

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมครองแครงกรอบ

โดยการเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้ง

NUTRITIONAL VALUE ADDED SNACK NAMED KLONG KLANG

BY ADDING SHRIMP

โดย

นางสาวกระแสด ทองดอนโพธิ์

ร.พ.  
ก 531ก  
2545

เลขที่.....  
เลขทะเบียน 49822  
วัน, เดือน, ปี 1 ส.ค. 2547

.....  
.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ ฯ

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มี  
๑๑/๘/๕๕

## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2545

**ชื่อเรื่อง** การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมครองแครงกรอบ โดยการเสริม โปรตีน จากเนื้อกุ้ง

Nutritional Value Added Snack Named Klong Klang Krob by Adding Shrimp

**ชื่อ – สกุล** นางสาวกระเกด ทองคอนโพธิ์

**สาขาวิชา** อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชา วิศวกรรมศาสตร์เกษตร

**คณะ** วิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม

**อาจารย์ที่ปรึกษา** รศ.ดร.พรณิภา ศิวะพิรุฬห์เทพ

### บทคัดย่อ

การศึกษาการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมครองแครงกรอบโดยการเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับคือ ร้อยละ 0 , 10 , 20 และ 30 แล้วทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม พบว่า

การเสริมเนื้อกุ้งในครองแครงกรอบในปริมาณที่แตกต่างกันทำให้ความชอบของผู้บริโภคในเรื่องสี เนื้อสัมผัสและความชอบ โดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยผู้บริโภครอบครองแครงกรอบที่มีเนื้อกุ้งผสมอยู่ในปริมาณ 20 % มากที่สุด

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านรสชาติและกลิ่นของครองแครงกรอบที่มีส่วนผสมของเนื้อกุ้งต่าง ๆ กัน พบว่าผู้บริโภครอบครองแครงกรอบที่มีความชอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % แต่แนวโน้มพบว่า ผู้บริโภครอบครองแครงกรอบที่มีกุ้งผสมอยู่ 20 % มากที่สุด

## กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ให้การช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่สนับสนุนด้านงบประมาณในการจัดปัญหาพิเศษครั้งนี้ และที่สำคัญยิ่ง คือ กำลังใจ ชื่นแนะนำ และคำปรึกษา ต่างๆ

กราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พรธรรมิภา ศิวะพิรุพท์เทพ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ให้คำปรึกษา ชื่นแนะนำ และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ เป็นอย่างดี และขอขอบคุณ โรงเรียนพรตพิทยพยัตซึ่งอำนวยความสะดวกและเครื่องมือ อุปกรณ์ในการผลิตครองแครงกรอบ เพื่อนๆนักศึกษาที่ช่วยงานการผลิต และทดสอบชิมทุกท่าน

ส่วนดีของปัญหาพิเศษฉบับนี้ ขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ผู้ให้กำเนิด อุปการะเลี้ยงดู และปลูกฝังความคิดความอ่าน คุณครู และอาจารย์ที่เคยประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้ คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร ตลอดจนผู้ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจทุกท่าน หากปัญหาพิเศษฉบับนี้มีความผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

การะเกด ทองดอนโพธิ์

ตุลาคม 2545

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญตาราง.....	จ
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 กุ้งกุลาดำ.....	3
2.2 แป้งข้าวเจ้า.....	4
2.3 แป้งสาลี.....	4
2.4 ไข่.....	6
2.5 น้ำมัน.....	8
2.6 น้ำปูนใส.....	10
2.7 น้ำตาลปีบ.....	10
2.8 น้ำปลา.....	10
2.9 พริกไทย.....	12
2.10 กระเทียม.....	12
2.11 ผักชี.....	14
2.12 การทอด (frying).....	14
3. อุปกรณ์และวิธีการ	
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2	วิธีการ.....	19
3.3	สถานที่ทำการวิจัย.....	21
3.4	ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย.....	21
4.	ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล	
4.1	การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านสี.....	23
4.2	การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านกลิ่น.....	23
4.3	การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านรสชาติ.....	23
4.4	การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัส.....	23
4.5	การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวม....	24
4.6	การวิจารณ์ผล .....	24
5.	สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1	สรุปผลการวิจัย.....	25
5.2	ข้อเสนอแนะ.....	26
	บรรณานุกรม.....	27
	ภาคผนวก.....	29

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	คุณค่าทางอาหารของน้ำปลา..... 11
2	คุณค่าทางอาหารของกระเทียมสดน้ำหนัก 100 กรัม.....13
3	คะแนนเฉลี่ยความชอบชมครงแครงกรอบที่มีส่วนผสมของเนื้อกุ้ง ในปริมาณที่แตกต่างกัน.....22



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

ขนมครกแครงกรอบจัดเป็นอาหารว่างที่คนไทยรู้จักกันมาช้านานแล้วเป็นขนมที่มีแป้ง สาลี ไข่ น้ำมัน เป็นส่วนผสมหลักซึ่งส่วนผสมหลักของขนมครกแครงให้คุณค่าทางโภชนาการ จำพวกคาร์โบไฮเดรต และ ไขมันเป็นส่วนใหญ่ ด้วยเหตุผลนี้จึงได้ทำการศึกษาการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมครกแครงกรอบให้มีโปรตีนสูงขึ้น โดยการเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งเนื่องจากโปรตีนเป็นสารอาหารที่สำคัญต่อร่างกาย โปรตีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของเซลล์ควบคุมเมตาบอลิซึมช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของคนและสัตว์ควบคุมสมดุลย์ของส่วนที่เป็นของไหลในร่างกายของคน สัตว์และพืช และเป็น โครงสร้างของเซลล์ (วลัย หุตะโกวิท,2540 : 83-84 ) เนื้อกุ้งจัดว่าเป็นแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพสูงสามารถใช้แทนเนื้อสัตว์อื่นๆนอกจากนี้ยังมีวิตามินและแร่ธาตุอยู่พร้อมมีไขมันต่ำและย่อยง่ายโปรตีนของกุ้งประกอบด้วยกรดอะมิโนที่จำเป็นสำหรับร่างกายทุกชนิดและมีในปริมาณที่ไม่น้อยกว่าโปรตีนประเภทอื่นๆ (อำนาจ โขติญาณวงษ์,2521 : 154-156 )

ดังนั้นเมื่อทำการเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งเข้าไปในขนมครกแครงกรอบแล้วคาดว่าขนมครกแครงกรอบจะเป็นอาหารว่างที่มีคุณค่าทางอาหารสูงขึ้น การศึกษาค้นคว้านี้จะทำการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมครกแครง โดยการเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งซึ่งจะนำกุ้งกุลาดำเข้ามาผสมในขนมครกแครงกรอบในระดับต่าง ๆ และประเมินการยอมรับจากผู้บริโภค

### 1.2 วัตถุประสงค์

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อการเสริมปริมาณเนื้อกุ้งกุลาดำในขนมครกแครงกรอบ ระดับ 10 ,20 และ 30 เปอร์เซ็นต์

### 1.3 ขอบเขตของปัญหา

เพื่อศึกษาหาปริมาณกึ่งกลูตาตัมที่เหมาะสมในการผลิตครองแครงกรอบเสริมโปรตีนจากเนื้อกึ่งกลูตาตัมซึ่งประเมินจากการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 20 คน ที่จะประเมิน สี กลิ่น รสเนื้อสัมผัส และลักษณะคุณภาพโดยรวม

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมอาหาร
2. ได้ผลิตภัณฑ์ขนมครองแครงกรอบที่มีคุณค่าทางโภชนาการมากยิ่งขึ้น
3. ช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบแบบดั้งเดิม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 กุ้งกุลาดำ

ลักษณะทั่วไปของกุ้งกุลาดำ

ชื่อท้องถิ่น : กุ้งทะเล กุ้งม้าลาย

ชื่อสามัญ : tiger prawn หรือ jumbo tiger prawn

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Penaeus monodon

วงศ์ : Penaeidae

กุ้งกุลาดำ (Tiger prawn , *Penaeus monodon* ) กุ้งจัดอยู่ใน Phylum Arthropoda และ Class Crustacea ขณะที่ยังมีชีวิตอยู่ลำตัวจะเป็นสีม่วงแดง มีแถบสีน้ำตาลหรือดำพาดขวาง ลำตัวเป็นปล้อง ๆ โคนขาว่ายน้ำแถบสีเหลืองเป็นปล้อง ๆ เปลือกหัวเกลี้ยง ไม่มีขน หนวดมีสีดำไม่มีลาย ฟันกรีด้านบนมี 7-8 ซี่ ด้านล่างมี 3 ซี่ ร่องข้างกรีดทั้งสองด้านมีลักษณะแคบและยาวไม่ถึงกรีด้านสุดท้ายที่ขาเดินคู่ที่ 5 ไม่มีระยางค์ อันนอก เลือดกุ้งประกอบด้วยสารพวก Haemocyanin ซึ่งเป็นสารประกอบของทองแดง จึงทำให้เลือดสัตว์ประเภทกุ้งมีสีฟ้ากล่าวกันว่า เม็ดเลือดของกุ้งมีประมาณ 1,000-50,000 เซลล์ต่อ ซี.ซี.ของเลือด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิด อายุ การกินอาหารและช่วงของการลอกคราบ ประกอบกับสภาพแวดล้อมด้วย ก่อนและหลังการลอกคราบจะมีการปรับปริมาณความเข้มข้นของสารประเภทเกลือภายในตัวเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เช่น มีการสำรองแคลเซียมในเลือดให้สูงกว่าปกติ เพราะแคลเซียมจะถูกดึงไปใช้ในการสร้างเปลือกใหม่ทันทีที่มีการสลัดเปลือกเก่าทิ้งและดื่มน้ำเข้าตัวทำให้ปริมาณความเข้มข้นของอินออนแกนิกไอออนอาจลงทันทีทันใดเมื่อน้ำเข้าไป ( ประจวบ จอมพิทักษ์ , 2527 :153 )

กุ้งกุลาดำเป็นกุ้งที่มีขนาดใหญ่ที่สุดถิ่นอาศัยของกุ้งกุลาดำ ได้แก่ น่านน้ำแถบใต้หวัน ไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และที่พบมากได้แก่ ออสเตรเลียและอินเดีย กุ้งชนิดนี้อยู่ในเขตร้อน ชอบอาศัยในบริเวณน้ำลึกห่างออกจากฝั่งและชอบพื้นที่เป็นดินทราย สามารถทนอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่าและความเค็มต่ำ เช่น บริเวณป่าชายเลน เป็นกุ้งที่มีการเจริญเติบโตรวดเร็ว ( วัลลภ สราญรมย์, 2523 : 183 )

## ส่วนประกอบทางเคมีของกุ้ง

กุ้ง ( prawns and shrimps ) มีความชื้นร้อยละ 67.5-84.8 โปรตีนร้อยละ 8.9-23.2 ไขมันร้อยละ 0.1-3.2 เถ้าร้อยละ 1.3-6.8 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 2.2 ของส่วนที่กินได้ และมีพลังงาน 69-99 แคลอรี แคลเซียม 124-160 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 218-260 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมของส่วนที่กินได้ ( อำนวย โชติญาณวงษ์, 2524 : 154-156 )

## 2.2 แป้งข้าวเจ้า

แป้งข้าวเจ้า มีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิด

1. แป้งเก่า เป็นแป้งที่ทำมาจากข้าวค้างปี มีคุณสมบัติในการดูดซึมน้ำได้ดี เหมาะที่จะนำมาทำขนมที่ต้องการใช้น้ำเป็นส่วนผสม เช่น ขนมบัวลอย ขนมทราย

2. แป้งใหม่ เป็นแป้งที่ทำมาจากข้าวใหม่ แป้งชนิดนี้จะดูดซึมน้ำได้น้อยเพราะจะมีความชื้นในตัวเหมาะที่จะทำขนมได้หลายประเภท

3. แป้งสด เป็นแป้งที่ไม่ทับน้ำ เหมาะที่จะทำขนมที่ดูดซึมน้ำมาก ถ้าใช้แป้งสดจะทำขนมนั้นไม่แห้ง เช่น ครอบแครงกะทิ (อรวิฑู นพพรรค์, 2542 : 3 )

การหุงต้มแป้ง เมื่อใช้ความร้อน เมื่อแป้งหรืออาหารที่ใส่แป้งถูกความร้อนต้มจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล รสกลิ่นจะผิดไป เมื่ออบอาหารที่ทำด้วยแป้งจะมี dextrin เกิดขึ้นมักจะมีที่ผิวที่ถูกความร้อน คือส่วนที่เป็นสีน้ำตาลหรือส่วนที่เริ่มจะไหม้ เช่น จะเกิดในขนมเค้ก ขนมปัง ข้าวเม่าทอด และอาหารที่ใส่แป้งแล้วนำไปทอด ( จันทร ทศานนท์ , 2531 : 12-13 )

ผลิตภัณฑ์ครอบแครงกรอบจะใช้แป้งข้าวเจ้าชนิด ที่ 2 คือ แป้งใหม่

องค์ประกอบทางเคมีที่มีผลต่อลักษณะและคุณสมบัติของเม็ดแป้งที่สำคัญได้แก่ ไขมัน โปรตีน เถ้า และฟอสฟอรัส ซึ่งมีปริมาณที่แตกต่างกันในแป้งแต่ละชนิด

