเฟตก็ได้ ในขณะที่กำลังผสมส่วนผสมเข้าด้วยกัน กรดที่ทำปฏิกิริยาเร็วของผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจำนวนหนึ่ง กรดที่ให้ปฏิกิริยาช้าเป็นพวกเกลือซัลเฟตจะผลิตก๊าซออกมาส่วนหนึ่งเมื่อได้รับความร้อน จึงเรียกผงฟูชนิด

นี้ว่าผงฟูกำลังสอง หรือผงฟูที่ให้ปฏิกิริยา 2 ครั้ง ผงฟูชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กันมากในหมู่ผู้ประกอบการ

สำหรับการตรวจสอบการเสื่อมเสียของผงฟูก่อนนำไปใช้ เป็นสิ่งที่ควรกระทำโดยเฉพาะ ถ้าไม่มีการบ่งวันหมดอายุไว้ที่กระป๋อง วิธีทดสอบก็ทำได้โดยตักผงฟูประมาณ 1 ช้อนชา ใสลงไปในน้ำร้อน ถ้าพบว่ามิฟองปุดขึ้นมาอย่างรวดเร็วแล้วค่อยๆ ซ้ำลงจนหมดฟอง แสดงว่าผงฟูนั้นยังมีคุณภาพดีอยู่ แต่ถ้าใสลงไปในน้ำแล้วเกิดฟองช้าๆ หรือไม่เกิดเลยแสดงว่าผงฟูนั้นเสื่อมคุณภาพแล้ว ไม่สมควรที่จะนำมาทำผลิตภัณฑ์เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการขึ้นฟู

ปริมาณการใช้ผงฟูนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ ปริมาณของส่วนผสมที่ใช้ในสูตรและความสูงเหนื่อระดับน้ำทะเลของสถานที่ทำผลิตภัณฑ์

โดยปกติแล้วการขึ้นฟูของขนมตาลวิธีจะมีการนำเอาส่วนผสมที่เป็นเนื้อตาลสดที่มีการหมักและมีเชื้อยีสต์ตามธรรมชาติในเนื้อตาลอยู่แล้วเมื่อผสมกับแป้งและน้ำตาลในอัตราส่วนที่เหมาะสมและนำไปเร่งการเจริญเติบโตของยีสต์โดยนำเอาไปตากแดดเพื่อให้ยีสต์สามารถที่จะทำงานได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากเชื้อยีสต์สามารถที่จะทำงานได้ดีที่อุณหภูมิสูงและมีอาหารคือน้ำตาลจึงเกิดการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อนำเอาผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปนึ่ง ให้น้ำในผลิตภัณฑ์และภายนอกพร้อมทั้งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการหมักจะช่วยทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการขึ้นฟู

เนื่องจากส่วนผสมที่ใช้เป็นตาลผงที่ไม่มียีสต์ตามธรรมชาติเนื่องจากเกิดการสูญเสียไประหว่างการทำแห้งเนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้และระยะเวลาในการทำแห้งนานจนสามารถที่จะกำจัดจุลินทรีย์ได้ เพื่อลดระยะเวลาในการหมักและขั้นตอนในการผสมเราจึงได้เลือกใช้ผงฟูกำลังสองกับผลิตภัณฑ์และจะทำให้เกิดการขึ้นฟูจากผงฟูและการขึ้นฟูด้วยไอน้ำ

หน้าที่ของสิ่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู

1. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความเบา ขึ้นฟูง่ายต่อการขบเคี้ยว
2. ผลิตภัณฑ์ที่ใส่สารเหล่านี้จะมีลักษณะเนื้อในเป็นรูโปร่ง ดังนั้นน้ำย่อยจึงสัมผัสกับอาหารได้ ทั้งหมด ทำให้อย่างง่ายขึ้น
3. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทานและอร่อย

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

#### 3.1 วัสดุดิบ

1. ตาลสุกยี่และทับน้ำ จากตลาดคลองเตย
2. แป้งข้าวเจ้าตราสามเศียร
3. น้ำตาลทรายตาลมิตรผล
4. กะทิผงตราชาวไทย
5. ผงฟูตราเบสท์ฟูด

#### 3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่องอบแห้ง
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก
3. เครื่องบดแป้ง
4. ชุดอุปกรณ์ทำขนม
5. เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์สำหรับการวิเคราะห์

#### 3.3 วิธีการดำเนินงาน

##### 3.3.1 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการทำแป้งขนมตาลสำเร็จรูปจากตาลผง

##### ตารางที่ 1 สูตรที่ใช้ในการทำขนมตาลสำเร็จรูป

	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งข้าวเจ้า	100 กรัม	แป้งข้าวเจ้า 100 กรัม	แป้งข้าวเจ้า 100 กรัม
ตาลผง	50 กรัม	ตาลผง 10 กรัม	ตาลผง 30 กรัม
น้ำ	300 กรัม	น้ำ 300 กรัม	น้ำ 300 กรัม
กะทิผง	20 กรัม	กะทิผง 10 กรัม	กะทิผง 20 กรัม
น้ำตาลทราย	150 กรัม	น้ำตาลทราย 95 กรัม	น้ำตาลทราย 120 กรัม
ผงฟู	3 กรัม	ผงฟู 3 กรัม	ผงฟู 3 กรัม

