20382

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้เปลือกกุ้งป่นเสริมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ

(Shrimp shell powder addition in Thai cracker product)

จัดทำโดย

นายเจษฎา จิรวัฒน์วงศ์ รหัสนักศึกษา 44040121

นายธีรภัทร์ โสภณ รหัสนักศึกษา 44040128

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์

ปพ.
ว755ก
2548

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 96820
วัน เดือน,ปี.....

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้เปลือกกุ้งป่นเสริมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ

(Shrimp shell powder addition in Thai cracker product)

จัดทำโดย

นายเจษฎา จิรวัฒน์วงศ์ รหัสนักศึกษา 44040121

นายธีรภัทร์ โสภณ รหัสนักศึกษา 44040128

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

....๒๔../..มี.ค../....๔๘.... **อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ**

(ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นายเจษฎา จิรวัฒน์วงศ์ และนายธีรภัทร์ โสภณ. 2548 : การใช้เปลือกกุ้งป่นเสริมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ (Shrimp shell powder addition in Thai cracker product) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ. เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์

ในปัจจุบันได้มีการผลิตอาหารว่างประเภทข้าวเกรียบกุ้งในรูปแบบต่างๆ มากมาย แหล่งโปรตีนของอาหารประเภทนี้ได้มาจากเนื้อกุ้ง ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงได้มีการทำการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ โดยใช้เปลือกกุ้งป่น และใช้โปรตีนถั่วเหลือง ซึ่งมีราคาถูกทดแทนวัตถุดิบบางชนิด เพื่อลดต้นทุนในการผลิต

ในขั้นแรกได้ทดลองหาสูตรในการทำข้าวเกรียบเปลือกกุ้ง โดยให้ปริมาณของแป้งมัน และโปรตีนถั่วเหลือง ในอัตราส่วน 12.5 : 1 เป็นอัตราส่วนคงที่และเปลี่ยนแปลงปริมาณเปลือกกุ้งให้มีระดับต่างๆ กันคือ ร้อยละ 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด จนได้สูตรในการทำข้าวเกรียบเปลือกกุ้งในขั้นตอนแรกคือใช้ปริมาณเปลือกกุ้งร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมดจากนั้นทำการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างแป้งมันกับโปรตีนถั่วเหลืองให้มีระดับต่างๆ กัน คือ 8:1, 12.5:1 และ 17:1 โดยอัตราส่วนของแป้งมันต่อโปรตีนถั่วเหลืองที่เหมาะสมคือ 17:1 เมื่อได้สูตรในการทำข้าวเกรียบเปลือกกุ้ง จึงมีการนำไปเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบกุ้ง โดยได้มีการทดสอบเกี่ยวกับคุณภาพด้านต่างๆ พบได้ว่าข้าวเกรียบเปลือกกุ้งมีลักษณะต่างๆ ที่คล้ายคลึงกับข้าวเกรียบกุ้ง และเมื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยทำการวิเคราะห์หาค่า TBARS โดยข้าวเกรียบเปลือกกุ้งจะมีค่า TBARS ที่มากกว่า จึงส่งผลทำให้มีอายุการเก็บรักษาที่สั้นกว่า

เจษฎา จิรวัฒน์วงศ์ ..... ธีรภัทร์ โสภณ .....

ลายมือชื่อนักศึกษา ..... ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา

๒๔ มิ.ย. ๔๘ .....

วัน / เดือน / ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การนำเสนอปัญหาพิเศษในหัวข้อเรื่อง การใช้เปลือกกุ้งป่นเสริมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบนี้สำเร็จลงด้วยดี ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษของข้าพเจ้า ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาคอยแนะนำ ให้คำปรึกษา และดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างมาก รวมทั้งแก้ไขรายงานฉบับนี้ให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และกราบของพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำ และช่วยให้ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ที่สนับสนุนกำลังทรัพย์ในการทำงานให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

นายเจษฎา จิรวัฒน์วงศ์

นายธีรภัทร์ โสภณ

21 มีนาคม 2548

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	2
บทที่ 3 วิธีทดลอง	17
บทที่ 4 ผลการทดลอง	23
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	33
เอกสารอ้างอิง	34
ภาคผนวก	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ปริมาณอะไมโลสในแป้งชนิดต่างๆ	3
2.2	อุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature) ของแป้งบางชนิด	6
2.3	ความเข้มข้นของแป้งที่จะใช้น้ำปริมาตร 100 มิลลิลิตรในการพองตัวได้หมด	8
3.1	สูตรข้าวเกรียบที่ใช้ศึกษาปริมาณเปลือกกุ้งที่ระดับแตกต่างกัน	19
3.2	สูตรข้าวเกรียบที่ใช้ศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันต่อโปรตีนถั่วเหลืองใน อัตราส่วนต่างๆ กัน	21
4.1	ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรต่างๆ ก่อนการทอด	23
4.2	ลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบก่อนทอดสูตรต่างๆ ในเชิงพรรณนา	23
4.3	ปริมาณความชื้นและอัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรต่างๆ หลังการทอด	24
4.4	ลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหลังทอดสูตรต่างๆ ในเชิงพรรณนา	24
4.5	ค่าความแข็ง (Hardness) ของข้าวเกรียบเปลือกกุ้งสูตรต่างๆ หลังทอดเมื่อวัดเนื้อสัมผัส	25
4.6	ตารางค่าเฉลี่ยลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรต่างๆ เมื่อประเมินผลทางประสาทสัมผัส 7 Scale	26
4.7	สูตรข้าวเกรียบที่ใช้ศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันต่อปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองในอัตราส่วนต่างๆ	26
4.8	ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรต่างๆ ก่อนการทอด	27
4.9	ลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบก่อนทอดสูตรต่างๆ ในเชิงพรรณนา	27
4.10	ปริมาณความชื้นและอัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรต่างๆ หลังการทอด	28
4.11	ลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหลังทอดสูตรต่างๆ ในเชิงพรรณนา	28
4.12	ค่าความแข็ง (Hardness) ของข้าวเกรียบเปลือกกุ้งสูตรต่างๆ หลังทอดเมื่อวัดเนื้อสัมผัส	29
4.13	ตารางค่าเฉลี่ยลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรต่างๆ เมื่อประเมินผลทางประสาทสัมผัส 7 Scale	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.14 สูตรข้าวเกรียบกุ้งที่ใช้เปรียบเทียบกับสูตรทดลอง 30
4.15 ลักษณะเชิงพรรณนาของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเปลือกกุ้งและข้าวเกรียบกุ้งก่อนและหลังการทอด 31
4.16 ลักษณะคุณภาพด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเปลือกกุ้งเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบกุ้ง 31
4.17 การเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ของข้าวเกรียบเปลือกกุ้งและข้าวเกรียบกุ้งที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การเกิด puff	11
2.2 โครงสร้างทางเคมีของไคติน	13
2.3 โครงสร้างทางเคมีของไคโตซาน	14
4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า TBARS กับเวลาในการเก็บรักษา	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

ปัจจุบันได้มีการส่งเสริมการเลี้ยงกุ้งเพื่อเป็นอาหารกันอย่างแพร่หลาย ประกอบกับผู้คนนิยมบริโภคกุ้งกันมากขึ้น กุ้งจึงเป็นสินค้าส่งออกที่ทำรายได้เข้าประเทศไทยเราปีละนับหมื่นล้านบาท และมีแนวโน้มการขยายตัวด้านอุตสาหกรรมสินค้าประมง เช่น กุ้งสดแช่เย็น กุ้งสดแช่เยือกแข็ง เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่อย่างไรก็ตาม ยิ่งมีการเติบโตของ อุตสาหกรรมเหล่านี้มากเพียงใด ก็ย่อมส่งผลให้ปริมาณของเหลือใช้ที่เกิดจากการตัดแต่งในกระบวนการผลิต เช่น เปลือกกุ้ง ซึ่งการนำของเหลือเหล่านี้ไปทิ้งก็จะก่อให้เกิดปัญหาด้านมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งการใช้ประโยชน์จากเปลือกกุ้งยังมีไม่กว้างขวางนัก โดยส่วนใหญ่จะเป็นการผสมลงในอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มปริมาณและคุณค่าทางอาหารหรือทำปุ๋ย ในขณะที่โรงงานผลิตน้ำปลาบางแห่งก็ใช้เป็นส่วนผสมในการหมักทำน้ำปลา และการนำไปใช้ในเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น การสกัดสารกลิ่นรส ไคติน และ ไคโตแซน เป็นต้น จึงมีแนวความคิดที่จะนำเปลือกกุ้งมาใช้ประโยชน์ให้มากขึ้นโดยนำไปผสมลงผลิตภัณฑ์อาหารว่างประเภทข้าวเกรียบโดยเฉพาะข้าวเกรียบกุ้ง ซึ่งการใช้เนื้อกุ้งนั้นจะทำให้มีราคาที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นการนำเปลือกกุ้งที่ยังมีปริมาณโปรตีน เยื่อใยและแร่ธาตุต่างๆ อยู่มาใช้เพื่อแทนเนื้อสัตว์ จึงเป็นการลดต้นทุนการผลิตลงและยังช่วยปรับปรุงคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบให้ดีขึ้นอีกทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเปลือกกุ้งอีกทางหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาปริมาณเปลือกกุ้งที่เหมาะสม สำหรับใช้ในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ
2. เพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้
3. เพื่อศึกษาถึงอายุการเก็บรักษาของข้าวเกรียบในระยะเวลาการเก็บต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ข้าวเกรียบ

ข้าวเกรียบเป็นอาหารว่างประเภททอดกรอบ (Expanded Product) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำให้แป้งเกิดการขยายตัว ซึ่งมีหลายประเภทที่สามารถใช้ทำเป็นวัตถุดิบ ข้าวเกรียบจัดอยู่ในผลิตภัณฑ์ประเภทการพองตัวด้วยความร้อนสูงหรือทอดในน้ำมันร้อนเพื่อให้แผ่นแป้งได้รับความร้อนเพื่อทำให้แผ่นแป้งได้รับความร้อนจากน้ำมันอย่างสม่ำเสมอและสามารถพองตัวได้อย่างสมบูรณ์ การทอดข้าวเกรียบจะต้องใช้การทอดแบบจุ่มน้ำมันหรือแบบน้ำมันท่วม (deep fat frying) การส่งผ่านความร้อนของวิธีการนี้จะเกิดขึ้นทั้งแบบการพาความร้อนในน้ำมันร้อนและการนำความร้อนในชิ้นอาหาร ผิวหน้าทั้งหมดของอาหารจะได้รับความร้อนทุกๆ ด้านทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีและลักษณะปรากฏของอาหารอย่างสม่ำเสมอ ในปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตข้าวเกรียบได้ถูกพัฒนาและใช้เครื่องเอ็กทรูดเดอร์ในการผลิต หลักการดังกล่าวคือการพองตัวของแป้งเกิดจากการที่แป้งได้รับความร้อนจากขดลวดและความดันสูง จากการขับเคลื่อนของแท่งเกลียวทำให้แป้งและองค์ประกอบต่างๆ ของอาหารเกิดการหลอมตัว เมื่อแป้งนี้เคลื่อนตัวออกสู่อากาศความดันจะลดลงกะทันหันทำให้ไอน้ำที่อยู่ในแป้งระเหยออกทันที และดันก้อนแป้งให้เกิดรูพรุนกระจายทั่ว เมื่อเย็นลง ความกรอบของผลิตภัณฑ์จะยังคงอยู่ โดยกรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบสามารถผลิตได้ 3 แบบ คือ