## 2.3 แป้งสาลี

แป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิด ที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมคือ กลูเตนิน ( Glutenin ) และ ไกลอาดีน ( Gliadin ) ซึ่งเมื่อนำแป้งมาผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า “ กลูเตน ” ( Gluten ) มีลักษณะเป็นยาง เหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงร่างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็น โครงร่างแบบฟองอากาศน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ ( จิตรนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล , 2541 : 25 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### แป้งสาลีที่สำคัญมีอยู่ 3 ชนิดด้วยกัน

1. แป้งขนมปัง มีโปรตีนสูงร้อยละ 12-14 โม้จากข้าวสาลีชนิดแข็ง ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมปังจัดขนมปังหวาน และผลิตภัณฑ์ที่ใช้หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้คือ มีสีครีม ไม่ขาว เนื้อแป้งเหนียว
2. แป้งอเนกประสงค์ มีโปรตีน ปานกลางร้อยละ 10-11 เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกันในสัดส่วนที่เหมาะสม ใช้ทำผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง เช่น ขนมปังจัด และหวาน ขนมเค้กบางชนิด ปาท่องโก๋ ะหมี่ เพสตรี ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้งขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน
3. แป้งเค้ก มีโปรตีนต่ำร้อยละ 7-9 โม้จากข้าวสาลีชนิดอ่อน ใช้ทำเค้ก คุกกี้ ลักษณะของแป้งละเอียด สีขาว

#### องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลี

แป้งสาลีที่ได้จากการ โม้โดยแยกส่วนของแป้งในแอน โดสเปอร์ออกมาแล้วจะประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ โดยเฉลี่ยดังนี้

คาร์โบไฮเดรต	70	%
โปรตีน	11.5	%
น้ำตาล	1	%
ความชื้น	15	%
แร่ธาตุ	0.4	%
ไขมัน	1	%
อื่น ๆ	2	%

( จิตรนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล , 2541 : 26-27 )

#### คุณลักษณะของแป้งสาลี

เพื่อที่จะทำผลิตภัณฑ์ให้ได้ผลดี ควรใช้แป้งที่มีคุณลักษณะดังนี้

1. สีของแป้ง ( color ) มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แป้งที่ดีควรมีสีขาว ดังนั้นแป้งที่ไม่ออกมาจึงควรผ่านการฟอกสีเสียก่อน

2. กำลังของแป้ง (strength) หมายถึง พลังของที่แป้งสามารถจะอุ้มก้ำซที่เกิเกิดขึ้น
3. ความทนต่อสภาพต่างๆของแป้ง (tolerance) หมายถึง ลักษณะของแป้งที่มีความสามารถทนต่อสภาพการผสมผสานนานๆและกระบวนการอื่นๆ โดยที่กฐูเต็น ไม่นึกขาดแป้งที่มีความทนต่อสภาพต่างๆสูงจะหมักได้นาน และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรดี
4. ความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้งสูง (high water absorption) หมายถึงแป้งที่มีคุณลักษณะในการดูดซึมน้ำได้มากพอที่จะทำให้คุณภาพของแป้งยังคงสภาพคืออยู่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรมากขึ้น เนื้อขนมไม่แห้งทำให้มีคุณภาพการเก็บดี
5. ความสม่ำเสมอเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของแป้ง (uniformity) หมายถึง ความสม่ำเสมอของสี ขนาดของแป้ง และ ทั่วๆไป ถ้าขาดความสม่ำเสมอจะทำให้ผลิตภัณฑ์แต่ละครั้งไม่เหมือนกัน จึงควรตรวจสอบก่อนทำผลิตภัณฑ์ทุกครั้ง (จิตรณา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล ,2541 :29 )

## 2.4 ไข่

ไข่เป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมบริโภคทุกครัวเรือน นอกจากนี้มันยังนำไปทำขนมและผลิตภัณฑ์ ่ๆ ต่าง ๆ อีกมากมาย ( วรณวิบูลย์ กาญจนกฤษ , 2543 : 230 )

ไข่ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญคือ ไข่แดง ไข่ขาว และเปลือก ไข่แต่ละชนิดจะมีสัดส่วนเหล่านี้แตกต่างกันเล็กน้อย ส่วนประกอบของโครงสร้างไข่มีดังนี้

### 2.4.1 ไข่แดง

เป็นแหล่งสะสมอาหารเพื่อการเจริญของตัวอ่อนประกอบด้วย

1. จุดกำเนิด ( germinal disc หรือ blastoderm ) เป็นจุดของเซลล์ที่เจริญต่อไปเป็นลูกไก่ เมื่อผสมโดยเชื้อตัวผู้
2. ท่อนำไข่ ( latebra ) เป็นท่อจากจุดกำเนิดลงไปถึงใจกลางของ ไข่แดง เป็นทางลำเลียงอาหารจากไข่แดงไปสู่ตัวอ่อนที่กำลังเจริญเติบโต
3. ชั้นไข่แดงสีจางและสีเข้ม เป็นส่วนของไข่แดงที่มีสีจางที่มีสีเข้มและสีอ่อนสลับกัน เกิดจากการสะสมของเม็ดสีในอาหารที่ไก่บริโภคซึ่งปัจจุบันมีการเติมสารให้สีเช่น แซนโทฟิลล์ ( xanthophylls ) ลงในอาหารไก่เพื่อทำให้ไข่แดงมีสีสวย
4. เยื่อหุ้มไข่แดง ( yolk membrane หรือ vitelline membrane ) เป็นเยื่อหุ้มส่วนของไข่แดงไว้ไม่แยกออกจากกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.2 ไข่ขาว

ประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ดังนี้คือ

1. ไข่ขาวข้น ( Chalaziferous ) เป็นส่วนของไข่ขาวชั้นซึ่งอยู่ในสุด ติดอยู่รอบไข่แดง
  2. ขั้วยึดไข่แดง ( Chalazae ) เป็นสายของไข่ขาวชั้นที่ยื่นออกมาจากส่วนไข่ขาวชั้น มีลักษณะเป็นเกลียวยื่นไปมาทางด้านป้านและแหลมของไข่ช่วยยึดไม่ให้ไข่แดงเคลื่อนที่ไปมาจากตำแหน่งเดิมเมื่อเก็บไข่ไว้นานขึ้น ส่วนนี้จะเกิดการอ่อนตัวลงทำให้ไข่แดงเคลื่อนที่ได้มากขึ้น
  3. ไข่ขาวเหลวชั้นใน เป็นส่วนของไข่ขาวที่ค่อนข้างใส อยู่ในชั้นรอบนอก
  4. ไข่ขาวชั้นนอก เป็นส่วนของไข่ขาวชั้นมีปริมาณมากกว่าไข่ขาวชั้นอื่น ๆ
  5. ไข่ขาวใสชั้นนอก มีลักษณะใส เหลว อยู่เป็นชั้นบาง ๆ ติดเชื้อเปลือกไข่
- หน้าที่ของไข่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์

1. เป็นตัวทำให้ขนมขึ้นฟู เมื่อตีไข่ขาวจะเกิดฟองเล็กๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งแต่ละฟองจะถูกล้อมรอบด้วยแผ่นโปรตีนบางๆ กับอากาศ จะทำให้โปรตีนบางส่วนแข็งตัวและทำให้ฟองนั้นคงตัว เมื่อโดนความร้อนฟองอากาศจะขยายตัวและแผ่นโปรตีนจะแข็งตัวอย่างทั่วถึง จะสูญเสียความยืดตัวและจะจับตัวเป็น โครงสร้างที่แข็งของผลิตภัณฑ์
2. สี ไข่แดงจะช่วยให้เกิดสีเหลืองในผลิตภัณฑ์
3. ความเข้มข้น เนื่องจาก ไม่มีไขมัน และของแข็งอื่นๆ ผลิตภัณฑ์จะมีไขมันเพิ่มขึ้นและมีรสหวานขึ้น นอกจากนี้ไข่ยังช่วยให้ส่วนผสมมีความมัน สามารถผสมง่ายขึ้น
4. กลิ่นรส ไข่มีกลิ่นที่ดีในผลิตภัณฑ์
5. ความสดและคุณค่าทางอาหาร มีปริมาณแคลเซียม , ฟอสฟอรัส , และเหล็กสูง โปรตีนที่มีในไข่เป็นโปรตีนที่สมบูรณ์ ให้กรดอะมิโนที่จำเป็นแก่ร่างกายเพื่อการเจริญเติบโต และสุขภาพที่ดี ทั้งโปรตีนและไขมันที่มีอยู่ในไข่แดง ร่างกายสามารถดูดซึมเข้าไปใช้ได้หมด นอกจากนี้ยังให้วิตามินที่สำคัญต่อร่างกาย เช่น วิตามิน เอ , ดี , ไทอามีน และไรโบฟลาวิน ( จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ - นัยวิกุล, 2541 : 59)

## 2.4.5 คุณค่าทางอาหารของไข่

คุณค่าทางอาหารในไข่อาจจำแนกเป็นประเภทได้ดังนี้

1. โปรตีน เป็นสารอาหารที่มีอยู่มากทั้งในไข่ขาวและไข่แดง เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพและย่อยง่าย

2. ไขมัน มีอยู่มากในไข่แดงประกอบไปด้วยไขมันชนิดต่าง ๆ คือ ไตรกลีเซอไรด์ร้อยละ 65.5 ฟอสฟอลิพิดร้อยละ 28.3 และคอเลสเตอรอลร้อยละ 5.2 ( Stadelman and Cotterill, 1997 อ้าง โดย (วรรณวิบูลย์ กาญจนกฤษ, 2543 : 234 ) ส่วนของฟอสฟอลิพิดที่พบในไข่แดง ได้แก่ ฟอสฟาติดีลโคลีน หรือ เลซิทิน ฟอสฟาติดีลเอทาโนลามีน สฟิงโกไมอีลินและไลโซฟอสฟอลิพิด เป็นต้น

3. น้ำ มีอยู่ทุกส่วนของไข่ในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยไข่ขาวจะมีน้ำมากกว่าไข่แดง ปริมาณน้ำที่ต่างกันทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของน้ำจากไข่ขาวเข้าสู่ไข่แดง เมื่อเก็บไข่ไว้นาน ๆ ไข่แดงจึงแบนและแตกง่าย หน้าที่หลักของน้ำคือเป็นตัวทำละลายและระบายความร้อนให้แก่ไข่ที่เชื้อกำลังเจริญเติบโต

4. คาร์โบไฮเดรต มีอยู่เพียงเล็กน้อยในไข่โดยอยู่ในรูปอิสระ ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส และรวมกับโปรตีนในรูปไกลโคโปรตีน

5. แร่ธาตุ ที่สำคัญในไข่ได้แก่ ซัลเฟอร์ โปแทสเซียม โซเดียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็กปริมาณของแร่ธาตุต่าง ๆ นี้จะเปลี่ยนแปลงตามปัจจัยดังนี้คือ สภาพแวดล้อมของไข่ ฤดูกาลอาหารและอายุของไข่

6. วิตามิน มีวิตามินที่ละลายในน้ำทุกชนิดเว้นวิตามินที่ละลายในไขมันคือ วิตามิน เอ ดี อี และเค โดยเฉพาะวิตามินเอและดีซึ่งมีมากในไข่แดง มีปริมาณมากกว่ามาจาก น้ำมันตับปลา (วรรณวิบูลย์ กาญจนกฤษ, 2543 : 233-234 )

## 2.5 น้ำมัน

น้ำมันที่ได้จากพืชมีน้บร้อยละ 1 ถึง 2 ชนิด ได้แก่ ถั่วเหลือง และ เนื้อมะพร้าวแห้ง วัตถุประสงค์เหล่านี้มีปริมาณน้ำมันตั้งแต่ร้อยละ 18 ในถั่วเหลืองจนถึงร้อยละ 70 ในเนื้อมะพร้าวแห้ง เมื่อสกัดน้ำมันออกแล้ว ส่วนกากที่เหลือจะใช้เป็นวัตถุประสงค์เพื่อให้โปรตีนในอุตสาหกรรมสัตว์ได้ ปริมาณผลผลิตของเมล็ดพืชน้ำมันมีผลกระทบต่อปริมาณของน้ำมันพืชซึ่งส่งผลกระทบต่อราคาที่เปลี่ยนแปลงด้วย ในด้านราคาสามารถอาศัยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มมูลค่าด้วยการดัดแปรสมบัติของน้ำมันพืชให้เหมาะสมทั้งเพื่อการบริโภคและการใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมที่ไม่ใช่อาหาร

น้ำมันทำหน้าที่ต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์ คือ

1. ช่วยเพิ่มรสชาติของอาหารให้ดีขึ้น

2. เป็นตัวนำความร้อนทำให้อาหารสุก ช่วยหล่อลื่นไม่ให้อาหารติดภาชนะที่ใช้และช่วยทำให้อาหารมีสีสวยด้วย อาหารที่ทอดด้วยน้ำมันมาก ส่วนใหญ่จะมีสีน้ำตาล ต้องใช้อุณหภูมิตั้งแต่ 177-201 C ในการเลือกน้ำมันสำหรับทอดจึงต้องคำนึงถึงจุดที่เป็นควันของน้ำมันด้วย เพราะไขมันที่ใช้ทอดต้องไม่สลายตัวเป็นควันก่อน