โดยมีขั้นตอนการทำดังนี้

ชั่งส่วนผสมทุกอย่างตามสูตร



นำส่วนผสมของแป้งข้าวเจ้าว ตาลผง กะทิผง ผงฟู รวมกัน



นำน้ำตาลละลายรวมกับน้ำ



นำส่วนผสมที่เป็นของเหลวค่อยเติมลงไปนวดจนเข้ากันดี  
พักไว้ 20 นาที



ตักใส่พิมพ์ด้วยตะไล นำไปนึ่งในน้ำเดือด 15 นาที



พักไว้และนำไปประเมินผลต่อไป

ทำการทดสอบด้านประสาทสัมผัส โดยนำสูตรขนมทั้ง 3 สูตร มาคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดโดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ มาทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และการยอมรับทางโดยรวม โดยการทดสอบ Hedonic Rating Scale ขนาด 5 ระดับ โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 10 คน ที่ผ่านการฝึกฝนทางสถิติด้วยแบบทดสอบ วิเคราะห์ผลทางด้านสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของตาลผงต่อแป้งข้าวเจ้าในการทำขนมตาลสำเร็จรูป

หาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้ตาลผงในการทำขนมตาลโดยใช้ตาลผงในสูตร ที่ 5, 7.5, 10, 12.5, 15 กรัม ต่อแป้ง 100 กรัม ตามลำดับและนำผลิตภัณฑ์มาทำตามขั้นตอนการทำขนมตาลนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และการยอมรับทางโดยรวม โดยการทดสอบ Hedonic Rating Scale ขนาด 5 ระดับ โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 10 คน ที่ผ่านการฝึกฝนทางสถิติด้วยแบบทดสอบ วิเคราะห์ผลทางด้านสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### 3.3.3 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้ผงฟูต่อแป้งข้าวเจ้าในส่วนผสมของแป้งขนมตาลสำเร็จรูป

หาอัตราส่วนที่แน่นอนในการใช้ผงฟูในการทำขนมตาลสำเร็จรูปโดยใช้ผงฟู 1, 2, 3, 4,5 กรัม ต่อแป้ง 100 กรัมตามลำดับนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ มาทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และการยอมรับทางโดยรวม โดยการทดสอบ Hedonic Rating Scale ขนาด 5 ระดับ โดยใช้ผู้ชิมจำนวน 10 คน ที่ผ่านการฝึกฝนทางสถิติด้วยแบบทดสอบ วิเคราะห์ผลทางด้านสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

### 3.4 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการสาขาเทคโนโลยีการเกษตรการผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

### 3.5 ระยะเวลาการดำเนินการ

เดือน ธันวาคม 2543 ถึงเดือน มีนาคม 2544

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการทดลองในครั้งนี้เป็นการนำเอาตาลที่มีอยู่ทั่วไปมาผลิตเป็นตาลผง โดยการนำมาทำแห้ง แล้วนำไปทำขนมตาลสำเร็จรูป เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้ประโยชน์ ในการทำอัตราส่วนและปริมาณของส่วนผสมที่แน่นอนที่ใช้ในการทำขนมตาลสำเร็จรูป จึงได้ทำการศึกษาโดยการวางแผนการทดลอง R C B D (Randomized Completed Block Design) จากนั้นทำการทดสอบ การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของขนมตาลจากแป้งขนมตาลสำเร็จรูปในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ชิม 10 คน ได้ผลการทดลองดังนี้

#### 4.1.การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการทำแป้งขนมตาลสำเร็จรูปจากตาลผง

ผลการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการทำแป้งขนมตาลสำเร็จรูปจากตาลผง โดยนำเอาสูตรทั้ง 3 สูตร จากตารางที่ 1 มาทำตามกรรมวิธี และทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับดังตาราง

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อ ผลิตภัณฑ์แป้งขนมตาลสำเร็จรูปสูตรต่าง ๆ

ตัวอย่าง	คุณลักษณะ				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
A <sup>1/</sup>	1.7 <sup>c2/</sup>	2.2 <sup>b</sup>	1.7 <sup>c</sup>	2.0 <sup>c</sup>	1.7 <sup>c</sup>
B	4.1 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>
C	2.8 <sup>b</sup>	3.0 <sup>b</sup>	2.7 <sup>b</sup>	3.3 <sup>b</sup>	2.8 <sup>b</sup>

1/ = ตัวอย่าง

A = สูตรที่ 1 จากตารางที่ 1

B = สูตรที่ 2 จากตารางที่ 1

C = สูตรที่ 3 จากตารางที่ 1

2/ = คะแนนเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $p \leq 0.05$ )

ผลการศึกษาสูตกรที่เหมาะสมในการทำแ่งขนมตาลสำเร็จรูปจากตาลผงพบว่า

#### 4.1.1 ผลการทดสอบทางการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ขนมตาลทั้ง 3 ตัวอย่างเปรียบเทียบกันพบว่าผู้บริโภครให้การยอมรับ ขนมตาลจากสูตร B มีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 4.1 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ( $p > 0.05$ ) และรองลงมาคือตัวอย่างแ่งขนมตาลในสูตร C ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 2.8 และตัวอย่างแ่งขนมตาลในสูตร A ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 1.7 ตามลำดับ ซึ่งสีที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภครให้การยอมรับมากที่สุดจะมีสีอ่อน ซึ่งสีที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณของตาลผงที่เติมลงไป ในผลิตภัณฑ์ เนื่องจากตาลผงนั้นมีสีคล้ำเพราะเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลขึ้นกับผลิตภัณฑ์ขณะที่นำไปทำให้แ่ง ดังนั้น เมื่อนำไปผสมในส่วนผสมของแ่งจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด และปริมาณตาลผงที่ใช้ในแต่ละสูตรมีความแตกต่างกันมากทำให้คะแนนความชอบเกิดความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ( $p > 0.05$ )