1. การผลิตแบบก้อนโด เป็นการผสมส่วนผสมต่างๆ นวดเป็นก้อนโดก่อนทำให้สุก แล้วนำมาหั่นเป็นแผ่น จัดเป็นวิธีดั้งเดิมและเป็นที่นิยมทั่วไป

2. การผลิตแบบแป้งเหลว เป็นการผสมส่วนผสมต่างๆ เข้าด้วยกัน มีลักษณะเหลวข้น เทส่วนผสมลงถาดนึ่งให้สุก แล้วตัดเป็นแผ่นตามขนาดที่ต้องการ

3. การผลิตด้วยเครื่องเอ็กทรูดเดอร์ เป็นกรรมวิธีการผลิตที่มีแนวโน้มการใช้เพิ่มขึ้น โดยการผสมส่วนผสมในลักษณะแห้ง ป้อนเข้าเครื่องเอ็กทรูดเดอร์แล้วเคลือบเอ็กทรูดเดทที่ได้จากเครื่องเอ็กทรูดเดอร์ด้วยเครื่องปรุงรส (อภิชญา, 2542)

ส่วนประกอบของแป้ง

เมื่อทำการสลายเม็ดแป้งด้วยกรดหรือเอนไซม์จะได้น้ำตาลที่มีโมเลกุลเล็กลง เช่น มอลโตส และกลูโคส จากการวิเคราะห์พบว่าแป้งมีสูตรโมเลกุลเป็น $(C_6H_{12}O_6)_n$ ซึ่งเหมือนสูตรโมเลกุลของกลูโคส จากการศึกษาต่อมาพบว่า กลูโคสเหล่านี้จับตัวกันเป็นโมเลกุลได้ 2 แบบ คือ แบบเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นตรงยาวและแบบมีกิ่งก้านเหมือนต้นไม้หรือหินปะการัง โมเลกุลเหล่านี้เรียกว่าอะไมโลส และอะไมโลเพคติน ตามลำดับ

อะไมโลส (Amylose) อะไมโลสประกอบด้วย anhydroglucose ที่จับตัวกันเป็นเส้นตรงยาว การจับตัวกันแน่นแบบนี้เรียกว่า 1,4-glucosidic bond อะไมโลสแต่ละโมเลกุลจะมี anhydroglucose 250-1000 หน่วยน้ำหนักโมเลกุลระหว่าง 40000-150000 anhydroglucose แต่ละหน่วยจะมี primary hydroxyl group 1 หมู่ และ secondary hydroxyl group 2 หมู่ เรียกด้านนี้ของโมเลกุลว่า reducing end ส่วนอีกด้านหนึ่งจะมี primary hydroxyl group 1 หมู่ และ secondary hydroxyl group 3 หมู่ เรียกว่า non-reducing end (ณรงค์, 2528)

โดยปกติแป้งทั่วไปจะมีอะไมโลสประมาณ 20-30% (ตารางที่ 2.1) อะไมโลสไม่ละลายในน้ำเย็น แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น การละลายจะดีขึ้น 150 องศาเซลเซียส อะไมโลสละลายได้ภายใน 5 นาที ให้สารแขวนลอยที่อยู่ตัว เมื่ออะไมโลสอยู่ในน้ำจะมีลักษณะม้วนตัวเป็นเกลียวที่มีรูปร่างไม่แน่นอนเรียกส่วนนี้ว่าผลึก หรือ crystalline region หรือ trichite การจับตัวกันของอะไมโลสเหล่านี้เกิดขึ้นได้เสมอ ถ้าสารแขวนลอยมีความเข้มข้นปานกลาง

อะไมโลเพคติน (Amylopectin) อะไมโลเพคตินประกอบด้วย anhydroglucose ที่เกาะกันเป็นกิ่งก้าน ถึงแม้อะไมโลเพคตินจะมาจากแหล่งเดียวกัน แต่อาจมีขนาดแตกต่างกันได้ เพราะจำนวนของ anhydroglucose ไม่เท่ากันโดยโมเลกุลของอะไมโลเพคตินนั้นจะประกอบด้วย anhydroglucose จำนวนมาก เกาะกันด้วย α-D (1,4) linkage และจุดที่แตกเป็นกิ่งก้านจะมีการจับตัวแบบ α-D (1,6) linkage แต่ละกิ่งของอะไมโลสเพคตินประกอบด้วย anhydroglucose ประมาณ 15-30 หน่วย จุดที่แตกตัวเป็นกิ่งอาจอยู่ใกล้กันมากประมาณ 8-9 หน่วย

ตารางที่ 2.1 ปริมาณอะไมโลสในแป้งชนิดต่างๆ

ชนิดของแป้ง	ปริมาณอะไมโลส (เปอร์เซ็นต์)
แป้งมันฝรั่ง	18
แป้งมันสำปะหลัง	17
แป้งข้าวเจ้า	14
แป้งข้าวโพด	23
แป้งสาลี	19
แป้งมันเทศ	18
แป้งกล้วยดิบ	21

ที่มา : จามรี (2526)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อะไมโลสในแป้งส่วนที่ละลายน้ำได้ดี เมื่อต้มในน้ำจะหนืดน้อยกว่า แต่ขุ่นมากกว่าอะไมโลเพคตินซึ่งข้น หนืด และใสกว่า เมื่อทิ้งให้เย็นอะไมโลสจะจับตัวกันเกิดเป็นเจลได้ แต่อะไมโลเพคตินจะไม่จับกันเป็นเจล (ณรงค์, 2528) แป้งที่มีอะไมโลสสูงจะมีอุณหภูมิของการพองตัวของแป้งอย่างสมบูรณ์สูงกว่าแป้งที่มีอะไมโลสต่ำ ความเหนียวและโปร่งใสของแป้งที่ได้หลังจากการเกิดเจลแล้ว จะขึ้นกับอัตราส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพคตินที่มีอยู่ในแป้งแต่ละชนิด และอัตราส่วนนี้ยังมีผลอย่างมากต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือจะช่วยในการพองตัว มีน้ำหนักเบาและเปราะ (จามรี, 2526) การมีแขนเชื่อมระหว่างโมเลกุลของแป้ง (cross-linking) เพิ่มขึ้นรวมทั้งการเพิ่มปริมาณอะไมโลสลงไป นอกจากจะทำให้ค่าปริมาตรจำเพาะลดลงแล้ว ยังทำให้ปริมาณการดูดซับน้ำมันระหว่างทอดลดลงด้วย ถ้าหากมีแขนเชื่อมในปริมาณที่เหมาะสม จะช่วยลดปัญหาการแตกหักของแป้งหลังการทอด ส่วนปริมาณอะไมโลเพคติน ถ้ามีมากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนาแน่นต่ำและเปราะ (จามรี, 2526) เพราะฉะนั้นอัตราส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพคตินจึงมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับของการพองตัว (puffing) และยังมีผลต่อการดูดซับน้ำมันระหว่างทอดอีกด้วย ถ้าระดับการพองตัวเพิ่มขึ้น การดูดซับน้ำมันจะเพิ่มขึ้นด้วย เราอาจควบคุมการดูดซับน้ำมันให้อยู่ในช่วงที่ต้องการได้ โดยการอบให้ผิวชั้นนอกแห้งก่อนที่จะนำไปทอด

คุณสมบัติของแป้ง

<u>คุณสมบัติทางฟิสิกส์</u>

แป้งทุกชนิดนี้มีสีขาว ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ความถ่วงจำเพาะ 1.50-1.53 ไม่ละลายในน้ำเย็นหรือสารอินทรีย์ เมื่อทำให้ร่อนแป้งจะอยู่ในรูปของ colloidal solid

<u>คุณสมบัติทางเคมี</u>

การทำปฏิกิริยากับไอโอดีน ทั้งอะไมโลสและอะไมโลเพคตินสามารถทำปฏิกิริยากับไอโอดีนได้ สำหรับอะไมโลสมีลักษณะม้วนตัวเป็นเกลียว แต่ละเกลียวมีอะไมโลส 6 หน่วย ในการทำปฏิกิริยานั้น โมเลกุลของไอโอดีนจะสอดเข้าไปในเกลียวนี้ และให้สีน้ำเงิน เมื่ออะไมโลสได้รับความร้อนเกลียวของอะไมโลสจะคลายออกทำให้สีน้ำเงินหายไป ครั้นปล่อยให้เย็น อะไมโลสจะกลับม้วนตัวเป็นเกลียวอีก และสีน้ำเงินจะกลับคืนมา ส่วนอะไมโลเพคติน เนื่องจากโมเลกุลเป็นกิ่งก้านจึงไม่สามารถจับกับไอโอดีนได้ดีนัก ทำให้ได้สีแดง (ณรงค์, 2528)

การสลายตัวด้วยกรดหรือด่าง เมื่อโมเลกุลของแป้งสัมผัสกับกรดหรือด่าง จะขาดออกเป็นส่วนๆ ความยาวของแต่ละส่วนขึ้นกับความเข้มข้นของกรดหรือด่าง ระยะเวลาที่ใช้ และชนิดของกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิดปฏิกิริยากับสารอื่น เนื่องจากแป้งเป็นสารประกอบที่มี hydroxyl group มากมาย จึงสามารถทำปฏิกิริยากับสารอื่นได้หลายชนิด โดยเฉพาะ hydroxyl group ที่อยู่ที่ตำแหน่ง C_2, C_3, C_6

การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งเมื่อได้รับความร้อน

เมื่อนำแป้งไปละลายน้ำ เม็ดแป้งจะดูดน้ำเข้าไปและเกิดการพองตัว การพองตัวของเม็ดแป้งแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน ในน้ำเย็นการพองตัวจะมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการพองตัวสูงขึ้น (Mats, 1959) ที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส การพองตัวจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว เป็นอุณหภูมิที่แป้งเริ่มสุก (Gelatinization) และเริ่มกระจายตัวในน้ำ การที่แป้งพองตัวในน้ำเย็นได้จำกัดนั้น เนื่องจากแรงที่โมเลกุลของแป้งเกาะกันนั้นมีค่าสูงมาก น้ำเย็นไม่สามารถทำให้โมเลกุลเหล่านั้นแยกตัวออกจากกันได้เมื่อได้รับความร้อนมากขึ้น โมเลกุลของแป้งก็ได้รับพลังงานสูงขึ้นด้วย ทำให้สามารถแยกออกจากกันได้ ที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดที่เกิด gelatinization น้ำสามารถเข้าไปในเม็ดแป้งได้มากขึ้น การพองตัวจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว (Mats, 1959)

<u>การพองตัวของเม็ดแป้งที่อุณหภูมิต่ำ</u>

เมื่อละลายแป้งในน้ำเย็น เม็ดแป้งจะดูดน้ำ ปริมาณน้ำที่ดูดเข้าไปขึ้นกับชนิดของแป้ง การพองตัวของแป้งในน้ำเย็น มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างๆ (Mats, 1959) ได้แก่

- ทำให้รอยบุ๋มของเม็ดแป้งหายไป เนื่องจากน้ำเข้าไปอยู่เต็ม
- ให้ความร้อน การพองตัวของเม็ดแป้งเป็นกระบวนการคายความร้อน เม็ดแป้งแต่ละชนิดคายความร้อนไม่เท่ากัน ขึ้นกับปริมาณ hydroxyl group ที่จะเกิดพันธะไฮโดรเจนกับน้ำ
- ลดความแข็งของแป้งดิบ การพองตัวของเม็ดแป้งทำให้แป้งที่ตกตะกอนในน้ำเย็นมีความแข็งลดลง โดยปกติเมื่อละลายแป้งในน้ำเย็นแล้วตั้งทิ้งไว้ แป้งจะตกตะกอน ความแน่นของตะกอนขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ กล่าวคืออุณหภูมิใกล้จุดเยือกแข็ง ตะกอนจะแข็งมาก เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความแข็งจะลดลง ทั้งนี้เนื่องจากเกิดการพองตัวของเม็ดแป้ง ทำให้แป้งไม่สามารถอยู่รวมกันได้อย่างแนบสนิท มีช่องว่างระหว่างเม็ดแป้งมาก

การเปลี่ยนแปลงของเม็ดแป้งนี้สามารถเปลี่ยนกลับไปกลับมาได้ (reversible) กล่าวคือสามารถนำแป้งที่พองตัวแล้วไปทำให้แห้งก็จะได้แป้งที่มีคุณสมบัติเช่นเดิม ลักษณะเช่นนี้แตกต่างจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแป้งสุก ซึ่งจะกล่าวต่อไป

<u>การพองตัวของเม็ดแป้งที่อุณหภูมิสูง</u>

เมื่ออุณหภูมิของน้ำแป้งเพิ่มขึ้น แรงที่เกาะกันระหว่างโมเลกุลของแป้งจะอ่อนลง ทำให้ดูดน้ำได้มากขึ้น ที่อุณหภูมิหนึ่งการดูดน้ำจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว พร้อมกับเม็ดแป้งจะพองตัวมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมินี้เรียกว่า “อุณหภูมิแป้งสุก” (gelatinization temperature) และปรากฏการณ์นี้เรียกว่า “การสุกของแป้ง” (gelatinization) (Mats, 1959) แสดงดังในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 อุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature) ของแป้งบางชนิด

ชนิดของแป้ง	อุณหภูมิแป้งสุก (องศาเซลเซียส)	
	อุณหภูมิเริ่มต้น	อุณหภูมิสุดท้าย
แป้งข้าวโพด	62.2	72.0
แป้งข้าวโพดที่มีอะไมโลสสูง	67.0	-
แป้งข้าวโพดข้าวเหนียว	63.0	72.0
แป้งข้าวสาลี	58.0	64.0
แป้งข้าวเจ้า	68.0	78.0
แป้งมันฝรั่ง	59.0	68.0
แป้งมันสำปะหลัง	58.5	70.0

ที่มา : จามรี (2526)

การสุกของแป้งจะเริ่มจากรอยบุ๋มของเม็ดแป้ง โดยในระยะเริ่มแรกจะเกิดช่องว่างที่จุดนี้ ต่อมาช่องว่างจะขยายใหญ่ขึ้น เนื่องจากเม็ดแป้งดูดน้ำเข้าไปในช่องว่างนี้จนในที่สุดเม็ดแป้งจะพองตัวเต็มที่ มีลักษณะเหมือนถุงใส ภายในเต็มไปด้วยอะไมโลส เมื่อได้รับความร้อนต่อไปเม็ดแป้งจะแตกออก อะไมโลสจะหลุดออกมาทำให้อะไมโลสและอะไมโลเพคตินแยกจากกัน ทำให้แป้งเปียกที่ได้มีลักษณะใส ลักษณะดังกล่าวจะเกิดขึ้นกับแป้งบางชนิดเท่านั้น เช่น แป้งมันฝรั่ง แต่แป้งบางชนิด เช่น แป้งสาลี แป้งข้าวเจ้า เม็ดแป้งจะพองตัวแต่ไม่แตกถึงแม้จะได้รับความร้อนเป็นเวลานาน แป้งเปียกที่ได้มีลักษณะขุ่น อย่างไรก็ตามถ้าอุณหภูมิของแป้งสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เม็ดแป้งทุกชนิดจะแตกตัวหมดถ้ามีน้ำมากพอ ผลที่เกิดขึ้นคือ ความหนืดของแป้งเปียกจะลดลง

เม็ดแป้งแต่ละเม็ดจะสุกที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน อุณหภูมิที่ทำให้เม็ดแป้งแต่ละเม็ดสุกเรียกว่า “specific gelatinization temperature” เม็ดแป้งขนาดใหญ่จะพองตัวได้ง่ายจึงสุกที่อุณหภูมิต่ำกว่าเม็ดแป้งขนาดเล็ก เมื่อเม็ดแป้งดูดน้ำเข้าไปทำให้เกิดการพองตัวและสูญเสีย birefrigence (คุณสมบัติในการสะท้อนแสงโพลาไรซ์) แป้งทุกชนิดจะมีช่วงอุณหภูมิเม็ดแรกและเม็ดสุดท้ายสูญเสีย birefrigence ทั้งนี้เนื่องจากแป้งทุกชนิดมีเม็ดแป้งขนาดต่างๆ กันออกไป บางครั้งพบว่าช่วงอุณหภูมินี้แตกต่างกันถึง 10 องศาเซลเซียส ช่วงอุณหภูมินี้เรียกว่า “gelatinization temperature range” แป้งที่มีขนาดเม็ดแป้งใกล้เคียงกัน จะมีช่วง gelatinization temperature สั้น และแป้งที่มีขนาดเม็ดแป้งแตกต่างกันจะมีช่วง gelatinization temperature ยาว (ณรงค์, 2528)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิดเจล (Gelatinization)

เมื่อแป้งได้รับความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่าจุดที่ทำให้แป้งสุก (gelatinization temperature) เม็ดแป้งจะแตกออก อะไมโลสจะหลุดออกไปจากเม็ดแป้งสุกทำให้น้ำแป้งที่ได้มีลักษณะข้นหนืด เรียกว่า "แป้งเปียก" ถ้าปล่อยให้แป้งเปียกนี้เย็นตัว แป้งเปียกนี้อาจจะยังคงเป็น sols อยู่ต่อไปหรือเปลี่ยนเป็นเจลก็ได้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของน้ำแป้ง ถ้าน้ำแป้งมีความเข้มข้นต่ำมากแป้งเปียกที่ได้จะยังคงเป็น sols อยู่ต่อไป แต่ถ้าน้ำแป้งมีความเข้มข้นสูงแป้งเปียกที่ได้จะค่อยๆ มีความหนืดเพิ่มขึ้นและเป็นเจลในที่สุด ความหนืดของเจลขึ้นอยู่กับปริมาณการแตกตัวของเม็ดแป้ง และเวลาที่ปล่อยทิ้งไว้ ถ้าเม็ดแป้งมีการแตกตัวมากเจลที่ได้จะมีความหนืดมาก ในทางตรงกันข้ามถ้าเม็ดแป้งแตกตัวน้อยจะได้เจลที่นุ่ม สำหรับเวลานั้นถ้าปล่อยทิ้งไว้นานการจับตัวกันจะมากขึ้นเจลจะแข็งขึ้น (ณรงค์, 2528)

การเกิดเจลนั้นมีผู้สันนิษฐานกันว่าในขณะที่ปล่อยให้แป้งเย็นนั้นโมเลกุลของอะไมโลส และอะไมโลเพคตินจะจับตัวกันเป็นร่างแห กล่าวคือโมเลกุลไม่มีโอกาสเคลื่อนที่เข้าหากันเพื่อจับตัวให้เป็นระเบียบได้โดยเฉพาะโมเลกุลของอะไมโลส ในลักษณะเช่นนี้จะเกิดช่องว่างระหว่างโมเลกุลมากมายทำให้สามารถกักเก็บน้ำซึ่งเป็นตัวทำละลายไว้ได้มาก เจลที่ได้จึงมีลักษณะนุ่มและหยุ่นได้ การจับตัวระหว่างโมเลกุลนั้นอะไมโลสมีบทบาทมากกล่าวคือโมเลกุลของอะไมโลสซึ่งเป็นเส้นตรงสามารถงอตัวไปมาเข้าจับกับโมเลกุลของอะไมโลเพคติน ได้ทำให้เกิดการยึดเหนี่ยวโมเลกุลจำนวนมากเข้าด้วยกัน โดยเฉพาะในขณะที่ทำให้แป้งเปียกเย็นตัวอย่างรวดเร็ว เจลจึงมีความหนืดเพิ่มมากขึ้น ถ้าการเย็นตัวเป็นไปอย่างช้าๆ โมเลกุลของอะไมโลสอาจงอตัวเข้าจับกับส่วนที่เป็นเส้นตรงของอะไมโลเพคตินหรือเคลื่อนที่เข้าจับกันเองทำให้เกิดผลึกขึ้นมากมาย (ณรงค์, 2528)

แป้งบางชนิดมีอะไมโลสต่ำมากโมเลกุลส่วนใหญ่เป็นพวกอะไมโลสเพคติน แป้งเปียกที่ได้จะไม่แข็งตัวมากนักถึงแม้จะปล่อยไว้ให้เย็น ทั้งนี้เพราะโมเลกุลของอะไมโลเพคตินมีกิ่งก้านมากมายไม่สามารถเข้าใกล้กันอย่างแนบสนิท แต่อย่างไรก็ตามถ้าแป้งเปียกมีความเข้มข้นสูงมากเจลอาจเกิดขึ้นได้