น้ำมันต่างชนิดกันจะทำให้อาหารมีรสชาติต่างกัน ข้อสำคัญที่สุดน้ำมันที่ใช้ต้องไม่มีกลิ่นเหม็นหืน และอาหารจะต้องไม่อมน้ำมันมาก เพราะจะทำให้อาหารเลี่ยนเสียดรสชาติ ปัจจัยที่ทำให้อาหารอมน้ำมันมากเวลาทอด ได้แก่

- เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ทอด การทอดที่อุณหภูมิต่ำทำให้น้ำมันใช้เวลานานและทำให้อาหารอมน้ำมันมาก ภาชนะที่ใช้ทอดควรเป็นภาชนะโลหะหนัก ซึ่งนำความร้อนได้ดีและไม่ใส่อาหารไปทอดครั้งละมาก ๆ เพราะจะทำให้อุณหภูมิลดต่ำลง
- พื้นที่ผิวของอาหารที่สัมผัสน้ำมันอาหารชิ้นใหญ่น้ำมันมากกว่าชิ้นเล็ก และอาหารที่มีผิวหน้าขรุขระหรือมีรูพรุนจะอมน้ำมันมากกว่าอาหารที่มีผิวเรียบ เพราะมีพื้นที่สัมผัสกับน้ำมันมากกว่า
- ส่วนผสมของอาหาร อาหารที่มีแป้ง น้ำมัน และน้ำตาลมากจะอมน้ำมันมากขึ้นตามส่วนประกอบ

จุดที่เป็นควันของน้ำมัน อาหารจะอมน้ำมันได้มากขึ้นเมื่อน้ำมันที่มีจุดเป็นควันต่ำ น้ำมันที่ใช้ทอดแล้วมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น คือ มีปริมาณของกรดไขมันอิสระมากขึ้นค่า ไอ โอดีนต่ำลง จุดที่เป็นควันและจุดหลอมเหลวต่ำลง สีของน้ำมันดำขึ้นและน้ำมันจะเหนียวขึ้น น้ำมันที่ใช้แล้วควรกรองเศษอาหารเล็ก ๆ ออก และเก็บน้ำมันไว้ในที่เย็นปราศจากอากาศและแสงเพื่อช่วยยืดอายุของการทอดของน้ำมันให้นานขึ้น

3. น้ำมันทำให้แป้งนุ่มและร่วนเป็นชั้น อาหารที่ทำด้วยแป้ง เช่น ขนมเค้ก กะหรี่ปั๊บ โรตีสและพาย ถ้าไม่ใส่น้ำมัน เส้นใยกลูเตน ซึ่งเกิดจากโปรตีนในแป้งกับน้ำจะเกาะกันเหนียวและแน่น แต่ถ้าใส่น้ำมันแล้วน้ำมันจะเข้าไปแทรกระหว่างเส้นใยกลูเตน และบางส่วนจะทำให้เส้นใยกลูเตนขาดทำให้เนื้อขนมไม่แน่น ในขนมเค้กน้ำมันถูกตีเป็นหยดเล็ก แทรกอยู่ทั่วไปทำให้ขนมนุ่ม ส่วนในขนมประเภทกะหรี่ปั๊บและพาย น้ำมันที่แทรกอยู่เป็นหยดใหญ่ระหว่างชั้นของเส้นใยกลูเตน จึงทำให้ขนมนุ่มและร่วนเป็นชั้น ( ศศิเกษม ทองรงค์ และ พรรณี เดชกำแหง, 2530 : 136-137 )

## 2.6 น้ำปูนใส

ปูนแดง หรือ แคลเซียมคลอไรด์ ( calcium chloride ) คุณลักษณะเป็นผลึกหรือเม็ดสีขาว แข็ง ไม่มีกลิ่น ดูดความชื้นได้ดี ส่วนประ โยชน์ จากแคลเซียมคลอไรด์ ( ोलงกต ช้างเผือก,2541 : 26-27 ) คือ

1. ใช้เป็นสารทำให้ข้น ( thickener ) ในผลิตภัณฑ์บางชนิด
2. ใช้เป็นสารให้ความแน่นเนื้อ ( firming agent ) เพื่อให้เกิดความคงรูปต่อผลิตภัณฑ์
3. ให้ความกรอบแก่ผลิตภัณฑ์

### วิธีใช้

จะใช้น้ำปูนแดง 50 กรัม ต่อ น้ำ 3 1/3 ถ้วยตวง ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน เวลาใช้ริน ส่วนที่ใส ประ โยชน์ใช้ในอาหาร-ขนม เพื่อช่วยเพิ่มความกรอบของผลิตภัณฑ์

## 2.7 น้ำตาลปี๊บ

ดั่งที่ เสริมพร สาตรพันธ์ ( อ่างโดย กรองทอง คำลือ , 2543 : 27 ) กล่าวว่า น้ำตาลปี๊บ หรือน้ำตาลมะพร้าว ได้จากดอกมะพร้าวหรือเรียกว่าจั่น และนำไปเคี่ยวจนมีความเข้มข้น น้ำตาลปี๊บมีความหอมเฉพาะตัว น้ำตาลปี๊บมี 2 ลักษณะ คือ อย่างที่เป็นนบและอย่างที่บรรจุปี๊บ จะมีลักษณะเหลว

น้ำตาลปี๊บที่มีคุณภาพดี คือ น้ำตาลปี๊บที่มีสีน้ำตาล ไม่ได้ฟอกสี เนื้อละเอียด , แห้ง , สีสวยและกลิ่นหอมปริมาณความชื้นร้อยละ 7-8 ไม่เข้มข้นเหลว ปริมาณน้ำตาลซูโครสสูงประมาณ 70 ( กริ จุติกุล , 2529 : 249 ) ถ้าเป็นนบ จะมีลักษณะนุ่ม ไม่แข็งมาก ถ้าแข็งมากจะเป็นน้ำตาลผสม รสชาติหอมหวาน เนื้อละเอียดสำหรับสีจะเลือกน้ำตาลอ่อนหรือแก่ขึ้นอยู่กับชนิดของขนมที่จะทำ( อรวสุ นพพรรค , 2542 : 8 )

## 2.8 น้ำปลา

น้ำปลา เป็นสารปรุงรสอาหารให้เค็ม ทำมาจากปลา เป็นของเหลวสีเหลืองอ่อนจนถึงสีน้ำตาล น้ำปลาประกอบด้วย โปรตีนของปลาที่ถูกแปรสภาพให้ละลายได้ในน้ำเกลือเข้มข้นด้วยกระบวนการหมักโดยผสมปลาและเกลือในอัตราส่วน 3: 1 น้ำปลามีรสเค็มและมีส่วนของปลาหลงเหลืออยู่

ประเภทของน้ำปลา ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 47 ( พ.ศ. 2523 ) ได้แบ่งน้ำปลาออกเป็น 3 ประเภท ( กุลยา จันทร์อรุณ, 2533 : 48 )

1. น้ำปลาแท้ เป็นของเหลวซึ่งได้จากการหมักปลาส่วนของปลากับเกลือ หรือกากปลาเหลือจากการหมักจากน้ำเกลือ ตามกรรมวิธีทำน้ำปลา

2. น้ำปลาวิทยาศาสตร์เป็นของเหลวที่ได้จากการหมักปลาหรือส่วนของปลา โดยกรรมวิธีไฮโดรลิซิส (hydrolysis) ด้วยกรดเกลือหรือเอนไซม์
3. น้ำปลาผสม หมายถึง น้ำปลาประเภท (1) หรือ (2) ที่เจือจางด้วยสิ่งอื่นที่ไม่เป็นอันตรายแก่ผู้บริโภค

#### ลักษณะน้ำปลาที่ดีได้มาตรฐาน

1. มีสี กลิ่นและรสของน้ำปลา
  2. ใสไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันเกิดขึ้นตามธรรมชาติไม่เกินร้อยละ 0.01 ของน้ำหนัก
  3. มีเกลือ (sodium chloride) ไม่น้อยกว่า 230 กรัมต่อน้ำหนักปลา 1 ลิตร
  4. มีความถ่วงจำเพาะไม่น้อยกว่า 1.2
  5. มีไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) ไม่น้อยกว่า 9 กรัมต่อ 1 ลิตร สำหรับน้ำปลาแท้หรือน้ำปลาวิทยาศาสตร์ หรือน้อยกว่า 4 กรัมต่อ 1 ลิตร สำหรับน้ำปลาผสม
  6. มีอัตราส่วนของกรดกลูตามิกต่อไนโตรเจนทั้งหมดไม่เกิน 0.6 สำหรับน้ำปลาแท้ และไม่เกิน 1.3 สำหรับน้ำปลาผสม
- คุณค่าทางอาหารของน้ำปลา นอกจากเกลือที่เป็นองค์ประกอบสำคัญแล้ว น้ำปลาเป็นเครื่องปรุงรสที่มีคุณค่าทางอาหารชนิดหนึ่ง ดังตัวอย่างในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณค่าทางอาหารของน้ำปลา 100 กรัม

คุณค่าทางอาหาร	น้ำปลา	น้ำปลาดี
น้ำ	71.3	63.1
แคลอรี (หน่วย)	17	26
ไขมันกรัม (กรัม)	0.4	0.2
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	2.6	0
กากใย (กรัม)	0	0
โปรตีน (กรัม)	0.6	6.1
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	-	70
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	-	22
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.2	0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ต่อตารางที่ 1

คุณค่าทางอาหาร	น้ำปลา	น้ำปลาด
วิตามิน		
- เอ (หน่วยสากล)	-	-
- บี 1 (มิลลิกรัม)	เล็กน้อย	0
- บี 2 (มิลลิกรัม)	-	0.1
- ไนอะซิน (มิลลิกรัม)	0.4	-
- ซี (มิลลิกรัม)	-	0

ที่มา : วินนา เจริญสุวรรณ, 2530 : 859

## 2.9 พริกไทย ( รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2540 : 73)

พริกไทย เป็นได้ทั้งพืชเครื่องเทศและสมุนไพร

ชื่อท้องถิ่น : พริกน้อย (ภาคเหนือ) พริก (ภาคใต้) พริกไทยดำ (เรียกทั้งลูก)

พริกไทยล่อน พริกขี้หนู (เรียกเมล็ดแก่)

ชื่อสามัญ : pepper , white pepper , black pepper , pepper corn

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Piper nigrum* Linn.

วงศ์ : Piperaceae

ส่วนที่ใช้ ผลแก่

สารที่พบ แอลคาลอยด์ piperine และ chavicine น้ำมันหอมระเหยมีร้อยละ 0.6-2.6 ซึ่ง

มี piperine ไม่น้อยกว่าร้อยละ 4

คุณสมบัติ

1. เป็นยาธาตุและยาขับลม
2. เป็นเครื่องเทศสำหรับชูรสอาหาร ดับกลิ่นคาวมักใช้กับ ไส้กรอก ตับบด ผลิตภัณฑ์เนื้อต่างๆ อาหารหมักดอง ซอสมะเขือเทศ เป็นต้น
3. ใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอม

## 2.10 กระเทียม ( รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2540 : 81-82)

กระเทียม เป็นได้ทั้งพืชเครื่องเทศและสมุนไพร

ชื่อท้องถิ่น : กระเทียม ( ภาคกลาง ) หอมเทียม ( ภาคเหนือ ) เทียม หัวเทียม ( ภาคใต้ )

ชื่อสามัญ : garlic

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Alliaceae

ส่วนที่ใช้ หัว

สารที่พบ Allicin , Coumarins , Ally propyl disulphide , diallyl disulphide ,  
peroxidase และ myrosinase

คุณค่าทางอาหารของกระเทียม กระเทียมมีคุณค่าทางอาหาร ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณค่าทางอาหารของกระเทียมสด น้ำหนัก 100 กรัม ประกอบด้วย

คุณค่าทางอาหาร	ปริมาณ
น้ำ ( ร้อยละ )	64.8
พลังงาน ( แคลอรี )	126.0
ไขมัน ( กรัม )	1.3
คาร์โบไฮเดรต ( กรัม )	25.2
โปรตีน ( กรัม )	0.7
แคลเซียม ( มิลลิกรัม )	14.0
เหล็ก ( มิลลิกรัม )	1.3
วิตามินบี 1 ( มิลลิกรัม )	0.25
วิตามินบี 2 ( มิลลิกรัม )	0.01
วิตามินซี ( มิลลิกรัม )	9.0

ที่มา : กรองทอง จันทร. “ กระเทียม ” วารสารกสิกร ปีที่ 56 ฉบับที่ 4 หน้า 170.

#### คุณสมบัติ

1. หัวมีน้ำมันหอมระเหยเผ็ดร้อน ใช้เป็นยาขับเหงื่อ ขับปัสสาวะและขับเสมหะ
2. น้ำคั้นจากกระเทียมมีรสเผ็ดร้อนมาก หยอดใส่หูแก้หูอักเสบ ใช้ทาแผล

3. ใช้แก้กลากเกลื้อน ใช้ขับลมในลำไส้ แก้ท้องขึ้น ปวดท้อง จุกเสียด ท้องอืด ท้องเฟ้อ ขับพยาธิเส้นด้ายเล็ก ใช้แก้หืด อัมพาต ลมเข้าท้อง
4. ใช้แก่น้ำลายเหนียว ปวดบวม หลอดลมอักเสบ ปอดพิการ วัณโรค
5. ใช้เป็นยาฆ่าเชื้อโรคในปาก
6. ทาถูวนวดแก้อาการชักกระตุกของเด็ก โขลกสระผมป้องกันผมหงอก
7. โขลกกับน้ำส้มกวาดคอ แก้อักเสบเสียงแหบแห้ง
8. ใช้พอกตรงที่ถูกแมลง ตะขาบ แมลงป่องหรือแตนต่อย จะบรรเทาอาการเจ็บปวด
9. แก้อาการไขมันอุดตันในเส้นเลือด แก่ความดันโลหิตสูง
10. แก้หูด
11. แก้ปวดศีรษะข้างเดียว

#### 2.11 ผักชี ( รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2540 : 79)

ผักชี เป็นได้ทั้งพืชเครื่องเทศและสมุนไพร

ชื่อท้องถิ่น : หอมป้อม ( ไทยเหนือ ) ผักหอม ผักหอมน้อย ผักหอมพอม

ชื่อสามัญ : coriander

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Coriandrum sativum Linn.