#### 4.1.2 ผลการทดสอบทางการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ขนมตาลทั้ง 3 ตัวอย่างเปรียบเทียบกันพบว่าผู้บริโภครให้การยอมรับ ขนมตาลจากสูตร B มีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 4.4 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ( $p > 0.05$ ) กับตัวอย่างอีก 2 ตัวอย่างคือ ตัวอย่าง C ซึ่งมีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 3.0 และตัวอย่าง A มีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 2.2 ตัวอย่าง C และตัวอย่าง A ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ( $p \leq 0.05$ ) ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าสีของตาลนั้นเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล ซึ่งเกิดจากปัจจัยหรือสาเหตุต่างๆและมีปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือการที่อุณหภูมิในการอบสูงเกินไปทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจึงทำให้เกิดขึ้นทำให้มีกลิ่นที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ถ้าใช้ตาลผงในปริมาณที่มากเกินไป

#### 4.1.3 ผลการทดสอบทางการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมตาลทั้ง 3 ตัวอย่างเปรียบเทียบกันพบว่าผู้บริโภครให้การยอมรับ ขนมตาลจากสูตร B มากที่สุดมีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 4.0 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ( $p > 0.05$ ) และผู้บริโภครได้ให้คะแนนกับอีกสองตัวอย่างคือ ตัวอย่าง C มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 2.7 และตัวอย่างสูตร A มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคเท่ากับ 1.7 ตามลำดับ สำหรับรสชาติของขนมตาลนั้นสูตร A และสูตร C จะมีความหวานมากเนื่องจากมีปริมาณน้ำตาลสูง ทำให้ผู้บริโภครให้คะแนนในการยอมรับในสูตร A และ C น้อย แต่จะให้การยอมรับกับผลิตภัณฑ์ B เนื่องจากมีความหวานไม่มากนัก

#### 4.1.4 ผลการทดสอบทางการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมตาลทั้ง 3 ตัวอย่างเปรียบเทียบกันพบว่าผู้บริโภครับการยอมรับ ขนมตาลจากสูตร B มากที่สุด มีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 4.4 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ( $p > 0.05$ ) และผู้บริโภครับการยอมรับกับอีกสองตัวอย่างคือ ตัวอย่าง C ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 3.3 และตัวอย่าง A มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 2.0 ตามลำดับ เนื้อสัมผัสที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์แต่ละตัวอย่างนั้นจะแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากอัตราส่วนของส่วนผสมในแต่ละสูตรมีความแตกต่างกันในส่วนผสมที่มีปริมาณน้ำตาลมากกว่าขึ้นฟูก็จะน้อย เนื่องจากน้ำตาลเป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่ และละลายอยู่ในปริมาณมากในส่วนผสมของแป้งทำให้เนื้อขนมไม่ขึ้นฟูตามลักษณะของขนมตาลที่จะต้องขึ้นฟู เนื้อสัมผัสนุ่มไม่เหนียว

#### 4.1.5 ผลการทดสอบการยอมรับด้านประสาทสัมผัสทางการยอมรับโดยรวม

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมตาลทั้ง 3 ตัวอย่างเปรียบเทียบกันพบว่าผู้บริโภครับการยอมรับ ขนมตาลจากสูตร B มากที่สุด มีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 4.1 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ( $p > 0.05$ ) และผู้บริโภครับการยอมรับกับอีกสองตัวอย่างคือ ตัวอย่าง C ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 2.8 และตัวอย่าง A มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 1.7 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ B เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะที่ผู้บริโภครับการยอมรับมากที่สุดเนื่องจากมีลักษณะนุ่มไม่เหนียว ขึ้นฟู มีสีและกลิ่น รสชาติที่เหมาะสมเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุดในทุกๆด้าน ในการประเมินผลครั้งนี้

#### 4.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของตาลผงต่อแป้งข้าวเจ้าในการทำขนมตาลสำเร็จรูป

นำสูตรที่ดีที่สุดจากการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการทำขนมตาลสำเร็จรูปจากตาลผง นำมาศึกษาถึงอัตราส่วนของตาลผงที่ใช้ในแต่ละสูตร รวม 5 ตัวอย่างมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับดังตารางที่ 1

ตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แป้งขนมตาลสำเร็จรูป เมื่อแปรอัตราส่วนแป้งข้าวเจ้าต่อตาลผง