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของแป้งเปียกและเจล

ความเข้มข้นของแป้ง

น้ำแป้งที่มีความเข้มข้นต่ำเมื่อได้รับความร้อนอย่างเพียงพอจะทำให้เม็ดแป้งทั้งหมดแตกออก อะไมโลสจะหลุดออกมาจากแป้งทั้งหมดให้เจลที่มีความเหนียวมาก ถ้าน้ำแป้งมีความเข้มข้นปานกลางอะไมโลสที่มีโมเลกุลขนาดเล็กเท่านั้นที่จะหลุดออกมาจากเม็ดแป้งและอยู่ในน้ำร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนกระทั่งมีความเข้มข้นสูง เม็ดแป้งแต่ละเม็ดจะพองตัวอย่างอิสระโดยดูดน้ำทั้งหมดเข้าไปในเม็ดแป้ง และจะไม่มีอะไมโลสหลุดออกมา เจลที่ได้จะกรอบร่วน

โดยปกติแล้วเม็ดแป้งแต่ละชนิดจะดูดน้ำไม่เท่ากัน (ตารางที่ 2.3) ด้วยเหตุนี้การเตรียมแป้งเปียกและ เจลจากแป้งแต่ละชนิดจึงใช้น้ำไม่เท่ากัน และปริมาณน้ำที่ใช้จะเป็นเครื่องชี้ลักษณะของแป้งเปียกและเจลที่ได้รับ

ตารางที่ 2.3 ความเข้มข้นของแป้งที่จะใช้น้ำปริมาตร 100 มิลลิลิตรในการพองตัวได้หมด

ชนิดของแป้ง	ความเข้มข้น (กรัมต่อ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร)
แป้งมันฝรั่ง	0.1
แป้งมันสำปะหลัง	1.4
แป้งข้าวโพด	4.4
แป้งข้าวสาลี	5.0
แป้งข้าวโพดที่มีอะไมโลสสูง	20.0

ที่มา : จามรี (2526)

ในการเตรียมแป้งเปียกหรือเจล นอกจากจะคำนึงถึงความเข้มข้นของน้ำแป้งแล้วยังต้องคำนึงถึงวิธีการเตรียมด้วย โดยปกติไม่ควรใส่แป้งลงในน้ำร้อนโดยตรงเพราะความร้อนจะทำให้เม็ดแป้งที่อยู่รอบนอกพองตัวและเกาะติดกันป้องกันมิให้น้ำซึมเข้าไปได้สะดวกแป้งที่อยู่ภายในจึงไม่สุก แป้งเปียกที่ได้มีลักษณะเป็นก้อนและมีความเข้มข้นหรือความหนืดต่ำกว่าที่ต้องการ

การใช้แป้งประกอบอาหารควรปฏิบัติดังนี้

1. เมื่ออาหารนั้นมีส่วนผสมที่เป็นผงอยู่ด้วย ควรผสมแป้งกับส่วนที่เป็นผงก่อนเพื่อให้แป้งกระจายตัวออก หลังจากนั้นจึงนำไปผสมกับส่วนที่เป็นน้ำซึ่งอาจเป็นน้ำร้อนโดยตรงก็ได้

2. เมื่ออาหารนั้นมีส่วนผสมที่เป็นไขมันอยู่ด้วย ควรผสมแป้งกับไขมันที่หลอมเหลวก่อนแล้วจึงนำไปผสมกับของเหลวอื่น

3. เมื่อต้องการเตรียมแป้งเปียก หรือใส่แป้งลงในอาหารที่เป็นของเหลวร้อนควรผสมแป้งกับน้ำเย็นก่อนแล้วจึงนำลงใส่ในอาหาร

<u>ชนิดของแป้ง</u>

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า เม็ดแป้งที่ได้จากแหล่งต่างๆ จะมีโครงสร้าง และอัตราส่วนของอะไมโลสต่ออะไมโลเพคตินแตกต่างกันมาก ขนาดของโมเลกุลถึงแม้จะเป็นแป้งชนิดเดียวกันแต่ขนาดของโมเลกุลอาจแตกต่างกันได้ ปัจจัยต่างๆเหล่านี้มีผลต่อคุณสมบัติของแป้งเปียกและเจลมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิและเวลา

อุณหภูมิที่ใช้มีผลต่อความเหนียวของแป้งเปียกมาก ถ้าใช้อุณหภูมิต่ำเกินไปเม็ดแป้งจะดูดน้ำได้ไม่เต็มที่และไม่สุก โดยปกติถ้าใช้อุณหภูมิสูงกว่า 90 องศาเซลเซียสแป้งทุกชนิดจะสุกและให้แป้งเปียกที่มีความหนืดสูงสุด นอกจากนี้ถ้าใช้เวลานานเม็ดแป้งจะแตกมากขึ้นจะได้แป้งเปียกและเจลที่เหนียวมากขึ้น แต่อย่างไรก็ดีถ้าใช้อุณหภูมิสูงเกินไปโมเลกุลของแป้งอาจขาดออกแป้งเปียกจะอ่อนตัวลงและทำให้เจลมีความเหนียวน้อยลงด้วย

ปริมาณเม็ดแป้งที่แตกตัว

การทำให้เม็ดแป้งแตกตัวมีผลทำให้การดูดน้ำเป็นไปอย่างรวดเร็ว เม็ดแป้งจะพองตัวได้มาก ถึงแม้จะใช้น้ำเย็น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อทำเป็นแป้งเปียกจะมีความหนืดน้อยลงเนื่องจากอะไมโลสบางส่วนหลุดออกมาแต่จะให้เจลที่มีความเหนียวมากขึ้น

น้ำตาล

น้ำตาลมี –OH group ที่เป็นอิสระอยู่มากซึ่งสามารถจับกับโมเลกุลของน้ำได้ดีกว่าแป้ง ดังนั้นน้ำตาลจึงสามารถดึงโมเลกุลของน้ำไปรวมด้วยได้ดีกว่าแป้งทำให้แป้งไม่สามารถใช้น้ำได้ การพองตัวของเม็ดแป้งจึงช้าลง แป้งเปียกที่มีน้ำตาลอยู่มากเกินไปเมื่อให้ความร้อนเม็ดแป้งจะสุกแต่จะไม่แตกตัว ด้วยเหตุนี้การปรุงอาหารจำพวกแป้งจึงไม่ควรใส่น้ำตาลลงไปพร้อมกัน แต่ควรใส่หลังจากแป้งสุกแล้วหรือใส่เพียงเล็กน้อยก่อนแล้วจึงใส่ส่วนที่เหลือเมื่อแป้งสุกแล้ว การใส่น้ำตาลลงในแป้งจะเกิดผลดังนี้ (ณรงค์, 2528)

1. การสุกของแป้งช้าลง
2. อุณหภูมิแป้งสุก (gelatinization temperature) สูงขึ้น
3. แป้งเปียกมีความหนืดเพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นความหนืดรวมระหว่างแป้งกับน้ำตาล
4. ความหนืดของเจลจะลดลง ถ้าแป้งเปียกมีน้ำตาลเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ จะไม่เกิดเจลเลย แต่ถ้าต้องการให้เกิดเจลขึ้นอีกจะต้องใช้อุณหภูมิสูงขึ้น
5. เม็ดแป้งแตกตัวน้อยลง
6. การแยกตัวของน้ำมากขึ้น
7. แป้งเปียกจะมีลักษณะใสมากขึ้น

โปรตีน

เมื่อมีโปรตีนอยู่ในแป้ง โปรตีนจะเกาะอยู่กับเม็ดแป้งทำให้เม็ดแป้งดูดน้ำได้น้อยลงแป้งเปียกและเจลที่ได้จึงมีความหนืดน้อยกว่าปกติ (ณรงค์, 2528)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันและไขมัน

การใส่น้ำมันลงในแป้งจะมีผลทำให้การดูดซึมน้ำของเม็ดแป้งช้าลง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำมันห่อหุ้มเม็ดแป้งไว้ ทำให้น้ำซึมผ่านเข้าไปภายในไม่สะดวกนัก แต่อย่างไรก็ดีถ้าขณะให้ความร้อนมีการกวนการพองตัวของเม็ดแป้งจะมีมากขึ้น ทั้งนี้เพราะการกวนทำให้น้ำมันหรือไขมันที่เคลือบผิวหลุดออกไปได้บ้างน้ำจึงผ่านเข้าไปในเม็ดแป้งได้สะดวกขึ้น แต่อย่างไรก็ตามความหนืดของแป้งเปียกและเจลจะน้อยกว่าปกติ

สารลดแรงตึงผิว (surfactant)

การใส่สารลดแรงตึงผิวลงในน้ำแป้งมีผลต่อการพองตัวของเม็ดแป้งเป็นอย่างมาก ผลของสารลดแรงตึงผิวที่มีผลต่อแป้งเปียกเป็นเรื่องที่ซับซ้อนมาก เพราะบางครั้งก็เพิ่มความหนืด บางครั้งก็ลดความหนืด แต่ส่วนใหญ่มักจะลดความหนืดให้น้อยลง เช่นการใส่ sodium lauryl sulphate ทำให้แป้งข้าวโพดและแป้งมันฝรั่งพองตัวได้น้อยที่ 85 องศาเซลเซียส ความหนืดของแป้งเปียกจึงไม่มากนัก แต่ถ้าใช้อุณหภูมิสูงขึ้นจะให้ผลตรงกันข้าม พวก Cationic quarternary ammonium surfactants จะลดการพองตัวของแป้งมันฝรั่ง แต่ให้ผลตรงกันข้ามเมื่อใช้กับแป้งข้าวโพด ข้าวฟ่าง และข้าวเหนียว

ในทางปฏิบัติมีการใช้สารลดแรงตึงผิวบางจำพวกในอาหารเพื่อป้องกันการเกิดเจลและการคืนตัว เช่น monoglyceride จะทำปฏิกิริยากับอะไมโลส และป้องกันไม่ให้อะไมโลสหลุดออกจากเม็ดแป้ง ทำให้ไม่เกิดการคืนตัว ไม่เกิดเจล ลดความหนืด สารพวกนี้ใช้กันมากในผลิตภัณฑ์ขนมอบ

pH

โดยปกติ pH ของแป้งจะอยู่ระหว่าง 5.0 - 7.0 ถ้าทำให้ pH ของแป้งเปียกไม่อยู่ในช่วงนี้แล้วจะทำให้ความหนืดน้อยลง และเจลที่ได้มีความเหนียวน้อยลงด้วย ทั้งนี้เนื่องจากกรดหรือด่างที่มีอยู่จะทำให้โมเลกุลของแป้งแตกตัวเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กลง ผลิตภัณฑ์บางอย่างที่ใช้ทั้งกรดและน้ำตาลผลของกรดที่มีต่อแป้งจะลดลงอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากน้ำตาลป้องกันมิให้น้ำเข้าไปในเม็ดแป้งได้สะดวกนัก การทำงานของกรดจึงน้อยไป