วงศ์ : Umbelliferae

ส่วนที่ใช้ ลำต้น ใบ ราก เมล็ด

สารที่พบ น้ำมันหอมระเหยประมาณร้อยละ 1 มีตัวยาคoriandrol และมี d-linalool 60-

70 เปอร์เซนต์

คุณสมบัติ

1. บำรุงธาตุ ขับลมในกระเพาะอาหาร แก้ไข้ แก้ไอ
2. เป็นเครื่องเทศปรุงแต่งกลิ่นอาหาร

#### 2.12 การทอด ( frying )

การทอดเป็นกรรมวิธีที่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเปลี่ยนแปลงคุณภาพการบริโภคของอาหารวัตถุประสงค์ การถนอมอาหารรักษาอาหารโดยการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ เอนไซม์ และลดค่าแวกเตอร์แอกทีวิตี (water activity) ที่ผิวอาหาร หรือตลอดชิ้นอาหารถ้าเป็นการทอดอาหารชิ้นบาง ๆ ความชื้นของอาหาร

หลังการทอดจะเป็นตัวกำหนดอายุของผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งมีความขึ้นภายในอยู่เช่น โคนัท ปลา เนื้อไก่ ชูบแป้งหรือชูบขนมปังป่นทอดจะมีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากมีการเคลื่อนที่ของน้ำและน้ำมันในระหว่างการเก็บรักษา จึงไม่นิยมผลิตอาหารเหล่านี้ในระดับอุตสาหกรรมและกระจายไปยังร้านค้าย่อย แต่นิยมผลิตในร้านค้าย่อยมากกว่าอาหารเหล่านี้สามารถเก็บรักษาโดยการแช่เย็นได้นานวัน อาหารซึ่งทอดให้แห้งอย่างทั่วถึง เช่น มันฝรั่งทอดกรอบ ขนมคบเคี้ยวประเภทข้าวโพดหรือมันฝรั่ง อาหารกึ่งสำเร็จรูปโดยการอัดผ่านเกลียวจะมีอายุการเก็บรักษานานถึง 12 เดือน ที่อุณหภูมิห้อง และรักษาคุณภาพได้โดยการใช้บรรจุภัณฑ์และสภาวะการเก็บรักษาที่เหมาะสม

เมื่อวางอาหารลงในน้ำมันร้อน อุณหภูมิที่ผิวหน้าของอาหารจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและเกิดการระเหยกลายเป็นไอ ผิวหน้าจึงเริ่มแห้งแนวระนาบการระเหยจะเคลื่อนที่เข้าไปในอาหารและเกิดเปลือกนอกขึ้น อุณหภูมิที่ผิวหน้าอาหารจะเพิ่มขึ้นจนเท่ากับอุณหภูมิน้ำมันร้อน และอุณหภูมิ ภายในจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ถึง 100 C ความแตกต่างของอุณหภูมิของอาหารและน้ำมันค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ผิวจะเป็นตัวควบคุมการถ่ายเทความร้อน ค่าการนำความร้อนของอาหารจะเป็นตัวควบคุมอัตราการส่งผ่านความร้อนเข้าไปในอาหาร

เปลือกนอกของอาหารทอดมีลักษณะเป็นรูพรุนประกอบด้วยท่อแคปปีลารีขนาดต่าง ๆ น้ำและไอน้ำจะเคลื่อนที่ออกจากแคปปีลารีช่องใหญ่ก่อนและถูกแทนที่ด้วยน้ำมัน ในระหว่างการทอดความชื้นจะเคลื่อนที่ผ่านผิวอาหารและฟิล์มบาง ๆ ของน้ำมัน ความหนาของฟิล์มซึ่งมีผลต่ออัตราการถ่ายเทความร้อนและมวลถูกกำหนดโดยความเร็วของการเคลื่อนที่ของน้ำมัน ความแตกต่างของความร้อนไอน้ำระหว่างความชื้นภายในอาหารและน้ำมันแห้งจะเป็นตัวขับเคลื่อนความชื้นคล้ายกับในกรณีการทำแห้งด้วยลมร้อน

เวลาที่ใช้ทอด โดยสมมุติฐานขึ้นอยู่กับ

1. ชนิดของอาหาร
2. อุณหภูมิของน้ำมัน
3. วิธีการทอดว่าเป็นแบบน้ำมันตื้น ( shallow frying ) หรือน้ำมันท่วม ( deep-fat frying )
4. ความหนาของชิ้นอาหาร
5. ความต้องการในการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการบริโภค

อาหารซึ่งมีความชื้นภายในจะถูกทอดจนกว่าจุดร้อนชื้นที่สุดของอาหารจะได้รับความร้อนเพียงพอที่จะทำให้ลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนหรือพอที่จะเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านประสาทสัมผัสได้ตามที่ต้องการ ปัจจัยเหล่านี้สำคัญมาก

การทอดที่อุณหภูมิสูงจะช่วยลดเวลาและเพิ่มอัตราการผลิต แต่อุณหภูมิสูงจะเร่งให้น้ำมันกลายเป็นกรดไขมันอิสระซึ่งจะเปลี่ยนแปลงความหนืด สก๊ลินของน้ำมัน ทำให้ต้องเปลี่ยนน้ำมัน

การกำหนดอุณหภูมิในการทอด มีการใช้อุณหภูมิสูงสำหรับการทอดอาหารที่ต้องการให้อาหารมีเปลือกนอกแห้งและมีความชื้นภายใน การเกิดเปลือกนอกอย่างรวดเร็วจะเป็นการปิดกั้นไม่ให้ไอน้ำเคลื่อนที่ไปจากอาหาร และลดอัตราการถ่ายเทความร้อนไปยังด้านในของอาหาร ซึ่งอาหารยังคงรักษาเนื้อสัมผัสที่นุ่มชื้นและกลิ่นรสของสารประกอบของอาหารไว้ได้ การทำให้อาหารแห้ง โดยการทอดที่อุณหภูมิต่ำกว่า จึงทำให้ระนาบการระเหยเคลื่อนที่ลงลึกไปในอาหารก่อนเกิดเปลือกนอก อาหารจึงแห้งก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านกลิ่น สี ที่รุนแรง

มีวิธีทอดที่สำคัญ 2 วิธี ซึ่งจำแนกโดยวิธีการถ่ายเทความร้อน ซึ่งได้แก่ การทอดแบบน้ำมันตื้น (shallow frying) หรือน้ำมันท่วม (deep-fat frying)

การทอดแบบน้ำมันตื้น (shallow frying)

วิธีนี้เหมาะสำหรับอาหารที่มีอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูง เช่น เบคอน ไช้เบอร์เกอร์ และพายชนิดต่าง ๆ ความร้อนจากผิวกระทะร้อนจะเคลื่อนที่ผ่านชั้นน้ำมันบาง ๆ ไปยังอาหาร ความหนาของชั้นน้ำมันแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความสม่ำเสมอของผิวหน้าของอาหาร ถ้าชั้นน้ำมันบางพอ ไอน้ำเดือดจะทำให้อาหารที่เคลื่อนที่ขึ้นลงบนผิวร้อนของกระทะ การกระจายความร้อนจึงไม่สม่ำเสมอ

การทอดแบบน้ำมันท่วม (deep-fat frying)

การถ่ายเทความร้อน โดยวิธีนี้เป็นทั้งการพาความร้อนในน้ำมันร้อนและการนำความร้อนจากภายในอาหาร ผิวของอาหารทั้งหมดจะได้รับความร้อนใกล้เคียงกัน ทำให้เกิดสีและลักษณะภายนอกที่สม่ำเสมอ การทอดแบบน้ำมันท่วมกับอาหารทุกรูปปร่าง แต่อาหารที่มีรูปปร่างไม่แน่นอนจะอมน้ำมันมากกว่าอาหารที่ไม่มีรูปปร่างแน่นอน (วิลโลว์ รังศาตทอง, 2543 : 262-264)

ผลกระทบของความร้อนต่ออาหาร

วัตถุประสงค์หลักของการทอดคือ เพื่อปรับปรุงสี กลิ่น และรสในเปลือกนอกของอาหาร โดยอาศัยปฏิกิริยาเมลลาร์ดและการดูดซับสารระเหยจากน้ำมัน ปัจจัยหลักที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงสี และกลิ่น ของอาหาร

1. ชนิดของน้ำมัน
2. อายุและประวัติด้านความร้อนของน้ำมัน
3. อุณหภูมิและเวลาในการทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ขนาดและลักษณะผิวหน้าของอาหาร

5. การจัดการหลังการทอด

ปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการดูดซับน้ำมันของอาหาร ลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหารเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ โปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรตซึ่งเป็นสารโพลีเมอร์แรงซึ่งคล้ายคลึงกับในกรณีการอบ

ผลกระทบของการทอดต่อคุณค่าทางโภชนาการของอาหารขึ้นอยู่กับชนิดของกรรมวิธีที่ใช้การใช้ไขมันอุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดเปลือกนอกเร็วและปิดกั้นผิวหน้าของอาหารไว้ ทำให้อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยลงและยังคงรักษาคุณค่าทางโภชนาการส่วนใหญ่ไว้ได้ นอกจากนี้ยังเกิดการสูญเสียระหว่างการเก็บรักษาน้อยลงเนื่องจากผู้บริโภคมักจะบริโภคอาหารนี้หลังการทอดไม่นาน ( วิไล รังสาตทอง , 2543 : 266-267 )

ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งกุลาดำ ใช้วิธีการทอดแบบน้ำมันท่วม โดยใช้ความร้อนปานกลาง น้ำมันร้อน ทำให้เกิดสีและลักษณะภายนอกที่สม่ำเสมอ เพราะชั้นของผลิตภัณฑ์มีรูปร่างที่สม่ำเสมอ การใช้น้ำมันอุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดเปลือกนอกเร็วและปิดกั้นผิวหน้าของอาหารไว้ ทำให้อาหารเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยลงและยังรักษาคุณค่าทางโภชนาการส่วนใหญ่ไว้ได้และไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์อมน้ำมันอีกด้วย

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

ก. วัสดุดิบ, และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำนมกรองแรง

วัสดุดิบ

1. กุ้งกุลาดำ
2. แป้งสาลีอเนกประสงค์
3. แป้งข้าวเจ้า
4. น้ำปูนใส
5. กะทิ
6. น้ำมันพืช
7. ไข่ไก่
8. น้ำ
9. น้ำตาลปีบ
10. น้ำปลา
11. พริกไทยป่น
12. กระเทียม
13. รากผักชี

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่ง
2. ถ้วยตวงของเหลว
3. ถ้วยตวงของแห้ง
4. ช้อนตวง
5. ที่ร่อนแป้ง
6. อ่างผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ผ้าขาวบาง
8. กะทะ
9. ตะหลิว
10. ตะแกรงพักขนม
11. เตาแก๊ส
12. มีด
13. เขียง
14. ถาด
15. ไม้คลึงแป้ง
16. ช้อน
17. ตู้อบลมร้อน

#### ข. อุปกรณ์ที่ใช้ทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ

- |                        |   |      |
|------------------------|---|------|
| 1. กระดาษ A4           | 1 | ริม  |
| 2. อุปกรณ์เครื่องเขียน | 1 | ชุด  |
| 3. แผ่นดิสก์           | 2 | แผ่น |

### 3.2 วิธีการ

#### 3.2.1 ค้นหาสูตรและวิธีการทำครองแครงกรอบ

##### สูตรตัวแป้งและสูตรน้ำคูลูก

##### สูตรตัวแป้ง

แป้งสาลีเนกประสงค์	140	กรัม(1 ถ้วย)
แป้งข้าวเจ้า	50	กรัม(1 ถ้วย)
น้ำปูนใส	40	กรัม(4 ช.ต)
กะทิ	40	กรัม(4 ช.ต)
น้ำมันพืช	20	กรัม(2 ช.ต)
ไข่ไก่	55	กรัม(1 ฟอง)
<b>รวม</b>	<b>345</b>	<b>กรัม</b>

##### สูตรน้ำคูลูก

น้ำตาลปีบ	80	กรัม(1/4 ถ้วย)
-----------	----	----------------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำปลา	15	กรัม(1 ½ ช.ต)
น้ำ	40	กรัม(4 ช.ต)
กระเทียม(หั่นละเอียด)	10	กรัม(1 ช.ต)
พริกไทยเม็ด	3	กรัม(1 ช.ต)
รากผักชีสด(หั่นละเอียด)	5	กรัม(1 ช.ต)
รวม	153	กรัม