ตัวอย่าง	คุณลักษณะ				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
A <sup>1</sup>	4.0 <sup>a/2</sup>	3.0 <sup>b</sup>	3.6 <sup>a</sup>	2.7 <sup>a</sup>	2.8 <sup>b</sup>
B	4.4 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>	4.6 <sup>a</sup>	3.3 <sup>a</sup>	4.6 <sup>a</sup>
C	3.1 <sup>b</sup>	3.6 <sup>b</sup>	2.5 <sup>a</sup>	4.6 <sup>a</sup>	2.4 <sup>b</sup>
D	1.8 <sup>c</sup>	1.8 <sup>c</sup>	1.5 <sup>b</sup>	1.6 <sup>b</sup>	1.6 <sup>c</sup>
E	1.3 <sup>c</sup>	1.3 <sup>c</sup>	1.3 <sup>b</sup>	1.2 <sup>b</sup>	1.0 <sup>c</sup>

1/ = ตัวอย่าง

A = แป้งขนมตาลที่ใช้อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้า 100 กรัมต่อตาลผง 5 กรัม

B = แป้งขนมตาลที่ใช้อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้า 100 กรัมต่อตาลผง 7.5 กรัม

C = แป้งขนมตาลที่ใช้อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้า 100 กรัมต่อตาลผง 10 กรัม

D = แป้งขนมตาลที่ใช้อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้า 100 กรัมต่อตาลผง 12.5 กรัม

E = แป้งขนมตาลที่ใช้อัตราส่วนแป้งข้าวเจ้า 100 กรัมต่อตาลผง 15 กรัม

2/ = คะแนนเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.2.1 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี ของผลิตภัณฑ์ขนมตาลโดยใช้ตาลผงในอัตราส่วนที่ต่างกัน โดยการสังเกตสีของขนมตาลทั้ง 5 ตัวอย่าง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับขนมตาลจากสูตร B มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 4.4 ซึ่ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ( $p \leq 0.05$ ) กับขนมตาลตัวอย่าง A ซึ่งผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 4 แต่มีความแตกต่างกับตัวอย่างอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p > 0.05$ ) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเป็นไปตามลำดับดังนี้ ตัวอย่าง C มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 3.1 ตัวอย่าง D มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 1.8 ตัวอย่าง E มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 1.3 ซึ่งขนมตาลที่ผลิตจากตาลผงที่เป็นที่ยอมรับในด้านสีมากที่สุด คือ ขนมตาลที่ได้ตาลผงในปริมาณที่น้อย คือ 7.5 กรัม ต่อแป้ง 100 กรัม ทั้งนี้อาจเป็นเนื่องจากตาลผงในการทดลอง

ครั้งนี้เป็นตาลผ่งที่ทำการอบแห้งจากตู้อบลมร้อน ( Hot air oven ) จะมีปัญหาในเรื่องของการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ตาลผ่ง เมื่อนำมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ ถ้าใส่ในปริมาณที่มากเกินไปจึงทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์

#### 4.2.2 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ขนมตาลโดยใช้ตาลผ่งในอัตราส่วนที่ต่างกัน ของขนมตาลทั้ง 5 ตัวอย่าง พบว่าผู้บริโภค ให้การยอมรับในด้านกลิ่นขนมตาลจากตัวอย่าง B มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 4.3 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ( $p > 0.05$ ) กับขนมตาลตัวอย่างอื่นๆ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเป็นไปตามลำดับดังนี้ ตัวอย่าง C มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 3.6 ตัวอย่าง A มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 3 ซึ่งตัวอย่าง A และตัวอย่าง C ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ( $p \leq 0.05$ ) แต่มีความแตกต่างกับตัวอย่างอื่นๆ ตัวอย่าง D มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 1.8 ตัวอย่าง E มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 1.3 ซึ่ง ตัวอย่าง D และตัวอย่าง E ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ( $p \leq 0.05$ ) แต่มีความแตกต่างกับตัวอย่างอื่นๆ ซึ่งขนมตาลที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดมีกลิ่นที่คล้ายคลึงกับขนมตาลที่ทำจากตาลสดมากที่สุด เนื่องจากถ้าหากเรามีปริมาณตาลมากก็จะทำให้เกิดกลิ่นที่ดีกับผลิตภัณฑ์ ในการทดลองครั้งนี้ ตาลที่นำมาใช้ในการทำขนมตาลเป็นตาลที่เกิดปฏิกิริยาการaramelไรเซชัน ซึ่งจะมิกกลิ่นไหม้เล็กน้อยทำให้ถ้าใช้ในปริมาณที่มากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นที่ผู้บริโภคไม่ต้องการ

#### 4.2.3 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมตาลโดยใช้ตาลผ่ง โดยการชิมขนมตาลทั้ง 5 ตัวอย่าง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับขนมตาลตัวอย่าง B มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 4.6 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p \leq 0.05$ ) กับตัวอย่าง A ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย การยอมรับเท่ากับ 3.6 และตัวอย่าง C ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 2.5 ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกัน ทางสถิติกับ ตัวอย่างอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P > 0.05$ ) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเป็นไปตาม ลำดับ ดังนี้ ตัวอย่าง D มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 1.5 ตัวอย่าง E มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 1.3 โดยตัวอย่างที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดจะเป็นตัวอย่างที่มีสีและกลิ่นเป็นที่ยอมรับมากที่สุดด้วย โดยปกติแล้วใช้สูตรที่ใกล้เคียงกัน รสชาติไม่แตกต่างกันมากนัก ผู้บริโภคจะให้ความสำคัญกับกลิ่น และ สี ถ้ามีลักษณะที่ชอบก็จะเหมารวมเอารสชาติว่าชอบมากที่สุด ซึ่งความจริง รสชาติไม่แตกต่างกันนัก และยังให้ความสำคัญกับสีและกลิ่นอยู่