การพองตัวของ Starch gel

ตามปกติความชื้นที่อยู่ในอาหารมีหลายแบบ เช่น free water และ bound water hydrate แต่สำหรับความชื้นที่ทำให้เกิดการพองตัวอยู่ในสภาพที่เรียกว่า imbibed water ซึ่งเป็นความชื้นที่อยู่ภายในวัตถุเกาะกันอยู่ด้วย hydrogen bond คล้ายกับสภาพ hydrate แต่มีลักษณะพิเศษคือ เมื่ออาหารได้รับพลังงาน น้ำในอาหารจะระเหยแล้วทำให้อาหารพองตัว (swell) ออกเมื่อน้ำในอาหารได้รับความร้อนเพียงพอก็จะเกิดการพองตัวทำให้เกิดความดัน (pressure) เมื่อความดันเหล่านั้นเข้าสู่ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดันบรรยากาศแล้ว ปริมาณน้ำที่มีอยู่เล็กน้อยเหล่านี้จะถูกทำให้เป็นไอ (vaperization) ก็จะสร้างรูเล็กๆ (capillary) และมีโครงสร้างที่พรุน แสดงว่าน้ำหรือความชื้นในอาหารเหล่านั้นเองที่เป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดความดันที่เป็นผลให้มีลักษณะรูพรุนเกิดขึ้นในอาหาร ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของอาหารที่มีความกรอบ

Puff เกิดโดยผ่านกระบวนการระเหยของน้ำที่อยู่ในอาหารอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้ไอน้ำขยายตัวดันเจลของอาหารให้ขยายตัวขึ้น อาหารมีรูพรุนมาก รูพรุนในอาหารขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ

ก. ความดัน (Pressure)

ข. ความต้านทาน (Resistance)

ถ้าพิจารณาตามภาพที่ 2.1 ซึ่งอธิบายการเกิด puff ไว้ดังนี้

ภาพที่ 2.1 การเกิด puff

ที่มา: จามรี (2526)

จากจุดเริ่มต้นที่ 1 เมื่ออาหารถูกนำเข้าในกระบวนการโดยการให้พลังงานความร้อนเข้าไปโดยวิธีใดๆ ก็ตาม แล้วทำให้เกิดความดันขึ้นภายในเจลหรือเนื้อของอาหาร เนื่องจากน้ำที่แทรกอยู่ในอาหาร เกิดการขยายตัวดันให้เนื้ออาหารเป็นโพรงหรือรูพรุนเพื่อให้ความชื้นหลุดออกจากเนื้ออาหารได้

ในขณะที่เกิดความดันขึ้นภายในเนื้ออาหารแล้ว ขณะเดียวกันก็จะเกิดมีแรงต้านทานหรือแรงยึดมิให้น้ำขยายหลุดออกไป แรงยึดนี้อาจเกิดจากสิ่งแวดล้อมที่เนื้ออาหารซึ่งขึ้นอยู่กับอาหารแต่ละชนิดไป เมื่อความดันเพิ่มขึ้นแรงยึดหรือแรงต้านทานก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย แล้วความดันและความต้านทานจะคงที่อยู่ระยะหนึ่งซึ่งเป็นขณะที่ความดันที่ใส่เข้าไปพอเหมาะที่จะทำให้เกิดความดันทุกส่วนของอาหารให้พองตัวมีรูพรุนดี จากนั้นความดันและความต้านทานจะเริ่มลดลงจนมาพบกันที่จุดที่ 2 ดังนั้นถ้าใส่พลังงานเข้าไปพอเหมาะที่จะทำให้ความดันเท่ากับความต้านทานแล้ว puff ที่ได้ออกมาจะมีลักษณะที่ดี คือ มีรูพรุนสม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้น ทำให้มีความชื้นเหลืออยู่ใน puff พอเหมาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำให้มีความกรอบพอดี มีโครงสร้างและเนื้อสัมผัสดีไปด้วย แต่ถ้ามีความดันและความต้านทานไม่สมดุลกันจะมีผลดังนี้

- ถ้าความดันมากกว่าความต้านทานจะทำให้เกิดการแตกแยกของโครงสร้างของ puff ที่ได้
- ถ้าความดันน้อยกว่าความต้านทานลักษณะเนื้อสัมผัสของ puff จะไม่ดี คือ รูพรุนไม่สม่ำเสมอ มีรูพรุนบางแห่ง ส่วนที่ยังไม่เป็นรูพรุนจะแข็งกระด้าง เป็นต้น

ความชื้นก่อนทอด

ความชื้นที่เหมาะสมของ starch gel ก่อนทอดเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีคือ ประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะให้ puff ที่มีปริมาตรมากที่สุด ถ้าความชื้นต่ำเกินไปจะไม่เกิดการ puff เพราะ bound water ในช่วงนี้ไม่หลุดออกจากเนื้ออาหาร หรือออกมาได้ช้าจนทำให้ pressure develop ไม่ได้ แต่ถ้าความชื้นสูงเกินไปจะทำให้เกิดการแตกแยกเป็นชิ้นๆ ของชิ้น puff

อุณหภูมิที่ใช้ทอด

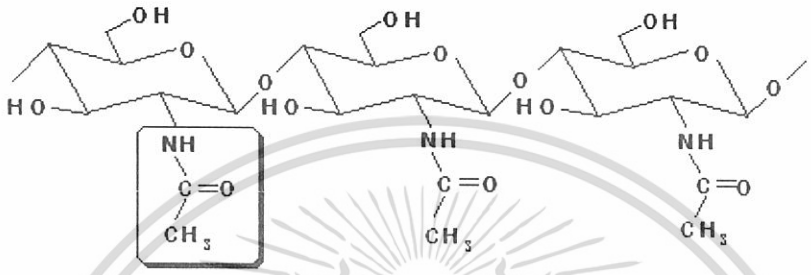
การทอดที่นิยมกันมาก เป็นการทอดที่ใช้น้ำมันมากโดยใช้กะทะก้นลึก อาหารจะจมในน้ำมันที่อุณหภูมิสูง จะเกิดฟองผุดขึ้นอย่างรุนแรงเนื่องจากน้ำบริเวณผิวอาหารระเหยไป ทำให้ผิวด้านนอกของอาหารพองกรอบ และเกิดสีน้ำตาลทองในเวลาอันสั้น น้ำมันเป็นตัวนำความร้อนที่ทำให้อาหารสุก ช่วยหล่อลื่นไม่ให้อาหารติดตามภาชนะที่ใช้ทอด ทั้งยังช่วยให้สีและเพิ่มรสชาติให้แก่อาหารด้วย ในขณะทอดน้ำมันจะสัมผัสกับอาหารตลอดเวลา ดังนั้น คุณสมบัติของน้ำมันที่ใช้จึงมีผลต่อเนื่องไปถึงคุณภาพของอาหารที่ได้ น้ำมันที่เหมาะสมจะนำไปใช้ทอดจะต้องบริสุทธิ์ทนความร้อนที่อุณหภูมิสูงได้ดี โดยไม่เกิดการสลายตัว อุณหภูมิที่ใช้ทอดจะต้องไม่สูงกว่าจุดควันของน้ำมัน เพราะถ้าอุณหภูมิสูงเกินจุดควันของน้ำมันจะเกิดการสลายตัวของน้ำมันอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้เวลาและการเก็บรักษาก็มีส่วนทำให้ไขมันและน้ำมันค่อยๆ เสื่อมคุณภาพไปเรื่อยๆ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของน้ำมันได้แก่ อากาศ น้ำ และอาหาร ซึ่งทำให้น้ำมันและไขมันเกิดการสลายตัว เปลี่ยนแปลงกลิ่น รส และเกิดควัน

ไคติน-ไคโตซาน

ไคตินเป็นโพลิเมอร์ธรรมชาติ โดยพบเป็นองค์ประกอบของเปลือกแข็งที่หุ้มเซลล์ของรา ยีสต์ และจุลินทรีย์หลายชนิด หรือพบเป็นโครงสร้างแข็งของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง จำพวกแมลง กุ้ง ปู ปลาหมึก เป็นต้น ไคตินมีปริมาณมากเป็นอันดับสอง รองจากเซลลูโลสที่เป็นส่วนประกอบของเนื้อไม้ ไคตินเป็นโพลิเมอร์สายยาวที่มีโครงสร้างทางเคมีแสดงดังภาพที่ 2.2 ซึ่งประกอบขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

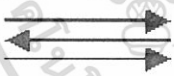
จากน้ำตาลหน่วยย่อย คือ N-acetyl-D-glucosamine มาเรียงต่อกันเป็นสาย ลักษณะเป็นของแข็งอันย
รูป ละลายได้ในกรดอนินทรีย์ เช่น กรดเกลือ กรดกำมะถัน กรดฟอสฟอริก และกรดฟอร์มิกที่
ปราศจากน้ำ แต่ไม่ละลายในด่างเจือจาง
แอลกอฮอล์ และตัวทำละลายอินทรีย์อื่นๆ



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างทางเคมีของไคติน

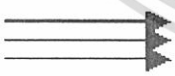
ที่มา: ประภัสสร (2547)

ไคตินที่ได้จากแต่ละแหล่ง มีโครงสร้างและสมบัติแตกต่างกันโดยแบ่งตามลักษณะการเรียงตัว
ของเส้นใยได้ 3 กลุ่ม คือ



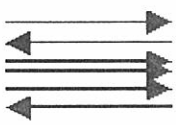
- แบบอัลฟา

มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในลักษณะสวนทางกัน มีความแข็งแรงสูง ได้แก่ ไคตินจาก
เปลือกกุ้ง และกระดองปู



- แบบเบตา

มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในทิศทางเดียวกัน จึงจับกันได้ไม่ค่อยแข็งแรง มีความไวต่อ
ปฏิกิริยาเคมีมากกว่าแบบอัลฟา ได้แก่ ไคตินจากแกนปลาหมึก