#### ข. วิธีการทำเครื่องแกงกรอบ

1) เตรียมส่วนผสมตัวแป้ง โดยชั่งตามสูตรประกอบด้วย แป้งสาลีอเนกประสงค์ แป้งข้าวเจ้า ไข่ไก่ น้ำปูนใส กะทิ น้ำมันพืช เตรียมส่วนผสมปรุงรสเครื่องแกงกรอบประกอบด้วย น้ำตาลปีบ น้ำ น้ำปลา พริกไทย กระเทียม รากผักชี

2) นำแป้งสาลีอเนกประสงค์และแป้งข้าวเจ้าร่อนรวมกันพักไว้ แล้วนำส่วนผสมอื่นๆที่ชั่งแล้ว ได้แก่ ไข่ไก่ น้ำปูนใส กะทิ น้ำมันพืช เนื้อกุ้ง ผสมให้เข้ากันแล้วค่อยๆ เทลงในแป้ง นวดให้เนื้อแป้งเนียนจับตัวเป็นก้อนไม่เป็นเม็ดแป้งเล็กๆ ไม่ติดมือ

3) นำแป้งมาแบ่งเป็นก้อนๆ ละ 20 กรัม จนหมด นำแป้งที่แบ่งเป็นก้อนแล้ว มาคลึงให้เป็นแผ่นบาง หนาประมาณ 2 มม ใช้แม่พิมพ์กดตัวเครื่องแกง โรยแป้งนวลเล็กน้อยเพื่อไม่ให้ขนมติดกัน

4) นำตัวขนมไปทอดในน้ำมันขณะร้อน ใช้ไฟปานกลางทอดให้สุกพอขนมออกสีเหลือง ตักขึ้นพักให้สะเด็ดน้ำมัน

5) เตรียมส่วนผสมน้ำจิ้มโดย โขลก กระเทียม พริกไทย รากผักชี ให้ละเอียดพักไว้ นำน้ำตาลปีบ น้ำปลา น้ำ เติงไฟอ่อน จนน้ำตาลออกเป็นสีน้ำตาลเข้มแต่อย่าให้น้ำตาลไหม้ แล้วใส่ กระเทียม พริกไทย รากผักชี ที่โขลกละเอียดแล้ว ลงผัดให้มีกลิ่นหอม นำตัวแป้งที่ทอดแล้วลงจิ้มเคล้าให้ทั่ว พักทิ้งไว้ให้เย็น เก็บใส่ขวดโหลปิดฝาให้สนิท

#### 3.2.2. ผลิตรองเครื่องแกง 4 สูตรคือ

- สูตรปกติไม่ใส่กุ้งกุลาดำ
- สูตรใส่กุ้งกุลาดำ 10% ของน้ำหนัก 345 กรัมใช้กุ้ง = 34.5 กรัมต่อ 1 สูตร
- สูตรใส่กุ้งกุลาดำ 20% ของน้ำหนัก 345 กรัมใช้กุ้ง = 69.0 กรัมต่อ 1 สูตร
- สูตรใส่กุ้งกุลาดำ 30% ของน้ำหนัก 345 กรัมใช้กุ้ง = 103.5 กรัมต่อ 1 สูตร

3.2.3 ประเมินผลการยอมรับจากผู้บริโภค 20 คน โดยให้ผู้บริโภคประเมินขนมครองแครงกรอบที่ไม่มีน้ำคูลูก โดยการให้คะแนนระหว่าง 2 – 10 คะแนนในเรื่องของ

- สี
- กลิ่น
- รส
- เนื้อสัมผัส
- คุณภาพโดยรวม

ความหมายของคะแนนและการแปลผล

9 คะแนน	คือ	ชอบมากที่สุด	8 คะแนน	คือ	ชอบมาก
7 คะแนน	คือ	ชอบปานกลาง	6 คะแนน	คือ	ชอบเล็กน้อย
5 คะแนน	คือ	เฉย ๆ	4 คะแนน	คือ	ไม่ชอบเล็กน้อย
3 คะแนน	คือ	ไม่ชอบปานกลาง	2 คะแนน	คือ	ไม่ชอบมาก

การแปลความหมายของค่าคะแนนความชอบเฉลี่ย

9 – 8.5 หมายถึง	ชอบมากที่สุด	8.5 – 8 หมายถึง	ชอบมาก
8 – 7.5 หมายถึง	ชอบปานกลาง	7 – 6.5 หมายถึง	ชอบเล็กน้อย
6 – 5.5 หมายถึง	เฉย ๆ	5 – 4.5 หมายถึง	ไม่ชอบเล็กน้อย
4 – 3.5 หมายถึง	ไม่ชอบปานกลาง	3 – 2.5 หมายถึง	ไม่ชอบมาก

3.2.4 ข้อมูลที่ได้จากการประเมินนำมาหาค่าเฉลี่ยแต่ละลักษณะและทำการเปรียบเทียบคะแนนประเมินของแต่ละสูตร โดยวิธีการทดสอบ ( F-test ) เพื่อดูความแตกต่างในเรื่องของความชอบครองแครงแต่ละสูตร

### 3.3 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการกลุ่มการงานอาชีพ ( คหกรรม ) โรงเรียนพรตพิทยพยัต

### 3.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย

ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2545 ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2545

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมครองแครงโดยการเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับคือ ร้อยละ 0 , 10 , 20 และ 30 โดยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคได้ผลการศึกษาดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงคะแนนเฉลี่ยความชอบขนมครองแครงกรอบที่มีส่วนผสมของเนื้อกุ้งในปริมาณที่แตกต่างกัน

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
สี *	6.8 <sup>c</sup>	6.9 <sup>c</sup>	7.65 <sup>a</sup>	7.5 <sup>b</sup>
กลิ่น <sup>ns</sup>	7.2	7.25	7.4	7.2
รสชาติ <sup>ns</sup>	7.3	7.35	7.65	7.5
เนื้อสัมผัส *	7.15 <sup>c</sup>	7.2 <sup>b</sup>	7.8 <sup>a</sup>	7 <sup>c</sup>
ความชอบโดยรวม *	7.05 <sup>c</sup>	7.2 <sup>c</sup>	7.95 <sup>a</sup>	7.4 <sup>b</sup>

เมื่อ T<sub>1</sub> = ขนมครองแครงไม่ผสมเนื้อกุ้ง  
T<sub>2</sub> = ขนมครองแครงผสมเนื้อกุ้ง 10 %  
T<sub>3</sub> = ขนมครองแครงผสมเนื้อกุ้ง 20 %  
T<sub>4</sub> = ขนมครองแครงผสมเนื้อกุ้ง 30 %

ระดับคะแนนความชอบ

9 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด	8 คะแนน คือ ชอบมาก
7 คะแนน คือ ชอบปานกลาง	6 คะแนน คือ ชอบเล็กน้อย
5 คะแนน คือ เฉย ๆ	4 คะแนน คือ ไม่ชอบเล็กน้อย
3 คะแนน คือ ไม่ชอบปานกลาง	2 คะแนน คือ ไม่ชอบมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแปลความหมายของค่าคะแนนความชอบเฉลี่ย

9 – 8.5 หมายถึง	ชอบมากที่สุด	8.5 – 8 หมายถึง	ชอบมาก
8 – 7.5 หมายถึง	ชอบปานกลาง	7 – 6.5 หมายถึง	ชอบเล็กน้อย
6 – 5.5 หมายถึง	เฉย ๆ	5 – 4.5 หมายถึง	ไม่ชอบเล็กน้อย
4 – 3.5 หมายถึง	ไม่ชอบปานกลาง	3 – 2.5 หมายถึง	ไม่ชอบมาก

#### 4.1 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านสี

การยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสีของเครื่องสำอางโดยเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้ง พบว่าปริมาณ เนื้อกุ้งในเครื่องสำอางแตกต่างกันทำให้ความชอบของผู้บริโภคในเรื่องสี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $p \leq 0.05$ ) โดยผู้บริโภคให้การยอมรับเครื่องสำอางโดยเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้ง 20 % ในด้านสี มากที่สุดคือ มีคะแนนเฉลี่ยความชอบ 7.65 มีความชอบเครื่องสำอางที่ไม่ผสมกุ้งน้อยที่สุด คือ ค่าเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 6.8

#### 4.2 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านกลิ่น

การยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นพบว่า เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของเนื้อกุ้งต่าง ๆ กันทำให้ความชอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $p > 0.05$ ) แต่ดูเหมือนแล้วพบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับเครื่องสำอางโดยเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้ง ระดับ 20 % ในด้านกลิ่น มากที่สุด คือ ค่าเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 7.4

#### 4.3 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านรสชาติ

การยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติ พบว่า เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของเนื้อกุ้งต่าง ๆ กัน ทำให้ความชอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $p \geq 0.05$ ) แต่ดูเหมือนแล้วพบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับเครื่องสำอางโดยเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้ง ระดับ 20% ในด้านรสชาติ มากที่สุด คือ ค่าเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 7.65

#### 4.4 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัส

การยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัส พบว่า เครื่องสำอางที่มีส่วนผสมของเนื้อกุ้งต่าง ๆ กัน ทำให้ความชอบแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $p \leq 0.05$ )

พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับครองแครงกรอบโดยเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้ง ระดับ 20% ในด้านเนื้อสัมผัส มากที่สุด คือ ค่าเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 7.8

#### 4.5 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวม

การยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบโดยรวม พบว่า ครองแครงกรอบที่มีส่วนผสมของเนื้อกุ้งต่าง ๆ กัน ทำให้ความชอบแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ( $p \leq 0.05$ ) พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับครองแครงกรอบโดยเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้ง ระดับ 20% ในด้านความชอบโดยรวม มากที่สุด คือ ค่าเฉลี่ยความชอบเท่ากับ 7.95

#### 4.6 การวิจารณ์ผล

จากการศึกษาความชอบครองแครงที่มีส่วนผสมของเนื้อกุ้งในระดับต่าง ๆ กัน พบว่าผู้บริโภคชอบครองแครงที่มีกุ้งผสมอยู่ 20 % มากที่สุดทั้งในเรื่องของ สี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยมีความชอบแตกต่างกันทางสถิติ และแนวโน้มของความชอบเรื่อง กลิ่น และรสชาติ ถึงแม้ความแตกต่างจะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม แต่คะแนนความชอบครองแครงสูตรที่มีกุ้งผสมอยู่ 20 % ก็สูงกว่าความชอบครองแครงสูตรอื่น ทั้งนี้อาจจะเป็นเหตุผลมาจากด้านสีของสูตรผสมกุ้ง 20 % มีสีน้ำตาลออกส้มอ่อนๆ เป็นสีที่เหมาะสม ส่วนสูตรควบคุมและ สูตร 10 % มีสีน้ำตาลไม่ออกสีของเนื้อกุ้งและจะออกสีขาวนวลเล็กน้อย ส่วนสูตร 30 % มีสีน้ำตาลเข้มออกสีของเนื้อกุ้งมากเกินไปทำให้มีสีคล้ำ เนื้อสัมผัสของสูตรผสมกุ้ง 20 % มีความกรอบไม่แข็งจนเกินไปเพราะสูตรควบคุมและสูตร 10 % มีความแข็งส่วนสูตร 30 % เพราะว่ามีเนื้อกุ้งมากเวลาทอดจะทำให้เนื้อนิ่มไม่กรอบ

ดังนั้น ถ้าต้องการผลิตครองแครงกรอบเสริมคุณค่าอาหารควรเสริมกุ้งเข้าไปในปริมาณ 20 % ก็เพียงพอที่จะเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมครกแครงโดยการเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับคือ ร้อยละ 0 , 10 , 20 และ 30 ในสูตรครกแครงปกติ และได้ทำการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ได้ผลการศึกษาดังนี้

##### 1. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านสี

การยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านสีของครกแครงกรอบ โดยเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้ง พบว่าปริมาณ เนื้อกุ้งในครกแครงแตกต่างกันทำให้ความชอบของผู้บริโภคในเรื่องสี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

##### 2. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านกลิ่น

การยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นพบว่า ครกแครงกรอบที่มีส่วนผสมของเนื้อกุ้งต่าง ๆ กันทำให้ความชอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

##### 3. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านรสชาติ

การยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาติ พบว่า ครกแครงกรอบที่มีส่วนผสมของเนื้อกุ้งต่าง ๆ กัน ทำให้ความชอบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

##### 4. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัส

การยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านเนื้อสัมผัส พบว่า ครกแครงกรอบที่มีส่วนผสมของเนื้อกุ้งต่าง ๆ กัน ทำให้ความชอบแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

##### 5. การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวม

การยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านความชอบโดยรวม พบว่า ครกแครงกรอบที่มีส่วนผสมของเนื้อกุ้งต่าง ๆ กัน ทำให้ความชอบแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

สรุปได้ว่า ผู้บริโภคชอบขนมครกแครงที่มีเนื้อกุ้งผสมอยู่ 20 % มากที่สุดทั้งในเรื่องของ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมครกแครงโดยการเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งในปริมาณที่แตกต่างกัน 4 ระดับคือ ร้อยละ 0 , 10 , 20 และ 30 ของสูตรปกติพบว่าผู้บริโภคชอบครกแครงกรอบที่เสริมกุ้งเข้าไปในปริมาณ 20 % มากที่สุด ดังนี้ ถ้าจะผลิตครกแครงกรอบเสริมกุ้งควรเสริมกุ้งที่ 20 %

การศึกษาในครั้งนี้ สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้น แก่ผู้ที่สนใจจะทำการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงผู้ประกอบการผลิตภัณฑ์อาหาร โดยผู้จัดทำให้ข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

ควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครกแครงโดยเลือกใช้วัตถุดิบชนิดอื่น เสริมแทนเนื้อกุ้ง เช่น เนื้อหมู เนื้อไก่ ปลา ฯลฯ ทำก็ได้และที่สำคัญ คือ ควรศึกษาเรื่อง ต้นทุน การผลิตที่จะสามารถช่วยให้ผู้ผลิตมีข้อมูลประกอบการตัดสินใจได้ดีขึ้น



## บรรณานุกรม

กรองทอง คำลือ . 2543. การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมครองแครงกรอบเสริมโปรตีนจากเนื้อปลา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 66 น.