#### 4.2.4 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมตาล โดยใช้तालफल โดยใช้การสังเกตขนมตาลทั้ง 5 ตัวอย่าง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับขนมตาลตัวอย่าง C มากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 4.6 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p \leq 0.05$ ) กับตัวอย่าง B ที่มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 3.3 และ ตัวอย่าง A ที่มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 2.7 ตามลำดับแต่มีความแตกต่าง ตัวอย่าง D ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 1.6 และตัวอย่าง E ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 1.2 มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $P > 0.05$ ) ตามลำดับ ซึ่งตัวอย่างที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดนั้นเป็นผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อที่นุ่ม มีการขยายตัวที่เหมาะสม ไม่เหนียว และเนื้อแน่น เนื่องจากมีส่วนผสมเป็นอัตราที่เหมาะสมต่อการขึ้นฟู ถ้ามีเนื้อตาลในปริมาณที่สูงเกินไป ก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นเนื้อแน่นได้เช่นกันซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

#### 4.2.5 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับโดยรวม

จากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนมตาลที่ใช้तालफल ในอัตราส่วนต่างๆทั้ง 5 ตัวอย่าง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมตาลตัวอย่าง B มากที่สุด โดยให้คะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 4.6 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ( $P > 0.05$ ) กับตัวอย่างอื่น ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับคือ ตัวอย่าง A มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 2.8 ตัวอย่าง C มีค่าคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 2.4 ซึ่งตัวอย่าง A และตัวอย่าง C ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ( $p \leq 0.05$ ) แต่แตกต่างกับตัวอย่างอื่นๆ และตัวอย่าง D มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 1.0 ตัวอย่าง D และตัวอย่าง E ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ( $p \leq 0.05$ ) แต่แตกต่างกับตัวอย่างอื่น ซึ่งการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนมตาล ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะให้การยอมรับทั้งด้านสี กลิ่น รสชาติ มากที่สุดด้วยและจะยึดลักษณะความต้องการคือ มีกลิ่นหอม รสหวาน สีเหลือง ขึ้นฟู นุ่ม ซึ่งเป็นลักษณะที่ดีของขนมตาลจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด ดังนั้น ตัวอย่าง B จึงตัวอย่างที่ดีที่สุด จึงเลือกตัวอย่างในสูตร B ไปทำการทดลองในหัวข้อต่อไป

### 4.3 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งข้าวเจ้าต่อผงฟูในส่วนผสมของขนมตาลสำเร็จรูป

สูตรที่เหมาะสมและได้อัตราส่วนการใช้ตาลผงที่เป็นที่ยอมรับแล้วนำมาทดสอบเพื่อหาปริมาณผงฟูที่ใช้ ในผลิตภัณฑ์และทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดลักษณะที่เป็นที่ยอมรับ โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค มีคะแนนการยอมรับดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แป้งขนมตาลสำเร็จรูป เมื่อแปรอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าต่อผงฟู

ตัวอย่าง	คุณลักษณะ				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
A <sup>1/</sup>	2.9 <sup>b2/</sup>	3.2 <sup>a</sup>	2.6 <sup>a</sup>	1.3 <sup>o</sup>	1.3 <sup>a</sup>
B	2.9 <sup>b</sup>	3.5 <sup>a</sup>	3.2 <sup>a</sup>	3.2 <sup>o</sup>	2.3 <sup>a</sup>
C	2.9 <sup>b</sup>	3.4 <sup>a</sup>	3.4 <sup>a</sup>	4.7 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>
D	3 <sup>b</sup>	3.5 <sup>a</sup>	3.4 <sup>a</sup>	3.6 <sup>b</sup>	3.8 <sup>a</sup>
E	3.2 <sup>a</sup>	3.5 <sup>a</sup>	2.7 <sup>a</sup>	1.9 <sup>d</sup>	2.1 <sup>a</sup>

1/ = ตัวอย่าง

A = แป้งขนมตาลสำเร็จรูปต่อแป้งข้าวเจ้า 100 กรัมที่มีอัตราผงฟู 1 กรัม

B = แป้งขนมตาลสำเร็จรูปต่อแป้งข้าวเจ้า 100 กรัมที่มีอัตราผงฟู 2 กรัม

C = แป้งขนมตาลสำเร็จรูปต่อแป้งข้าวเจ้า 100 กรัมที่มีอัตราผงฟู 3 กรัม

D = แป้งขนมตาลสำเร็จรูปต่อแป้งข้าวเจ้า 100 กรัมที่มีอัตราผงฟู 4 กรัม

E = แป้งขนมตาลสำเร็จรูปต่อแป้งข้าวเจ้า 100 กรัมที่มีอัตราผงฟู 5 กรัม

2/ = คะแนนเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p < 0.05$ )

#### 4.3.1 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านสี

ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านสีของผลิตภัณฑ์ขนมตาล โดยการสังเกตสีของขนมตาลทั้ง 5 ตัวอย่าง พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับตัวอย่าง E มากที่สุด โดยมีคะแนนการยอมรับ