- แบบแกมมา

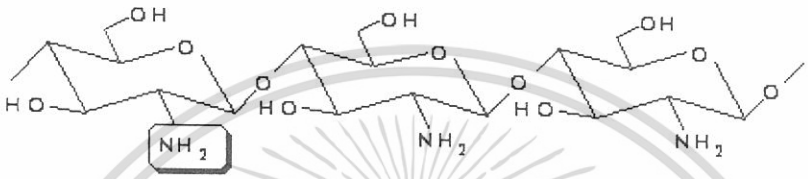
มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในลักษณะที่ไม่แน่นอน (สวนทางกันสลับทิศทางเดียวกัน) มี
ความแข็งแรงรองจากแบบอัลฟา ได้แก่ ไคตินจากเห็ด รา และพืชชั้นต่ำ

ไคตินในธรรมชาติอยู่รวมกับโปรตีนและเกลือแร่ จึงต้องนำมากำจัดเอาเกลือแร่ออกก่อน
(demineralization) โดยใช้กรดจะได้แผ่นเหนียวหนึบคล้ายพลาสติก แล้วนำไปกำจัดโปรตีนออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(deproteinization) โดยใช้ด่างจะได้ไคติน หากเป็นไคตินที่ได้จากเปลือกกุ้งหรือปู จะมีสีส้มปนอยู่ นำไปแช่ในเอทานอลเพื่อละลายสีออก

ไคโตซานคืออนุพันธ์ของไคตินที่ตัดเอาหมู่ acetyl ของน้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine (เรียกว่า deacetylation คือ เปลี่ยนน้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine เป็น glucosamine) ออกตั้งแต่ 50 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป มีโครงสร้างทางเคมีแสดงดังภาพที่ 2.3 และมีสมบัติละลายได้ในกรดอ่อน



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างทางเคมีของไคโตซาน

ที่มา: ประภัสสร (2547)

ปกติแล้ว ไคโตซานที่ได้จะมีส่วนผสมของ น้ำตาล N-acetyl-D-glucosamine และ glucosamine อยู่ในสายโพลิเมอร์เดียวกัน ซึ่งระดับการกำจัดหมู่ acetyl (หรือเปอร์เซ็นต์การเกิด deacetylation) นี้ มีผลต่อสมบัติและการทำงานของไคโตซาน นอกจากนี้ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานบอกถึงความยาวของสายไคโตซาน ซึ่งมีผลต่อความหนืด เช่น ไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง จะมีสายยาวและสารละลายมีความหนืดมากกว่าไคโตซานที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำเป็นต้น ดังนั้น การนำไคโตซานไปใช้ประโยชน์จะต้องพิจารณาทั้งเปอร์เซนต์การเกิด deacetylation และน้ำหนักโมเลกุล

ปัจจุบันมีการนำไคตินและไคโตซานมาประยุกต์ในด้านต่างๆ อาทิ เช่น

1. ด้านอาหาร ไคโตซานมีสมบัติในการต่อต้านจุลินทรีย์และเชื้อราบางชนิด โดยมีกลไกคือ ไคโตซานมีประจุบวก สามารถจับกับเซลล์เมมเบรนของจุลินทรีย์ที่มีประจุลบได้ ทำให้เกิดการรั่วไหลของโปรตีนและสารอื่นของเซลล์ ในหลายประเทศได้ขึ้นทะเบียนไคตินและไคโตซานให้เป็นสารที่ใช้เติมในอาหารได้ โดยนำไปใช้เป็นสารกัดบูด สารช่วยรักษากลิ่น รส และสารให้ความข้น ใช้เป็นสารเคลือบอาหาร ผัก และผลไม้ เพื่อรักษาความสดหรือผลิตในรูปฟิล์มที่รับประทานได้ (edible film) สำหรับบรรจุอาหาร

2. ด้านอาหารเสริม มีรายงานว่า ไคโตซานช่วยลดคอเลสเตอรอล และไขมันในเส้นเลือด โดยไคโตซานไปจับกับคอเลสเตอรอล ทำให้ร่างกายไม่สามารถดูดซึมไปใช้หรือดูดซึมได้น้อยลง จึงมีการโฆษณาเป็นผลิตภัณฑ์ลดน้ำหนัก ทั้งนี้ต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากไคโตซาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถจับ วิตามินที่ละลายได้ดีในไขมัน (วิตามินเอ ดี อี เค) อาจทำให้ขาดวิตามินเหล่านี้ได้ นอกจากนี้ ทางการแพทย์ มีรายงานการนำ N-acetyl-D-glucosamine ไปใช้รักษาไขข้อเสื่อม โดยอธิบายว่า ข้อเสื่อมเกิดเนื่องจากการสึกกร่อนของเนื้อเยื่ออ่อนที่เคลือบอยู่ระหว่างข้อกระดูก ซึ่ง glucosamine เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ proteoglycan และ matrix ของกระดูกอ่อน จึงช่วยทำให้เยื่อหุ้มกระดูกอ่อนหนาขึ้น

3. ด้านการแพทย์ มีการวิจัยนำแผ่นไคโตซานมาใช้ปิดแผล ช่วยทำให้ไม่เป็นแผลเป็น โดยไคโตซานช่วยลดการ contraction ของ fibroblast ทำให้แผลเรียบ กระตุ้นให้เกิดการซ่อมแซมบาดแผลให้หายเร็วขึ้น

4. ด้านเภสัชกรรม มีรายงานการใช้ไคโตซานเพื่อควบคุมการปลดปล่อยตัวยาสำคัญ

5. ด้านการเกษตร เนื่องจากไคตินและไคโตซานมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ไนโตรเจนจะถูกปลดปล่อยออกจากโมเลกุลอย่างช้าๆ รวมทั้งช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศและดิน จึงใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพ นอกจากนี้ยังช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของพืช และกระตุ้นการนำแร่ธาตุไปใช้ ผลคือสามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพการผลิตได้ ทำให้เกษตรกรมี ต้นทุนต่ำลง เนื่องจากลดการใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลง

6. ด้านการปศุสัตว์ ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสัตว์เพื่อกระตุ้นภูมิคุ้มกัน และลดการติดเชื้อ ทำให้น้ำหนักตัวของสัตว์เพิ่มขึ้น

7. ด้านการบำบัดน้ำเสีย โดยทั่วไป น้ำเสียจากอุตสาหกรรมอาหาร มีสารแขวนลอยสูง ไคโตซานมีประจุบวก สามารถจับกับโปรตีนและไขมันได้ดี ซึ่งโปรตีนที่ได้สามารถแยกนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ต่อไป นอกจากนี้ ไคโตซานยังสามารถดูดซับไอออนของโลหะหนัก และจับสี (dye) ช่วยในการบำบัดน้ำเสีย

8. ด้านสิ่งทอ นำมาขึ้นรูปเป็นเส้นใย และใช้ในการทอร่วมหรือเคลือบกับเส้นใยอื่นๆ เพื่อให้ได้คุณสมบัติการต้านจุลชีพ ลดการเกิดกลิ่นอับชื้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฉวีวรรณ และช่อทิพย์ (2528) ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างประเภทข้าวเกรียบ พบว่า การทำข้าวเกรียบเสริมโปรตีนถั่วเหลือง โดยใช้แป้งมันสำปะหลัง 63.2 เปอร์เซ็นต์ แป้งสาลี 9.5 เปอร์เซ็นต์ แป้งข้าวโพด 9.5 เปอร์เซ็นต์ ของส่วนผสมทั้งหมด พบว่า แป้งมันมีคุณสมบัติทำให้ข้าวเกรียบพองตัวได้ดี แต่เมื่อทิ้งไว้ประมาณ 5 นาทีจะหายกรอบ ส่วนแป้งข้าวสาลีทำให้การพอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวของข้าวเกรียบลดลง แต่ช่วยให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวเกรียบดีขึ้น ปริมาณกุ้งที่ทำให้ได้กลิ่นรสที่ดี คือ 9.5 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโปรตีนถั่วเหลือง 4.8 เปอร์เซ็นต์จะทำให้ได้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีที่สุด

ธงชัย (2535) กล่าวว่า ปัจจัยของการอมน้ำมันที่ต้องคำนึงในการทอดอาหารขบเคี้ยว คือ สภาพพื้นที่ผิวของอาหาร ลักษณะโครงสร้างของอาหาร ความชื้นเริ่มต้นของอาหาร เวลาและอุณหภูมิที่ใช้ในการทอด โดยสาเหตุของการอมน้ำมันส่วนใหญ่จะมาจากอุณหภูมิที่ใช้ทอด ซึ่งหากใช้อุณหภูมิที่ต่ำเกินไปผลิตภัณฑ์จะอมน้ำมันมาก ในขณะที่การทอดนานจนเกินไปจะทำให้เกิดการสุกเกินไป (overcook) ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์อมน้ำมันมากขึ้น และถ้าความชื้นของผลิตภัณฑ์ก่อนทอดมีอยู่สูง การอมน้ำมันก็จะเพิ่มตามไปด้วย สำหรับสภาวะในการทอดก็จะมีผลต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้ โดยการทอดจะทำให้เกิดการพองตัวของเม็ดแป้งและมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยการพองตัวจะขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ปัจจัย คือ ความดัน และความต้านทาน ถ้าให้พลังงานพอเหมาะคือมีความดันเท่ากับความต้านทาน การพองตัวจะเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้นอาหาร ความชื้นที่เหลืออยู่ในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้อาหารมีความกรอบที่พอเหมาะและมีโครงสร้างเนื้อสัมผัสที่ดีไปด้วย แต่ถ้ามีความดันน้อยกว่าความต้านทาน เนื้อสัมผัสของอาหารจะมีรูพรุนไม่สม่ำเสมอ

สุวิช (2547) ศึกษาปัจจัยของส่วนผสมและระยะเวลาในการนึ่งต่อความแน่นเนื้อของข้าวเกรียบ พบว่าข้าวเกรียบที่ผลิตโดยทั่วไปนั้นยังมีการพองตัวสูง รูพรุนมีขนาดใหญ่ จึงส่งผลให้ข้าวเกรียบมีลักษณะที่ไม่มีความแน่นเนื้อ สาเหตุที่ทำให้เกิดลักษณะดังกล่าวก็เนื่องมาจากข้าวเกรียบก่อนทอดมีปริมาณความชื้นมากเกินไป เมื่อทอดน้ำจึงดันตัวออกมามาก โดยปัจจัยบางส่วนที่มีผลต่อความชื้นเหล่านั้นได้แก่ ระยะเวลาในการนึ่ง และส่วนผสมของข้าวเกรียบ โดยระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการนึ่งก้อนแป้งคือ 75 นาที จะทำให้ได้ข้าวเกรียบกุ้งที่มีความหนาแน่นสูง มีการพองตัวน้อย และไม่มีรอยแตก ส่วนอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตคือ แป้งมันสำปะหลัง 80 เปอร์เซ็นต์ ต่อแป้งข้าวเจ้า 20 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบ อุปกรณ์และวิธีการการทดลอง