กวี จุติกุล. 2529. “หน่วยที่ 4” เอกสารการสอนชุดวิชาอาหารและโภชนาการ. 249 น. นิตยา ตั้งชูรัตน์, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช. 476 น.

กุลยา จันทร์อรุณ. 2533. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนากรมศาสนา. 270 น.

จิธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2541. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 224 น.

จันทร์ ทศานนท์. 2531. อาหารไทย. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สิริวัฒนาการพิมพ์. 186 น.

ประจวบ จอมพิทักษ์. 2527. กึ่งอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โอ เอส พรินต์ติ้งเฮาส์. 153 น.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. พืชเครื่องเทศและสมุนไพร. กรุงเทพฯ : โอ เอส พรินต์ติ้งเฮาส์. 186 น.

วินนา เจริญสุวรรณ. 2530. “หน่วยที่13” เอกสารการสอนชุดวิชาอาหารและโภชนาการ. 859 น.

วัลลภ สราญรมย์. 2523. กึ่งอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์รุ่งแสงการพิมพ์. 183 น.

วิไล รังสาดทอง. 2543. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. กรุงเทพฯ : แท็ทซ์เอนด์ เจอร์นัลพับลิเคชั่น. 401 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วรรณวิบูลย์ กาญจนกฤษร. 2543. “ไข่และผลิตภัณฑ์” วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 230-243 น. จิตธนา แจ่มเมฆ, กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 505 น.

วลัย หุตะโกวิท. 2540. เอกสารประกอบการสอนวิชาเคมีอาหาร. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยี-  
ราชมงคลวิทยาเขต ไซติเวส. 139 น.

ศศิเกษม ทองรงค์ และ พรรณี เดชกำแหง. 2530. เคมีอาหารเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โอ เอส พรีนติ้ง  
เฮ้าส์. 211 น.

อรวิศ นพพรรค์. 2542. ขนมไทย. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 144 น.

อลงกต ช้างเผือก. 2541. การผลิตแอลกอฮอล์ไร้ออกซิเจนจากเปลือกไข่ไก่. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์  
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 93 น.

อำนาจ โชติญาณวงษ์. 2521. คุณค่าทางอาหารของกุ้งและปลา วารสารการประมง 31 (2) :  
154-156 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก.

**แบบทดสอบ ความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์อาหาร**  
( Hedonic Scale Test )

ชื่อผลิตภัณฑ์.....

วันที่ทำการทดสอบชิม.....เวลา.....

**คำชี้แจง**

1. กรุณาบ้วนปากด้วยน้ำเปล่า ก่อนการทดสอบชิม
  2. ทดสอบชิมตัวอย่างต่อไปนี้อีกซ้ำไปซ้ำมา
  3. หลังการทดสอบตัวอย่างแต่ละตัวอย่าง ให้กลืนปากด้วยน้ำเปล่าทิ้ง เว้นระยะเวลาประมาณ 2 นาที จึงทำการทดสอบตัวอย่างลำดับต่อไป
  4. ตัวอย่างและกับแก้มออกจากลิ้น ได้
  5. ให้คะแนนตามระดับความชอบ และความพอใจของท่านลงในตาราง โดยมีคะแนนความชอบตั้งแต่ 1-9 โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้
- |         |                     |         |                    |
|---------|---------------------|---------|--------------------|
| 9 คะแนน | คือ ชอบมากที่สุด    | 8 คะแนน | คือ ชอบมาก         |
| 7 คะแนน | คือ ชอบปานกลาง      | 6 คะแนน | คือ ชอบเล็กน้อย    |
| 5 คะแนน | คือ เฉย ๆ           | 4 คะแนน | คือ ไม่ชอบเล็กน้อย |
| 3 คะแนน | คือ ไม่ชอบปานกลาง   | 2 คะแนน | คือ ไม่ชอบมาก      |
| 1 คะแนน | คือ ไม่ชอบมากที่สุด |         |                    |

ตัวอย่าง	992	872	752	652
สี				
กลิ่น				
รส				
เนื้อสัมผัส				
ความชอบรวม				

ข้อเสนอแนะ.....

ขอบคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข.

## ตารางภาคผนวก1 สูตรการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance)

Source of variance	Sum of Square	Degree of Freedom	Mean Square	F
Treatment	$\frac{T_1^2 + T_2^2 + T_3^2}{t} - CF$	t-1	$\frac{SS, sample}{df, sample}$	$\frac{MS, sample}{MS, error}$
Judge	$\frac{R_1^2 + \dots + R_{10}^2}{r} - CF$	r-1	$\frac{SS, judge}{df, judge}$	$\frac{MS, judge}{MS, error}$
Error	$SS, total - SS, judge - SS, sample$	(t-1)(r-1)	$\frac{SS, error}{df, error}$	
Total	$\sum X_{ij}^2 - CF$	tr-1		

เมื่อ t = ครองแครง 4 ชนิด ( 4 Treatment )

r = จำนวนผู้ชิมขนม ( judge 20 คน )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ตารางที่ 1 แสดงคะแนนเฉลี่ยความชอบขนมครองแครงกรอบที่มีส่วนผสมของเนื้อกุ้งในปริมาณที่แตกต่างกัน

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
สี *	6.8 <sup>c</sup>	6.9 <sup>c</sup>	7.65 <sup>a</sup>	7.5 <sup>b</sup>
กลิ่น <sup>ns</sup>	7.2	7.25	7.4	7.2
รสชาติ <sup>ns</sup>	7.3	7.35	7.65	7.5
เนื้อสัมผัส *	7.15 <sup>c</sup>	7.2 <sup>b</sup>	7.8 <sup>a</sup>	7 <sup>c</sup>
ความชอบโดยรวม *	7.05 <sup>c</sup>	7.2 <sup>c</sup>	7.95 <sup>a</sup>	7.4 <sup>b</sup>

เมื่อ

T<sub>1</sub> = ขนมครองแครงไม่ผสมเนื้อกุ้ง

T<sub>2</sub> = ขนมครองแครงผสมเนื้อกุ้ง 10 %

T<sub>3</sub> = ขนมครองแครงผสมเนื้อกุ้ง 20 %

T<sub>4</sub> = ขนมครองแครงผสมเนื้อกุ้ง 30 %

ระดับคะแนนความชอบ

9 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด      8 คะแนน คือ ชอบมาก

7 คะแนน คือ ชอบปานกลาง      6 คะแนน คือ ชอบเล็กน้อย

5 คะแนน คือ เฉย ๆ      4 คะแนน คือ ไม่ชอบเล็กน้อย

3 คะแนน คือ ไม่ชอบปานกลาง      2 คะแนน คือ ไม่ชอบมาก

การแปลความหมายของค่าคะแนนความชอบเฉลี่ย

9 – 8.5 หมายถึง ชอบมากที่สุด      8.5 – 8 หมายถึง ชอบมาก

8 – 7.5 หมายถึง ชอบปานกลาง      7 – 6.5 หมายถึง ชอบเล็กน้อย

6 – 5.5 หมายถึง เฉย ๆ      5 – 4.5 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย

4 – 3.5 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง      3 – 2.5 หมายถึง ไม่ชอบมาก

**ตารางภาคผนวกที่ 2 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance Table)**  
**การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมครกแครงกรอบโดยการ**  
**เสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งระดับต่าง ๆ กันในด้านสี**

Source of variance	SS	df	MS	F <sub>cal.sample</sub>	F <sub>table</sub>
Treatment	10.84	3	3.61	7.22 *	2.77
Judge	29.64	19	1.56	3.12*	1.73
Error	28.91	57	0.50		
Total	69.39	79			

เมื่อ \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตัวอย่างการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA และ LSD )  
 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการ  
 ของขนมครกแครงกรอบโดยการเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งในด้านสี

1. การคำนวณหา CF (Correction Factor)

$$\begin{aligned}
 &= (\text{Total})^2 / tr \\
 &= (577)^2 / (4 \times 20) \\
 &= 332,929 / 80 \\
 &= 4,161.61
 \end{aligned}$$

2. การคำนวณหา SS (Sum of Square) ของทุกตัวแปร

$$\begin{aligned}
 2.1 \text{ SS, Sample} &= [(T_1^2 + T_2^2 + T_3^2 + T_4^2) / r] - CF \\
 &= [(132^2 + 138^2 + 153^2 + 150^2) / 20] - 4,161.61 \\
 &= [(18,496 + 19,044 + 23,409 + 22,500) / 20] - 4,161.61 \\
 &= (83,449 / 20) - 4,161.61 \\
 &= 1,554.1 - 1,540.833 \\
 &= 10.84
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
2.2 \text{ SS, Judge} &= [(R_1^2 + \dots + R_{20}^2) / t] - CF \\
&= [(29^2 + 32^2 + 28^2 + \dots^2 + 27^2) / 4] - 4,161.61 \\
&= [(841 + 1,024 + 784 + \dots + 729) / 4] - 4,161.61 \\
&= (16,765 / 4) - 4,161.61 \\
&= 4191.25 - 4,161.61 \\
&= 29.64
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
2.3 \text{ SS, Total} &= \sum X_{ij}^2 - CF \\
&= (7^2 + 8^2 + 6^2 + \dots^2 + 7^2) - 4,161.61 \\
&= (49 + 64 + 36 + \dots + 49) - 4,161.61 \\
&= 4,231 - 4,161.61 \\
&= 69.39
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
2.4 \text{ SS, Error} &= \text{SS, total} - \text{SS, judges} - \text{SS, sample} \\
&= 69.39 - 10.84 - 29.64 \\
&= 28.91
\end{aligned}$$

### 3. การคำนวณหา df (Degree of Freedom) ของทุกตัวแปร

$$\begin{aligned}
3.1 \text{ df, sample} &= t - 1 \\
&= 4 - 1 \\
&= 3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
3.2 \text{ df, judge} &= r - 1 \\
&= 20 - 1 \\
&= 19
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
3.3 \text{ df, total} &= tr - 1 \\
&= (4 \times 20) - 1 \\
&= 80 - 1 \\
&= 79
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
3.4 \text{ df, error} &= (t-1)(r-1) \\
&= (4-1)(20-1) \\
&= 3 \times 19 \\
&= 57
\end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4. การคำนวณหา MS (mean square) ของทุกตัวแปร

$$\begin{aligned}
 4.1 \text{ MS}_{\text{sample}} &= \text{SS}_{\text{sample}} / \text{df}_{\text{sample}} \\
 &= 10.84 / 3 \\
 &= 3.61
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.2 \text{ MS}_{\text{judge}} &= \text{SS}_{\text{judge}} / \text{df}_{\text{judge}} \\
 &= 29.64 / 19 \\
 &= 1.56
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.3 \text{ MS}_{\text{error}} &= \text{SS}_{\text{error}} / \text{df}_{\text{error}} \\
 &= 28.91 / 57 \\
 &= 0.50
 \end{aligned}$$

## 5. หาค่า F (Variance ratio) ของ Sample และ Judge

$$\begin{aligned}
 5.1 F_{\text{Sample}} &= \text{MS}_{\text{sample}} / \text{MS}_{\text{error}} \\
 &= 3.61 / 0.50 \\
 &= 7.22
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5.2 F_{\text{Judge}} &= \text{MS}_{\text{judge}} / \text{MS}_{\text{error}} \\
 &= 1.56 / 0.50 \\
 &= 3.12
 \end{aligned}$$

## 6. นำค่า F ไปพิจารณา โดยใช้ตาราง F (Variance ratio – 5 % point for distribution of F)

6.1 พิจารณาระดับความแตกต่างของ Treatment (% Significant different level ของ sample)

$$\begin{aligned}
 F_{\text{cal, sample}} &= 7.22 \\
 F_{\text{table, 0.05}} &\left. \begin{array}{l} \text{ที่ } \text{df}_{\text{sample}} \text{ (numerator)} = 3 \\ \text{และที่ } \text{df}_{\text{error}} \text{ (denominator)} = 57 \end{array} \right\} = 2.77 \\
 F_{\text{table, 0.01}} &= 4.14
 \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น } F_{\text{table, 0.01}} > F_{\text{cal, sample}} > F_{\text{table, 0.05}}$$

อีกนัยหนึ่ง คือ ระดับนัยทำให้ความชอบในเรื่องสีแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัย

สำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

## 6.2 พิจารณาระดับความแตกต่างของ Judge

$$F_{\text{cal,judge}} = 3.12$$

$$F_{\text{table,0.05}} \left. \begin{array}{l} \text{ที่ } df, \text{judge} = 19 \\ df, \text{error} = 57 \end{array} \right\} = 1.73$$

ดังนั้น ผู้พิมพ์มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ ( $P \leq 0.05$ )

## 7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง ที่ระดับระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้ LSD