เท่ากับ 3.2 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p > 0.05$ ) กับตัวอย่างอื่นๆ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเป็นไปตามลำดับดังนี้ ตัวอย่าง D มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 3 ตัวอย่าง C มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 2.9 ตัวอย่าง B มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 2.9 ตัวอย่าง A มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 2.9 ซึ่งทั้ง 4 ตัวอย่าง คือ D, C, B และ A ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ( $p \leq 0.05$ )

#### 4.3.2 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น

ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น ของผลิตภัณฑ์ขนมตาลทั้ง 5 ตัวอย่าง พบว่าผู้บริโภครับการยอมรับขนมตาล 3 ตัวอย่างเท่ากันคือ ตัวอย่าง B, D และ E ให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 3.5 ในตัวอย่าง C ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 3.4 และในตัวอย่าง A ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 3.2 ซึ่งตัวอย่างในครั้งนี้อย่างน้อย 5 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) เนื่องจากปริมาณการใช้ตาลผงเท่ากันจึงไม่เกิดข้อแตกต่าง

#### 4.3.3 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ

ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมตาลโดยการชิมขนมตาลทั้ง 5 ตัวอย่าง พบว่ามีผู้บริโภคให้การยอมรับที่ตัวอย่าง D และ ตัวอย่าง C เท่ากันคือให้คะแนนการยอมรับเท่ากับ 3.4 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p \leq 0.05$ ) กับตัวอย่างอื่นๆ ตัวอย่าง B มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 3.2 ตัวอย่าง E มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับ 2.7 ตัวอย่าง A มีคะแนนเฉลี่ยการยอมรับเท่ากับ 2.6 เนื่องจากใช้อัตราส่วนเดียวกันจึงไม่เกิดความแตกต่างทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

#### 4.3.4 ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส

ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมตาล โดยการชิมและสังเกตทั้ง 5 ตัวอย่าง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับ ตัวอย่าง C มากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบรวมเท่ากับ 4.7 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p > 0.05$ ) กับตัวอย่างอื่นๆ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยความชอบตามลำดับดังนี้ D มีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 3.6 ตัวอย่าง B มีคะแนนเฉลี่ย 3.2 ตัวอย่าง E มีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 1.9 และตัวอย่าง A มีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 1.3 ผลิตภัณฑ์ขนมตาลในตัวอย่าง C ที่มีการยอมรับมากที่สุดเป็นตัวอย่างที่มีการขึ้นฟูที่เหมาะสมและนุ่ม ถ้าหากเราเติมผงฟูในส่วนผสมของแป้งมากเกินไปก็จะทำให้เกิดก๊าซมากและทำให้เนื้อขนมขึ้นฟูและทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดรูโป่งมากเกินไป ทำให้เนื้อสัมผัสหยาบ ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แต่ถ้าในตัวอย่างที่ใส่ผงฟูน้อยเกินไปนั้นจะทำให้ส่วนผสมมีเนื้อแน่น เหนียวไม่ขึ้นฟู ซึ่งก็เป็นลักษณะที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคด้วยเช่นกัน

#### 4.4.5.ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวม

ผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ขนมตาล ทั้ง 5 ตัวอย่าง พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับ ตัวอย่าง C มากที่สุด โดยมีคะแนนความชอบรวมเท่ากับ 4.2 ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p \leq 0.05$ ) กับตัวอย่างอื่นๆ มีคะแนนความชอบตามลำดับดังนี้ ตัวอย่าง D มีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 3.6 ตัวอย่าง B มีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 2.3 ตัวอย่าง E มีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 2.1 ตัวอย่าง A มีคะแนนเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 1.3 ตัวอย่างที่มีการยอมรับโดยรวมมากที่สุดเป็นตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุดแต่ผู้บริโภคก็ยังยอมรับกับผลิตภัณฑ์ตัวอย่างอื่นๆได้ จะสังเกตจากคะแนนเฉลี่ยที่ให้กับผลิตภัณฑ์ทุกตัวอย่างจะแตกต่างกันเพียงลักษณะเนื้อสัมผัสแต่การยอมรับในด้านอื่น ๆ ยังมีค่าการยอมรับใกล้เคียงกันเนื่องจากการใช้สูตรเดียวกัน



## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองในครั้งนี้ได้สูตรที่เหมาะสมในการทำขนมตาลจากตาลผงเป็นแป้งขนมตาลสำเร็จรูปซึ่งมีอัตราส่วนของส่วนผสมดังนี้

แป้งข้าวเจ้า	100 กรัม	ตาลผง	7.5 กรัม
น้ำ	240 กรัม	กะทิผง	10 กรัม
น้ำตาล	95 กรัม	ผงฟู	3 กรัม

ซึ่งเหมาะสมที่จะนำไปทำแป้งขนมตาลสำเร็จรูป โดยใช้ตาลผงเป็นส่วนประกอบ เพราะเป็นสูตรที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด เนื่องจากมีเนื้อขนมที่ขึ้นฟู มีรสหวาน กลิ่นและ สีที่ใกล้เคียงกับธรรมชาติของขนมตาลมากที่สุด