วัตถุดิบ

1. แป้งมันสำปะหลัง ตรา มังกร
2. แป้งสาลี ตรา ว่าว
3. โปรตีนถั่วเหลือง
4. เกลือ
5. น้ำตาล
6. พริกไทย
7. น้ำมันหอย
8. กระเทียม
9. น้ำ
10. เปลือกกุ้งต้มจากโรงงาน สุรพลนิชิเร ฟู้ดส์ ซึ่งแช่เย็นที่อุณหภูมิ 3 – 5 องศาเซลเซียสตลอดเวลา ก่อนนำมาใช้ทำการทดลอง

อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องชั่งสาร
2. รังถึง
3. เตาแก๊ส
4. ตู้อบลมร้อน
5. เครื่องผัดหมูหยอง
6. เครื่องปั่นไฟฟ้า National รุ่น MX – 795N
7. เครื่องบดละเอียด Retsch ZM1000
8. ถุงพลาสติกทนความร้อน
9. เครื่องวิเคราะห์ความชื้น (Halogen Moisture Analyzer : Metter Toledo HR73)
10. เครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA – XT2i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

96820

วิธีทดลอง

3.1 การเตรียมเปลือกกุ้งป่น

3.1.1 การเตรียมเปลือกกุ้งป่น

3.1.1.1 นำเปลือกกุ้งมาล้างด้วยน้ำสะอาด 2 – 3 ครั้ง เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ติดมากับวัตถุดิบ

3.1.1.2 นำเปลือกกุ้งเข้าอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 – 3 ชั่วโมง (จนแห้งพอประมาณ)

3.1.1.3 นำเปลือกกุ้งมาคั่วด้วยไฟอ่อนๆ ในเครื่องผัดหมูหยองจนได้เปลือกกุ้งที่แห้งสนิท (ประมาณ 2 ชั่วโมง)

3.1.1.4 นำเปลือกกุ้งมาบดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้าและบดละเอียดต่อด้วยเครื่องบดละเอียดโดยใช้ตะแกรงบดละเอียดขนาด 0.25 มิลลิเมตร

3.1.1.5 นำเปลือกกุ้งที่ได้มาเก็บไว้ในถุงพลาสติก และเก็บในสภาวะแช่แข็ง

3.1.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเปลือกกุ้งป่น

3.1.2.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ความชื้น (Halogen Moisture Analyzer : Metter Toledo HR73) (ภาคผนวก ก)

3.1.2.2 วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธี Kjeldahl Method (AOAC Official Method 976.05) (ภาคผนวก ก)

3.2 การศึกษาปริมาณเปลือกกุ้งที่เหมาะสมในสูตรข้าวเกรียบ

ใช้เปลือกกุ้งป่นที่ระดับร้อยละ 10, 15 และ 20 ของส่วนผสมสูตรข้าวเกรียบดังตารางที่ 3.1 และทำการเตรียมข้าวเกรียบตามขั้นตอนในหัวข้อที่ 3.2.1 เพื่อคัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุดต่อการทดสอบทางคุณภาพด้านประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้แผ่นข้าวเกรียบมาทำการศึกษาคุณภาพก่อนการทอด (หัวข้อ 3.2.2) และหลังการทอด (หัวข้อ 3.2.3)

3.2.1 ขั้นตอนการทำข้าวเกรียบ (ฉวีวรรณ, 2528)

3.2.1.1 นำแป้งชนิดต่างๆ คือ แป้งมันสำปะหลัง และแป้งสาลี ในอัตราส่วนต่างๆ กัน ผสมกับพริกไทย กระเทียม และน้ำมันหอย คลุกเคล้าให้เข้ากันดี

3.2.1.2 แบ่งแป้งประมาณครึ่งหนึ่งผสมกับน้ำที่มีเกลือแกงละลายอยู่ ตั้งไฟอุณหภูมิ 60 – 70 องศาเซลเซียส กวนจนได้ลักษณะแป้งสุกๆ ดิบๆ เพื่อให้แป้งบางส่วนเกิดการ gelatinization ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.3 นำแป้งที่เหลือมาผสมรวมกัน และนวดจนกระทั่งได้ โด (dough) ที่มีความยืดหยุ่น ไม่ขาดออกจากกัน

3.2.1.4 ปั้นโดที่ได้เป็นแท่งทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วนึ่งในรังถึงประมาณครึ่งชั่วโมง หรือจนสุก

3.2.1.5 จากนั้นนำก้อนแป้งสุกมาแช่เย็นประมาณ 18 ชั่วโมง เพื่อให้เจลแข็งพอที่จะหั่นเป็นชิ้นบางๆ ได้หนาประมาณ 1.5 มิลลิเมตร

3.2.1.6 นำแผ่นข้าวเกรียบสดไปอบไล่ความชื้นในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นานประมาณ 2 ชั่วโมง จนได้เป็นแผ่นข้าวเกรียบแห้ง

3.2.1.7 บรรจุแผ่นข้าวเกรียบในถุงพลาสติก เก็บ ณ อุณหภูมิห้องก่อนไปทดลองศึกษาต่อไป

ตารางที่ 3.1 สูตรข้าวเกรียบที่ใช้ศึกษาปริมาณเปลือกกุ้งที่ระดับแตกต่างกัน

ส่วนผสม	ปริมาณของส่วนผสม (เปอร์เซ็นต์)		
	เปลือกกุ้ง 10 %	เปลือกกุ้ง 15 %	เปลือกกุ้ง 20 %
แป้งมัน*	53	48.37	44.02
โปรตีนถั่วเหลือง*	4.24	3.87	3.52
เปลือกกุ้ง	10	15	20
แป้งสาลี	14.66	14.66	14.66
พริกไทย	1.93	1.93	1.93
กระเทียม	2.31	2.31	2.31
น้ำมันหอย	10	10	10
เกลือ	1.93	1.93	1.93
น้ำตาล	1.93	1.93	1.93

หมายเหตุ * เปอร์เซนต์ปริมาณแป้งมันที่ใช้เทียบจากอัตราส่วน 12.5 เท่าของปริมาณเปอร์เซนต์โปรตีนถั่วเหลืองที่ใช้ในสูตร

3.2.2 การศึกษาคุณภาพแผ่นข้าวเกรียบแห้งก่อนทอด

3.2.2.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ความชื้น (Halogen Moisture Analyzer : Metter Toledo HR73) (ภาคผนวก ก)

3.2.2.2 การศึกษาลักษณะเชิงพรรณนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การศึกษาคุณภาพแผ่นข้าวเกรียบแห้งหลังทอด

การทอดข้าวเกรียบใช้ตัวอย่างแผ่นข้าวเกรียบประมาณ 10 กรัมและใช้น้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส นาน 20 วินาทีแล้วทำการศึกษาคุณภาพต่างๆ ดังนี้

3.2.3.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ความชื้น (Halogen Moisture Analyzer : Metter Toledo HR73) (ภาคผนวก ก)

3.2.3.2 การศึกษาลักษณะเชิงพรรณนา

3.2.3.3 หาอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบเปลือกกุ้ง ใช้วิธีการแทนที่ของเมล็ดงา (seed displacement) (ภาคผนวก ก)

3.2.3.4 การวัดเนื้อสัมผัส (Texture) โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA – XT2i (ภาคผนวก ก)

3.2.3.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ชิม 30 คน ใช้การประเมินผลแบบ Scoring test 7 ระดับ ทั้งในด้านความแน่นของเนื้อ ความกรอบ ลักษณะปรากฏ และกลิ่น

3.3 ศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันต่อโปรตีนถั่วเหลืองที่เหมาะสมในสูตรข้าวเกรียบ

โดยใช้ปริมาณของเปลือกกุ้งป่นจากการทดลองในหัวข้อที่ 3.2 และใช้อัตราส่วนของแป้งมันต่อโปรตีนถั่วเหลืองที่ 3 ระดับคือ 8 : 1, 12.5 : 1 และ 17 : 1 ตามลำดับ โดยคำนวณเปอร์เซ็นต์ตามสูตร ได้ส่วนผสมข้าวเกรียบดังตารางที่ 2.2

$$Y = 100 - (32.76)^{*} - X$$

เมื่อ * คือ ปริมาณส่วนผสมของเครื่องปรุงที่ไม่เปลี่ยนแปลงสัดส่วน

X คือ ปริมาณเปอร์เซนต์ของเปลือกกุ้งที่เหมาะสมจากข้อ 3.2

Y คือ ปริมาณของแป้งมันและปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองที่กำหนดใช้ในสูตร

นำมาผลิตข้าวเกรียบกุ้ง จนได้เป็นแผ่นข้าวเกรียบแห้งแล้วนำมาศึกษาคุณภาพตามหัวข้อ 3.2.2 และ 3.2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20382

ตารางที่ 3.2 สูตรข้าวเกรียบที่ใช้ศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันต่อโปรตีนถั่วเหลืองในอัตราส่วนต่างๆ กัน

ส่วนผสม	ปริมาณของส่วนผสม (เปอร์เซ็นต์)		
	(TS:ISP) 8:1	(TS:ISP) 12.5:1	(TS:ISP) 17:1
แป้งมัน	Y	Y	Y
โปรตีนถั่วเหลือง			
เปลือกกุ้ง	X	X	X
รวม	67.24	67.24	67.24
แป้งสาลี	14.66	14.66	14.66
พริกไทย	1.93	1.93	1.93
กระเทียม	2.31	2.31	2.31
น้ำมันหอย	10	10	10
เกลือ	1.93	1.93	1.93
น้ำตาล	1.93	1.93	1.93
รวม	32.76	32.76	32.76

3.4 การศึกษาอายุการเก็บรักษาข้าวเกรียบเปลือกกุ้งเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบกุ้ง

ทำการผลิตข้าวเกรียบเปลือกกุ้งโดยใช้สูตรที่ดีที่สุดจากหัวข้อที่ 3.3 เปรียบเทียบกับข้าวเกรียบกุ้งที่ใช้กุ้งแทนในปริมาณที่เท่ากันกับเปลือกกุ้งที่คัดเลือกได้จากข้อ 3.2 ทำตามขั้นตอนในหัวข้อ 3.2.1 เมื่อได้แผ่นข้าวเกรียบทอด นำข้าวเกรียบที่ได้แบ่งมาส่วนหนึ่งมาวิเคราะห์ปริมาณไขมันตามหัวข้อ 3.4.1 และนำส่วนที่เหลือไปบรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิด HDPE ปริมาณ 15 กรัมต่อถุง ทั้งสิ้น 10 ถุง เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 4 สัปดาห์ และสุ่มตัวอย่างวิเคราะห์หาค่า TBARS ตามหัวข้อ 3.4.6 ทุกๆ 7 วัน (ทำ 2 ซ้ำ)