จากคะแนนเฉลี่ย  $T_1 = 6.8$

$$T_2 = 6.9$$

$$T_3 = 7.65$$

$$T_4 = 7.50$$

เขียนเรียงตามลำดับคะแนนมากไปหาน้อย ได้ดังนี้  $T_3, T_4, T_2, T_1$

$$7.1 \text{ หา Standard error (SE)} = \sqrt{MS, \text{error} / \text{จำนวนครั้งที่ตรวจแต่ละตัวอย่าง}}$$

$$= \sqrt{0.5 / 20}$$

$$= \sqrt{0.025}$$

$$= 0.0079$$

## 7.2 หาค่าจากตาราง Studentized rang ที่ 5 % level

ที่ df ของ t และ error คือ = 3, 57

ได้ค่าจากตาราง = 3.43

คำนวณค่า LSD (Least significant difference)

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

$$= 0.0079 \times 3.43$$

$$= 0.02$$

### 7.3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างกับค่า LSD

$$\begin{aligned}
 T_3 - T_4 &= 7.65 - 7.5 = 0.15^* > 0.02 \\
 T_3 - T_2 &= 7.65 - 6.9 = 0.75^* > 0.02 \\
 T_3 - T_1 &= 7.65 - 6.8 = 0.85^* > 0.02 \\
 T_4 - T_2 &= 7.5 - 6.9 = 0.6^* > 0.02 \\
 T_4 - T_1 &= 7.5 - 6.8 = 0.7^* > 0.02 \\
 T_2 - T_1 &= 6.9 - 6.8 = 0.01^* > 0.02
 \end{aligned}$$

#### ตารางภาคผนวกที่ 3 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance Table)

การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมครองแครงกรอบโดยการเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งในระดับต่าง ๆ กันในด้านกลิ่น

Source of variance	SS	df	MS	F <sub>cal, sample</sub>	F <sub>table</sub>
Treatment	0.54	3	0.18	0.28 <sup>ns</sup>	2.77
Judge	40.24	19	2.11	3.29*	1.73
Error	36.71	57	0.64		
Total	77.49	79			

เมื่อ \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>ns</sup> = แตกต่างอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตัวอย่างการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA และ LSD )

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมครองแครงกรอบโดยการเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งในด้านกลิ่น

#### 1. การคำนวณหา CF (Correction Factor)

$$\begin{aligned}
 &= (\text{Total})^2 / tr \\
 &= (581)^2 / (4 \times 20) \\
 &= 337,561 / 80 \\
 &= 4,219.51
 \end{aligned}$$

## 1. การคำนวณหา SS (Sum of Square) ของทุกตัวแปร

$$\begin{aligned}
 2.1 \text{ SS, Sample} &= [(T_1^2 + T_2^2 + T_3^2 + T_4^2) / r] - CF \\
 &= [(144^2 + 145^2 + 148^2 + 144^2) / 20] - 4,219.51 \\
 &= [(20,736 + 21,025 + 21,904 + 20,736) / 20] - 4,219.51 \\
 &= (84,401 / 20) - 4,219.51 \\
 &= 4,220.05 - 4,219.51 \\
 &= 0.54
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2.2 \text{ SS, Judge} &= [(R_1^2 + \dots + R_{20}^2) / t] - CF \\
 &= [(26^2 + 25^2 + 28^2 + \dots^2 + 28^2) / 4] - 4,219.51 \\
 &= [(676 + 625 + 784 + \dots + 784) / 4] - 4,219.51 \\
 &= (16,765 / 4) - 4,161.61 \\
 &= 4,259.75 - 4,219.51 \\
 &= 40.24
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2.3 \text{ SS, Total} &= \sum X_{ij}^2 - CF \\
 &= (8^2 + 7^2 + 7^2 + \dots^2 + 7^2) - 4,219.51 \\
 &= (49 + 64 + 36 + \dots + 49) - 4,219.51 \\
 &= 4,297 - 4,219.51 \\
 &= 77.49
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2.4 \text{ SS, Error} &= \text{SS, total} - \text{SS, judges} - \text{SS, sample} \\
 &= 77.49 - 40.24 - 0.54 \\
 &= 36.71
 \end{aligned}$$

## 3. การคำนวณหา df (Degree of Freedom) ของทุกตัวแปร

$$\begin{aligned}
 3.1 \text{ df, sample} &= t - 1 \\
 &= 4 - 1 \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.4 \text{ df, judge} &= r - 1 \\
 &= 20 - 1 \\
 &= 19
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 3.5 \text{ df}_{\text{total}} &= tr-1 \\
 &= (4 \times 20) - 1 \\
 &= 80 - 1 \\
 &= 79
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.4 \text{ df}_{\text{error}} &= (t-1)(r-1) \\
 &= (4-1)(20-1) \\
 &= 3 \times 19 \\
 &= 57
 \end{aligned}$$

#### 4. การคำนวณหา MS (mean square) ของทุกตัวแปร

$$\begin{aligned}
 4.1 \text{ MS}_{\text{sample}} &= \text{SS}_{\text{sample}} / \text{df}_{\text{sample}} \\
 &= 0.54 / 3 \\
 &= 0.18
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.2 \text{ MS}_{\text{judge}} &= \text{SS}_{\text{judge}} / \text{df}_{\text{judge}} \\
 &= 40.24 / 19 \\
 &= 2.11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.3 \text{ MS}_{\text{error}} &= \text{SS}_{\text{error}} / \text{df}_{\text{error}} \\
 &= 36.71 / 57 \\
 &= 0.50
 \end{aligned}$$

#### 5. หาค่า F (Variance ratio) ของ sample และ Judge

$$\begin{aligned}
 5.1 F_{\text{sample}} &= \text{MS}_{\text{sample}} / \text{MS}_{\text{error}} \\
 &= 0.18 / 0.64 \\
 &= 0.28
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5.2 F_{\text{judge}} &= \text{MS}_{\text{judge}} / \text{MS}_{\text{error}} \\
 &= 2.11 / 0.64 \\
 &= 3.29
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำค่า F ไปพิจารณา โดยใช้ตาราง F (Variance ratio – 5 % point for distribution of F)

6.1 พิจารณาระดับความแตกต่างของ Treatment (% Significant different level ของ sample)

$$\begin{array}{l}
 F_{\text{cal, sample}} = 0.28 \\
 \left. \begin{array}{l}
 F_{\text{table, 0.05}} \text{ ที่ } df, \text{sample (numerator)} = 3 \\
 \text{และที่ } df, \text{error (denominator)} = 57
 \end{array} \right\} = 2.77 \\
 F_{\text{table, 0.01}} = 4.14
 \end{array}$$

$$\text{ดังนั้น } F_{\text{table, 0.01}} > F_{\text{cal, sample}} > F_{\text{table, 0.05}}$$

อีกนัยหนึ่ง คือ ระดับเนื้อกึ่งทำให้ความชอบในเรื่องกลิ่นแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัย

สำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

6.2 พิจารณาระดับความแตกต่างของ Judge

$$\begin{array}{l}
 F_{\text{cal, judge}} = 3.29 \\
 \left. \begin{array}{l}
 F_{\text{table, 0.05}} \text{ ที่ } df, \text{judge} = 19 \\
 df, \text{error} = 57
 \end{array} \right\} = 1.73
 \end{array}$$

ดังนั้น ผู้ชิมมีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางภาคผนวกที่ 4 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance Table)

การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมครองแครงกรอบโดยการ

เสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งระดับต่าง ๆ กันในด้านรสชาติ

Source of variance	SS	df	MS	$F_{\text{cal, sample}}$	$F_{\text{table}}$
Treatment	1.5	3	0.5	0.75 <sup>ns</sup>	2.77
Judge	28.3	19	1.48	2.24*	1.73
Error	38	57	0.66		
Total	67.8	79			

เมื่อ \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

<sup>ns</sup> = แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตัวอย่างการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA และ LSD )

ผลการทดสอบทางประสาธน์ผสมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมครองแครงกรอบโดยการเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งในด้านรสชาติ

1. การคำนวณหา CF (Correction Factor)

$$\begin{aligned} &= (\text{Total})^2 / tr \\ &= (596)^2 / (4 \times 20) \\ &= 355,216 / 80 \\ &= 4,440.2 \end{aligned}$$

2. การคำนวณหา SS (Sum of Square) ของทุกตัวแปร

$$\begin{aligned} 2.1 \text{ SS, Sample} &= [(T_1^2 + T_2^2 + T_3^2 + T_4^2) / r] - CF \\ &= [(146^2 + 147^2 + 153^2 + 150^2) / 20] - 4,440.2 \\ &= [(21,316 + 21,609 + 23,409 + 22,500) / 20] - 4,440.2 \\ &= (88,834 / 20) - 4,440.2 \\ &= (4,441.7 - 4,440.2) \\ &= 1.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2.2 \text{ SS, Judge} &= [(R_1^2 + \dots + R_{20}^2) / t] - CF \\ &= [(28^2 + 24^2 + 32^2 + \dots^2 + 29^2) / 4] - 4,440.2 \\ &= [(784 + 576 + 1,024 + \dots + 841) / 4] - 4,440.2 \\ &= (17,874 / 4) - 4,440.2 \\ &= 4,468.5 - 4,440.2 \\ &= 28.3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2.3 \text{ SS, Total} &= \sum X_{ij}^2 - CF \\ &= (6^2 + 6^2 + 8^2 + \dots^2 + 7^2) - 4,440.2 \\ &= (36 + 36 + 64 + \dots + 49) - 4,440.2 \\ &= 4,508 - 4,440.2 \\ &= 67.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2.4 \text{ SS, Error} &= \text{SS, total} - \text{SS, judges} - \text{SS, sample} \\ &= 67.8 - 28.3 - 1.5 \\ &= 38 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. การคำนวณหา df (Degree of Freedom) ของทุกตัวแปร

$$\begin{aligned} 3.1 \text{ df, sample} &= t - 1 \\ &= 4 - 1 \\ &= 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3.2 \text{ df, judge} &= r - 1 \\ &= 20 - 1 \\ &= 19 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3.3 \text{ df, total} &= tr - 1 \\ &= (4 \times 20) - 1 \\ &= 80 - 1 \\ &= 79 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3.4 \text{ df, error} &= (t-1)(r-1) \\ &= (4-1)(20-1) \\ &= 3 \times 19 \\ &= 57 \end{aligned}$$

### 4. การคำนวณหา MS (mean square) ของทุกตัวแปร

$$\begin{aligned} 4.1 \text{ MS, sample} &= \text{SS, sample} / \text{df, sample} \\ &= 1.5 / 3 \\ &= 0.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4.2 \text{ MS, judge} &= \text{SS, judge} / \text{df, judge} \\ &= 28.3 / 19 \\ &= 1.48 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4.3 \text{ MS, error} &= \text{SS, error} / \text{df, error} \\ &= 38 / 57 \\ &= 0.66 \end{aligned}$$

### 5. หาค่า F (Variance ratio) ของ Treatment และ Judge

$$\begin{aligned} 5.1 F_{\text{Sample}} &= \text{MS, sample} / \text{MS, error} \\ &= 0.5 / 0.66 \\ &= 0.75 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 5.2 \quad F_{\text{judge}} &= MS_{\text{judge}} / MS_{\text{error}} \\
 &= 1.48 / 0.66 \\
 &= 2.24
 \end{aligned}$$

6. นำค่า F ไปพิจารณา โดยใช้ตาราง F (Variance ratio – 5 % point for distribution of F)

6.1 พิจารณาระดับความแตกต่างของ Treatment (% Significant different level ของ sample)

$$\begin{aligned}
 F_{\text{cal, sample}} &= 0.28 \\
 F_{\text{table, 0.05}} &\left. \begin{array}{l} \text{ที่ } df_{\text{sample}} \text{ (numerator)} = 3 \\ \text{และที่ } df_{\text{error}} \text{ (denominator)} = 57 \end{array} \right\} = 2.77 \\
 F_{\text{table, 0.01}} &= 4.14
 \end{aligned}$$

ดังนั้น  $F_{\text{table, 0.01}} > F_{\text{cal, sample}} > F_{\text{table, 0.05}}$

อีกนัยหนึ่ง คือ ระดับเนื้อกึ่งทำให้ความชอบในเรื่องรสชาติแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

6.2 พิจารณาระดับความแตกต่างของ Judge

$$\begin{aligned}
 F_{\text{cal, judge}} &= 2.24 \\
 F_{\text{table, 0.05}} &\left. \begin{array}{l} \text{ที่ } df_{\text{judge}} = 19 \\ df_{\text{error}} = 57 \end{array} \right\} = 1.73
 \end{aligned}$$

ดังนั้น ผู้ชิมมีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

ตารางภาคผนวกที่ 5 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance Table)

การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมครองแครงกรอบโดยการเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งระดับต่าง ๆ กันในด้านเนื้อสัมผัส

Source of variance	SS	df	MS	$F_{\text{cal, sample}}$	$F_{\text{table}}$
Treatment	7.44	3	2.48	4.59*	2.77
Judge	43.64	19	2.26	4.85*	1.73
Error	31.31	57	0.54		
Total	82.39	79			

เมื่อ \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA และ LSD )  
ผลการทดสอบทางประสาธน์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการ  
ของขนมครกทรงเครื่องกรอบโดยการเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งในด้านเนื้อสัมผัส

1. การคำนวณหา CF (Correction Factor)

$$\begin{aligned} &= (\text{Total})^2 / tr \\ &= (583)^2 / (4 \times 20) \\ &= 339,889 / 80 \\ &= 4,248.61 \end{aligned}$$