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการทำตาลสดนั้นควรใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่ทันสมัยในการอบแห้ง เช่น เครื่องอบแบบลูกกลิ้งหรือทำการอบแห้งในระบบสุญญากาศเพื่อป้องกันปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล และการสูญเสียกลิ่นและสี เพื่อให้สีและกลิ่นของตาลยังคงอยู่ในสภาพที่ใกล้เคียงกับธรรมชาติมากที่สุดจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำมีลักษณะที่ดีและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคต่อไป

5.2.2 ตาลผงที่ทำในครั้งนี้อาจจะเปลี่ยนจากการนำไปทำขนมตาลมาเป็นการนำไปทำคุกกี้หรือเค้กตาล เพื่อแต่งกลิ่น สี และรสชาติ ให้ได้ผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ขึ้นมา

## บรรณานุกรม

- จิตรนา แจ่มเมฆ.2540.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร.พิมพ์ครั้งที่ 2.กรุงเทพฯ:  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.504 น.
- จิตรนา แจ่มเมฆและอรอนงค์ นัยวิกุล.2539.เบอเกอร์เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 4.  
กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.224 น.
- นฤดม บุญหลง.2541.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพฯ:ภาควิชาวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.364 น.
- บุหพันธ์ พิทักษ์ผล และทัศนีย์ สรสุชาติ.2538. การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารแห้งบางประเภท.  
ม.ป.พ. 338 น.
- พจน์ สัจจะ.2540.ชุดสารคดีอาหาร “โลกวัฒนธรรมอาหาร”.กรุงเทพฯ:แสงแดด.176 น.
- มานิจ สุชีวงศ์. “แนะนำการปลูกต้นตาลโตนคด้วยวิธีการขุดย้าย”.มติชนบท. ปีที่ 11 ฉบับที่ 22.  
(กันยายน 2542). น 18-19.
- ศศิเกษม ทองรงค์และพรรณณี เดชกำแหง.2530.เคมีอาหารเบื้องต้น.กรุงเทพฯ:โอเคียนสโตร์.64 น.
- ศิริลักษณ์ สิทธิวัลย์.2528.ทฤษฎีอาหารเล่ม 3. หลักการทดลองอาหาร.นนทบุรี:ม.ป.พ.270 น.
- สมชาติ โสภณรณฤทธิ์.2540.การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท.ม.ป.พ.58 น.
- สมบัติ ขอทวีวัฒนา.2529.กรรมวิธีการผลิตอาหารแห้ง.กรุงเทพฯ:ม.พ.ป. น 67-96.
- อรอนงค์ นัยวิกุล.2538. เคมีอาหาร.พิมพ์ครั้งที่ 2.ม.ป.พ. 148 น.

Jones David L. and Jonh Dxansfield. 1995. Plams; Throughout The World. Washington DC:  
Smithsonisn Insitution. 410 p.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก.

## แบบทดสอบ

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่.....

ตัวอย่าง.....ขนมตาลจากแป้งสำเร็จรูป....

## Hedonic Scale Test

กรุณาประเมินตัวอย่างอาหารต่อไปนี้จากซ้ายไปขวา โดยการเรียงหมายเลขของตัวอย่างอาหารแต่ละชนิดลงบนช่องที่กำหนดให้ตามลำดับความชอบหรือชอบน้อย ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ตามที่ท่านสามารถตรวจพบ

ระดับคะแนนความชอบ	คะแนน
ชอบมากที่สุด	5
ชอบ	4
เฉยๆ	3
ชอบน้อย	2
ชอบน้อยที่สุด	1

เลขรหัส	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
471					
936					
027					
937					
850					

ข้อเสนอแนะและวิจารณ์.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข.

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสจากการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งข้าวเจ้าต่อผงฟูในส่วนผสมของขนมตาล

ผู้ทดสอบ	A	B	C	D	E	Total
1	1	3	4	4	2	14
2	1	3	5	4	2	15
3	2	3	5	3	1	14
4	1	3	5	4	2	15
5	1	4	4	3	1	13
6	2	3	5	4	2	16
7	1	4	4	3	2	14
8	1	3	5	4	3	16
9	2	3	5	3	2	15
10	1	3	5	4	2	15
Total	13	32	47	36	19	147
Sample mean	1.3	3.2	4.7	3.6	1.9	

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของคะแนนการทดสอบด้านเนื้อสัมผัสของขนมตาลสำเร็จรูป จากการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งข้าวเจ้าต่อผงฟูในส่วนผสมของขนมตาล มีดังนี้

## ANOVA

Source of Variance	SS	df	MS	F	F table
Sample	73.72	4	18.43	70.88	2.63
Judges	1.62	9	0.18	0.69	2.15
Error	9.48	36	0.26		
Total	84.82	49			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์แบบ ANOVA ในคุณลักษณะต่างๆ ซึ่งค่าที่คำนวณได้ภายในตาราง ANOVA สามารถคำนวณค่าต่างๆ ได้จากวิธีการคำนวณได้ดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง การคำนวณค่า Analysis of Variance (RCBD) ทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัสของแป้งขนมตาลสำเร็จรูป

1. การคำนวณหา C.F. (Correction Factor)

$$= \frac{(\text{Total})^2}{\text{จำนวนคำตอบทั้งหมด}}$$

$$= \frac{(147)^2}{50}$$

$$= 432.18$$

2. การคำนวณหาค่า df (Degree of Freedom)