2. การคำนวณหา SS (Sum of Square) ของทุกตัวแปร

$$\begin{aligned} 2.1 \text{ SS, Sample} &= [(T_1^2 + T_2^2 + T_3^2 + T_4^2) / r] - CF \\ &= [(143^2 + 144^2 + 156^2 + 140^2) / 20] - 4,248.61 \\ &= [(20,449 + 20,736 + 24,336 + 19,600) / 20] - 4,248.61 \\ &= (85,121 / 20) - 4,248.61 \\ &= 4,256.05 - 4,248.61 \\ &= 7.44 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2.2 \text{ SS, Judge} &= [(R_1^2 + \dots + R_{20}^2) / t] - CF \\ &= [(27^2 + 26^2 + 26^2 + \dots + 27^2) / 4] - 4,248.61 \\ &= [(729 + 676 + 676 + \dots + 729) / 4] - 4,248.61 \\ &= (17,169 / 4) - 4,248.61 \\ &= 4,292.25 - 4,248.61 \\ &= 43.64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2.3 \text{ SS, Total} &= \sum X_{ij}^2 - CF \\ &= (7^2 + 8^2 + 6^2 + \dots + 7^2) - 4,248.61 \\ &= (49 + 64 + 36 + \dots + 49) - 4,248.61 \\ &= 4,331 - 4,248.61 \\ &= 82.39 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 2.4 \text{ SS,Error} &= \text{SS,total} - \text{SS,judges} - \text{SS,sample} \\
 &= 82.39 - 43.64 - 7.44 \\
 &= 31.31
 \end{aligned}$$

### 3. การคำนวณหา df (Degree of Freedom) ของทุกตัวแปร

$$\begin{aligned}
 3.1 \text{ df,sample} &= t - 1 \\
 &= 4 - 1 \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.2 \text{ df,judge} &= r - 1 \\
 &= 20 - 1 \\
 &= 19
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.3 \text{ df,total} &= tr - 1 \\
 &= (4 \times 20) - 1 \\
 &= 80 - 1 \\
 &= 79
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.4 \text{ df,error} &= (t-1)(r-1) \\
 &= (4-1)(20-1) \\
 &= 3 \times 19 \\
 &= 57
 \end{aligned}$$

### 4. การคำนวณหา MS (mean square) ของทุกตัวแปร

$$\begin{aligned}
 4.1 \text{ MS,sample} &= \text{SS, sample} / \text{df,sample} \\
 &= 7.44 / 3 \\
 &= 2.48
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.2 \text{ MS,judge} &= \text{SS,judge} / \text{df,judge} \\
 &= 43.64 / 19 \\
 &= 2.26
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.3 \text{ MS,error} &= \text{SS,error} / \text{df,error} \\
 &= 31.31 / 57 \\
 &= 0.54
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. หาค่า F (Variance ratio) ของ Treatment และ Judge

$$\begin{aligned}
 5.1 \quad F_{\text{Sample}} &= MS_{\text{sample}} / MS_{\text{error}} \\
 &= 2.48 / 0.54 \\
 &= 4.59
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5.2 \quad F_{\text{Judge}} &= MS_{\text{judge}} / MS_{\text{error}} \\
 &= 2.62 / 0.54 \\
 &= 4.85
 \end{aligned}$$

## 6. นำค่า F ไปพิจารณา โดยใช้ตาราง F (Variance ratio – 5 % point for distribution of F)

## 6.1 พิจารณาระดับความแตกต่างของ Treatment (% Significant different level ของ sample)

$$\begin{aligned}
 F_{\text{cal, sample}} &= 4.58 \\
 F_{\text{table, 0.05}} &\left. \begin{array}{l} \text{ที่ } df_{\text{sample}} \text{ (numerator)} = 3 \\ \text{และที่ } df_{\text{error}} \text{ (denominator)} = 57 \end{array} \right\} = 2.77 \\
 F_{\text{table, 0.01}} &= 4.14
 \end{aligned}$$

ดังนั้น  $F_{\text{table, 0.01}} > F_{\text{cal, sample}} > F_{\text{table, 0.05}}$

อีกนัยหนึ่ง คือ ระดับเนื้อกึ่งทำให้ความชอบในเรื่องเนื้อสัมผัสแตกต่างกันทางสถิติที่

ระดับนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

## 6.2 พิจารณาระดับความแตกต่างของ Judge

$$\begin{aligned}
 F_{\text{cal, judge}} &= 4.85 \\
 F_{\text{table, 0.05}} &\left. \begin{array}{l} \text{ที่ } df_{\text{judge}} = 19 \\ df_{\text{error}} = 57 \end{array} \right\} = 1.73
 \end{aligned}$$

ดังนั้น ผู้ชิมมีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

## 7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้ LSD

จากคะแนนเฉลี่ย  $T_1 = 7.15$

$$T_2 = 7.2$$

$$T_3 = 7.8$$

$$T_4 = 7$$

เขียนเรียงตามลำดับคะแนนมากไปหาน้อย ได้ดังนี้  $T_3 \quad T_4 \quad T_2 \quad T_1$

$$\begin{aligned}
 7.1 \text{ หา Standard error (SE)} &= \sqrt{MS_{\text{error}} / \text{จำนวนครั้งที่ตรวจแต่ละตัวอย่าง}} \\
 &= \sqrt{0.54 / 20} \\
 &= \sqrt{0.027} \\
 &= 0.1
 \end{aligned}$$

7.2 จากตารางหาค่า Significant studentized range ที่ 5 % level

ที่ df ของ t และ error คือ 3 , 57

ได้ค่าจากตาราง = 3.43

7.3 คำนวณค่า LSD ( Least significant difference )

$$\begin{aligned}
 LSD &= SE \times \text{Sig. Studentized rang} \\
 &= 0.16 \times 3.43 \\
 &= 0.54
 \end{aligned}$$

7.4 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างกับ LSD

$$\begin{aligned}
 T_3 - T_2 &= 7.8 - 7.2 = 0.6^* > 0.54 \\
 T_3 - T_1 &= 7.8 - 7.15 = 0.65^* > 0.54 \\
 T_3 - T_4 &= 7.8 - 7 = 0.8^* > 0.54 \\
 T_2 - T_1 &= 7.2 - 7.15 = 0.05^{ns} < 0.54 \\
 T_2 - T_4 &= 7.2 - 7 = 0.2^{ns} < 0.54 \\
 T_1 - T_4 &= 7.15 - 7 = 0.15^{ns} < 0.54
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance Table)

การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมครองแครงกรอบโดยการเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งระดับต่าง ๆ กันในด้านความชอบโดยรวม

Source of variance	SS	df	MS	F <sub>cal,sample</sub>	F <sub>table</sub>
Treatment	9.3	3	3.1	4.69*	2.77
Judge	24.2	19	1.27	1.92*	1.73
Error	37.7	57	0.66		
Total	71.2	79			

เมื่อ \* = มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตัวอย่างการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA และ LSD ) ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์การปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของขนมครองแครงกรอบโดยการเสริมโปรตีนจากเนื้อกุ้งในด้านความชอบโดยรวม

1. การคำนวณหา CF (Correction Factor)

$$\begin{aligned}
 &= (\text{Total})^2 / tr \\
 &= (592)^2 / (4 \times 20) \\
 &= 350,464 / 80 \\
 &= 4,380.8
 \end{aligned}$$

2. การคำนวณหา SS (Sum of Square) ของทุกตัวแปร

$$\begin{aligned}
 2.1 \text{ SS, Sample} &= [(T_1^2 + T_2^2 + T_3^2 + T_4^2) / r] - CF \\
 &= [(141^2 + 144^2 + 159^2 + 148^2) / 20] - 4,380.8 \\
 &= [(19,881 + 20,736 + 25,281 + 21,904) / 20] - 4,380.8 \\
 &= (87,802 / 20) - 4,380.8 \\
 &= 4,390.1 - 4,380.8 \\
 &= 9.3
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
 2.2 \text{ SS, Judge} &= [(R_1^2 + \dots + R_{20}^2) / t] - CF \\
 &= [(28^2 + 25^2 + 29^2 + \dots + 28^2) / 4] - 4,380.8 \\
 &= [(784 + 625 + 841 + \dots + 784) / 4] - 4,380.8 \\
 &= (17,620 / 4) - 4,380.8 \\
 &= 4,405 - 4,380.8 \\
 &= 24.2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2.3 \text{ SS, Total} &= \sum X_{ij}^2 - CF \\
 &= (6^2 + 6^2 + 8^2 + \dots + 7^2) - 4,380.8 \\
 &= (36 + 36 + 64 + \dots + 49) - 4,380.8 \\
 &= 4,452 - 4,380.8 \\
 &= 71.2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2.4 \text{ SS, Error} &= \text{SS, total} - \text{SS, judges} - \text{SS, sample} \\
 &= 71.2 - 24.2 - 9.3 \\
 &= 37.7
 \end{aligned}$$

### 3. การคำนวณหา df (Degree of Freedom) ของทุกตัวแปร

$$\begin{aligned}
 3.1 \text{ df, sample} &= t - 1 \\
 &= 4 - 1 \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.2 \text{ df, judge} &= r - 1 \\
 &= 20 - 1 \\
 &= 19
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.3 \text{ df, total} &= tr - 1 \\
 &= (4 \times 20) - 1 \\
 &= 80 - 1 \\
 &= 79
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3.4 \text{ df, error} &= (t-1)(r-1) \\
 &= (4-1)(20-1) \\
 &= 3 \times 19 \\
 &= 57
 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4. การคำนวณหา MS (mean square) ของทุกตัวแปร

$$\begin{aligned}
 4.1 \text{ MS, sample} &= \text{SS, sample} / \text{df, sample} \\
 &= 9.3 / 3 \\
 &= 3.1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.2 \text{ MS, judge} &= \text{SS, judge} / \text{df, judge} \\
 &= 24.2 / 19 \\
 &= 1.27
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4.3 \text{ MS, error} &= \text{SS, error} / \text{df, error} \\
 &= 37.7 / 57 \\
 &= 0.66
 \end{aligned}$$

## 5. หาค่า F (Variance ratio) ของ Treatment และ Judge

$$\begin{aligned}
 5.1 \text{ F}_{\text{Sample}} &= \text{MS, sample} / \text{MS, error} \\
 &= 3.1 / 0.66 \\
 &= 4.69
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5.2 \text{ F}_{\text{judge}} &= \text{MS, judge} / \text{MS, error} \\
 &= 1.27 / 0.66 \\
 &= 1.92
 \end{aligned}$$

## 6. นำค่า F ไปพิจารณา โดยใช้ตารางที่ 3 (Variance ratio – 5 % point for distribution of F)

4.4 พิจารณาระดับความแตกต่างของ Treatment ( % Significant different level ของ sample )

$$\begin{aligned}
 F_{\text{cal, sample}} &= 4.69 \\
 F_{\text{table, 0.05}} &\left. \begin{array}{l} \text{ที่ } \text{df, sample (numerator)} = 3 \\ \text{และที่ } \text{df, error (denominator)} = 57 \end{array} \right\} = 2.77 \\
 F_{\text{table, 0.01}} &= 4.14
 \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น } F_{\text{table, 0.01}} > F_{\text{cal, sample}} > F_{\text{table, 0.05}}$$

อีกนัยหนึ่ง คือ ระดับนี้ก่อให้เกิดความชอบในเรื่องความชอบโดยรวมแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ )

## 6.2 พิจารณาระดับความแตกต่างของ Judge

$$F_{\text{cal,judge}} = 1.92$$

$$F_{\text{table,0.05}} \left. \begin{array}{l} \text{ที่ } df, \text{judge} = 19 \\ df, \text{error} = 57 \end{array} \right\} = 1.73$$

ดังนั้นผู้พิมพ์มีความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญ ( $p$ )  $\leq 0.05$

## 7. พิจารณาความแตกต่างระหว่างตัวอย่าง ที่ระดับระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้ LSD

จากคะแนนเฉลี่ย  $T_1 = 7.05$

$$T_2 = 7.2$$

$$T_3 = 7.95$$

$$T_4 = 7.4$$

เขียนเรียงตามลำดับคะแนนมากไปหาน้อย ได้ดังนี้  $T_3 \quad T_4 \quad T_2 \quad T_1$

7.1 หา Standard error (SE) =  $\sqrt{MS, \text{error} / \text{จำนวนครั้งที่ตรวจแต่ละตัวอย่าง}}$

$$= \sqrt{0.66 / 20}$$

$$= \sqrt{0.033}$$

$$= 0.18$$

7.2 จากตารางหาค่า Studentized ที่ 5 % level

ที่ df ของ t และ error คือ 3, 57

ได้ค่าจากตาราง = 3.43

7.3 คำนวณค่า LSD (Least significant difference)

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

$$= 0.18 \times 3.43$$

$$= 0.61$$

#### 7.4 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างตัวอย่างกับ LSD

$$T_3 - T_4 = 7.95 - 7.4 = 0.55^{ns} < 0.61$$

$$T_3 - T_2 = 7.95 - 7.2 = 0.75^* > 0.61$$

$$T_3 - T_1 = 7.95 - 7.05 = 0.9^* > 0.61$$

$$T_4 - T_2 = 7.4 - 7.2 = 0.2^{ns} < 0.61$$

$$T_4 - T_1 = 7.4 - 7.05 = 0.35^{ns} < 0.61$$

$$T_2 - T_1 = 7.2 - 7.05 = 0.15^{ns} < 0.61$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้