2.1 df, Sample

$$= \text{จำนวนตัวอย่าง} - 1$$

$$= 5 - 1$$

$$= 4$$

2.2 df, Judges

$$= \text{จำนวนผู้ทดสอบ} - 1$$

$$= 10 - 1$$

$$= 9$$

2.3 df, Total

$$= \text{จำนวนการตรวจ} - 1$$

$$= 50 - 1$$

$$= 49$$

2.4 df, Error

$$= \text{df, Total} - \text{df, Judges} - \text{df, Sample}$$

$$= 49 - 9 - 4$$

$$= 36$$

3. การคำนวณหา SS (Sum of Square) ของทุกตัวแปร โดยจำแนกได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 6.1 \text{ SS, Sample} &= \frac{(\text{ผลรวมของค่า Total ของแต่ละ Sample})^2}{\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ Sample}} - \text{C.F.} \\
 &= \frac{(13^2 + 32^2 + \dots + 19^2)}{10} - 432.18 \\
 &= 73.72
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6.2 \text{ SS, Judges} &= \frac{(\text{ผลรวมของค่า Total ของแต่ละ Judges})^2}{\text{จำนวนครั้งที่ประเมินของแต่ละ Judges}} - \text{C.F.} \\
 &= \frac{(14^2 + 15^2 + \dots + 15^2)}{5} - 432.18 \\
 &= 1.62
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6.3 \text{ SS, Total} &= (\text{ผลรวมของ ค่าการประเมินทุกค่า})^2 - \text{C.F.} \\
 &= (1^2 + 1^2 + \dots + 2^2) - 432.18 \\
 &= 517 - 432.18 \\
 &= 84.82
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6.4 \text{ SS, Error} &= \text{SS, Total} - \text{SS, Judges} - \text{SS, Sample} \\
 &= 84.82 - 1.62 - 73.72 \\
 &= 9.48
 \end{aligned}$$

4. หา MS, (Mean Square) ของทุกตัวแปร

$$\begin{aligned}
 7.1 \text{ MS, Sample} &= \frac{\text{SS, Samples}}{\text{df, Sample}} \\
 &= \frac{73.72}{4} \\
 &= 18.43
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 7.2 \text{ MS, Judges} &= \frac{\text{SS, Judges}}{\text{df, Judges}} \\
 &= \frac{1.62}{9} \\
 &= 0.18
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 7.3. MS, Error &= \frac{SS, Error}{df, Error} \\
 &= \frac{9.43}{36} \\
 &= 0.26
 \end{aligned}$$

5.คำนวณหาค่า F (Variance Ratio) ของ Sample และ Judges โดยจำแนกได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 8.1 F, Sample &= \frac{MS, Sample}{MS, Error} \\
 &= \frac{18.43}{0.26} \\
 &= 70.88
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 8.2 F, Judges &= \frac{MS, Judges}{MS, Error} \\
 &= \frac{0.18}{0.26} \\
 &= 0.69
 \end{aligned}$$

จากการคำนวณ F treatment ที่คำนวณได้ ในตารางที่ระดับ  $P = 0.05$  แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 5 ตัวอย่างนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %  $P < 0.05$

เมื่อทำการวิเคราะห์หาค่าของตาราง ANOVA . เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวน ( Analysis of variance ) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ในกรณีที่ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้าตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (  $P \leq 0.05$  ) ซึ่งถ้าตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะต้องมีการเปรียบเทียบความแตกต่างกันของตัวอย่าง โดยใช้วิธี Tukey's Test แต่ในกรณีที่ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่มีความจำเป็นที่จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวอย่าง เนื่องจากตัวอย่างมีลักษณะแตกต่างกัน และวิธีการเปรียบเทียบในกรณีที่ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยใช้วิธี Tukey's Test สามารถหาได้ดังนี้

1. เรียงคะแนนเฉลี่ยของการยอมรับโดยรวมตามลำดับจมากไปหาน้อย

C(4.7) D(3.6) B(3.2) E(1.9) A(1.3)

2. คำนวณหาค่า Standard Error (SE) โดยมีสูตรการคำนวณ คือ

$$= \sqrt{\frac{0.26}{10}}$$

$$= 0.026$$

3. ได้ค่า SE แล้วเปิดตารางหา Significant Studentized Range at 5% โดยดู

จากจำนวนตัวอย่าง และ ค่า df error

$$\text{ที่ } a = 5$$

$$\text{df, Error} = 36$$

$$\text{SE} = 4.05$$

4. คำนวณหาค่า Least Significant Difference (LSD) โดยใช้สูตรการคำนวณ

คือ

$$\text{LSD} = \text{SE} \times \text{Sig. Studentized Range}$$

$$= 0.026 \times 4.05$$

$$= 0.1053$$

โดยค่า LSD ที่ได้จะเป็นค่าความแตกต่างระหว่างตัวอย่างต่ำสุด ถ้าคะแนนเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละคู่มีค่ามากกว่าค่า LSD แสดงว่าตัวอย่างทั้ง 2 มีความแตกต่างกันผลปรากฏค่าดังนี้

C(4.7)<sup>a</sup> D(3.6)<sup>b</sup> B(3.2)<sup>c</sup> E(1.9)<sup>d</sup> A(1.3)<sup>e</sup>