3.4.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ความชื้น (Halogen Moisture Analyzer : Metter Toledo HR73) (ภาคผนวก ก)

3.4.2 การศึกษาลักษณะเชิงพรรณนา

3.4.3 หาอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบเปลือกกุ้ง ใช้วิธีการแทนที่ของเมล็ดงา (seed displacement) (ภาคผนวก ก)

3.4.4 การวัดเนื้อสัมผัส (Texture) โดยใช้เครื่อง Texture Analyzer รุ่น TA - XT2i (ภาคผนวก ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

3.4.5 การวิเคราะห์ปริมาณไขมันโดยวิธี Solvent Soxhlet Extraction methods (AOAC official method 920.75) (ภาคผนวก ก)

3.4.6 การวิเคราะห์ค่า TBARS (Kirk and Sawyer, 1991) (ภาคผนวก ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

เปลือกกุ้งต้มที่ใช้เป็นวัตถุดิบ เมื่อนำมาเตรียมเป็นเปลือกกุ้งป่น พบว่าได้เปลือกกุ้งป่น 23.13 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเปลือกกุ้งสด เมื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในเปลือกกุ้งป่นพบว่ามีโปรตีนอยู่ 9.8 – 10.1 เปอร์เซ็นต์ และมีความชื้นเป็น 5.58 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ

4.1 การศึกษาปริมาณเปลือกกุ้งป่นที่เหมาะสมในสูตรข้าวเกรียบ

4.1.1 การศึกษาคุณภาพแผ่นข้าวเกรียบแห้งก่อนทอด

จากการใช้เปลือกกุ้งป่นที่ระดับ 10, 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของส่วนผสมทั้งหมดตามตารางที่ 2.1 แล้วผลิตข้าวเกรียบ 3 สูตร ซึ่งมีค่าความชื้นก่อนการทอดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรต่างๆ ก่อนการทอด

สูตร	ปริมาณความชื้นก่อนทอด (เปอร์เซ็นต์)
เปลือกกุ้ง 10 %	10.64 ± 0.23^{a}
เปลือกกุ้ง 15 %	10.55 ± 0.06^{a}
เปลือกกุ้ง 20 %	10.47 ± 0.24^{a}

หมายเหตุ - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบทั้ง 3 สูตรที่ได้มีค่าความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นปริมาณเปลือกกุ้งที่เติมลงในส่วนผสมไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นของแผ่นข้าวเกรียบก่อนทอด

แผ่นข้าวเกรียบ 3 สูตรที่ได้มีลักษณะของผลิตภัณฑ์ก่อนทอดเชิงพรรณนา ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบก่อนทอดสูตรต่างๆ ในเชิงพรรณนา

สูตร	ลักษณะเชิงพรรณนาก่อนทอด
เปลือกกุ้ง 10 %	สีออกน้ำตาล มีผงเปลือกกุ้งกระจายอยู่ทั่วไป เนื้อมีลักษณะสาก(ค่อนข้างหยาบ)
เปลือกกุ้ง 15 %	สีเข้มขึ้น เนื้อจะสากขึ้นและเป็นขุยๆ (หยาบ)
เปลือกกุ้ง 20 %	สีเข้มมาก เนื้อแน่น แข็งแต่เปราะ สากและเป็นขุย (หยาบมาก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าข้าวเกรียบสูตรที่ 1 มีลักษณะที่ดีที่สุด เพราะเนื้อมีผิวที่ค่อนข้างเรียบเนียน และสม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกันมากกว่าสูตรที่ 2 และ 3 ซึ่งจะมีลักษณะที่เปราะกว่า และมีสีที่เข้มมากจนเกินไป

4.1.2 การศึกษาคุณภาพแผ่นข้าวเกรียบหลังทอด

หลังการทอดตัวอย่างข้าวเกรียบสูตรต่างๆ แล้วทำการศึกษาคุณภาพ พบว่ามีปริมาณความชื้นและอัตราการพองตัวอยู่ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณความชื้นและอัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรต่างๆ หลังการทอด

สูตร	ปริมาณความชื้นหลังทอด (เปอร์เซ็นต์)	อัตราการพองตัว (เปอร์เซ็นต์)
เปลือกกุ้ง 10 %	1.53 ± 0.06^{b}	361.06 ± 2.12^{a}
เปลือกกุ้ง 15 %	1.80 ± 0.07^{a}	325.24 ± 1.25^{b}
เปลือกกุ้ง 20 %	1.73 ± 0.05^{a}	294.80 ± 1.17^{c}

หมายเหตุ - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นว่า ข้าวเกรียบสูตรที่ 2 และ 3 ภายหลังการทอดมีปริมาณความชื้นสูงกว่า สูตร 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าข้าวเกรียบสูตรที่ 1 ซึ่งมีปริมาณเปลือกกุ้งอยู่น้อยที่สุด คือ 10 เปอร์เซ็นต์ จะมีอัตราการพองตัวที่มากที่สุด ดังนั้นปริมาณเปลือกกุ้งที่ผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมีผลต่ออัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์

แผ่นข้าวเกรียบทั้ง 3 สูตรที่ได้มีลักษณะของผลิตภัณฑ์หลังการทอดเชิงพรรณนาดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหลังทอดสูตรต่างๆ ในเชิงพรรณนา

สูตร	ลักษณะเชิงพรรณนาหลังทอด
เปลือกกุ้ง 10 %	เนื้อมีลักษณะที่แน่นมีรูพรุนน้อย มีอัตราการพองตัวดี สีออกเหลืองนวลสม่ำเสมอ
เปลือกกุ้ง 15 %	เนื้อมีลักษณะที่ค่อนข้างหยาบ ไม่เรียบเนียนสม่ำเสมอ มีการพองตัวไม่ค่อยดี เหลืองเข้มออกส้ม
เปลือกกุ้ง 20 %	เนื้อมีลักษณะที่หยาบและแตก การพองตัวเกิดไม่ดี สังเกตเห็นเปลือกกุ้งกระจายเป็นจุดๆ อยู่ทั่วไปในแผ่นข้าวเกรียบ สีเข้มมากขึ้นเป็นสีน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.4 เมื่อพิจารณาจากเนื้อสัมผัสจะเห็นได้ว่าสูตรที่ 1 มีลักษณะต่างๆ ที่ดีที่สุด เนื่องจากมีการพองตัวดีที่สุด เนื้อสัมผัสมีลักษณะที่เรียบเนียนสม่ำเสมอ และการกระจายของเปลือกกุ้งในชิ้นเนื้อเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอทำให้แผ่นข้าวเกรียบมีสีเหลืองนวลสวย และมองไม่เห็นถึงการกระจายของเปลือกกุ้ง เนื้อสัมผัสมีลักษณะที่มองดูว่าเนื้อแน่นมีรูพรุนน้อยจะโปร่งเบากว่าสูตรอื่นๆ เนื่องจากว่ามีการกระจายตัวของฟองอากาศอย่างสม่ำเสมอ

เมื่อนำมาวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหลังทอดสูตรต่างๆ ได้ค่าดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ค่าความแข็ง (Hardness) ของข้าวเกรียบเปลือกกุ้งสูตรต่างๆ หลังทอดเมื่อวัดเนื้อสัมผัส

สูตร	Hardness (กรัม)
เปลือกกุ้ง 10 %	14059.6 ± 71.42^{c}
เปลือกกุ้ง 15 %	14739.2 ± 67.74^{b}
เปลือกกุ้ง 20 %	15400.4 ± 52.18^{a}

หมายเหตุ - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.5 พบว่าข้าวเกรียบสูตรที่ 1 ซึ่งมีปริมาณเปลือกกุ้งอยู่น้อยที่สุดจะมีค่าความแข็งที่น้อยที่สุด ดังนั้น ปริมาณเปลือกกุ้งที่เพิ่มขึ้นจึงมีผลทำให้ค่าความแข็งในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเพิ่มมากขึ้น

จากการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยการชิมข้าวเกรียบทั้ง 3 สูตร ได้ค่าเฉลี่ยดังตารางที่ 4.6

จากตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าค่าความชอบโดยรวมที่สูงที่สุดอยู่ในสูตรที่มีเปลือกกุ้งอยู่ 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นผลมาจากด้าน สี ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความกรอบซึ่งสูตรที่ใช้เปลือกกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์นั้นมีค่ามากกว่าสูตรที่ใช้เปลือกกุ้ง 15 และ 20 เปอร์เซ็นต์ จึงได้มีการคัดเลือกสูตรนี้ไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ตารางค่าเฉลี่ยลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรต่างๆ เมื่อประเมินผลทางประสาทสัมผัส 7 Scale

ลักษณะต่างๆ	สูตร		
	เปลือกกุ้ง 10 %	เปลือกกุ้ง 15 %	เปลือกกุ้ง 20 %
สี	5.54 ± 1.52^{a}	4.90 ± 1.02^{b}	3.10 ± 0.95^{c}
ลักษณะปรากฏ	5.34 ± 1.21^{a}	4.56 ± 1.22^{b}	2.90 ± 0.84^{c}
เนื้อสัมผัส	4.24 ± 0.74^{b}	4.76 ± 0.85^{a}	4.24 ± 1.04^{b}
กลิ่น	4.88 ± 1.32^{a}	4.62 ± 1.28^{a}	3.08 ± 1.28^{b}
ความกรอบ	5.20 ± 1.63^{a}	5.06 ± 1.57^{a}	3.64 ± 1.38^{b}
รสชาติ	4.82 ± 1.19^{a}	4.38 ± 1.07^{a}	3.34 ± 1.21^{b}
ความชอบโดยรวม	5.16 ± 1.28^{a}	4.66 ± 0.78^{b}	3.08 ± 1.03^{b}

หมายเหตุ - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

4.2 การศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันต่อโปรตีนถั่วเหลืองที่เหมาะสมในสูตรข้าวเกรียบ

จากการคัดเลือกสูตรข้าวเกรียบที่เติมเปลือกกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนผสมของแป้ง ได้ทำการคำนวณค่าอัตราส่วนของแป้งมันต่อโปรตีนถั่วเหลืองที่ 3 ระดับ คือ 8:1, 12.5:1 และ 17:1 ได้เป็นสูตรข้าวเกรียบที่ใช้ในการทดลองดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 สูตรข้าวเกรียบที่ใช้ศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันต่อปริมาณโปรตีนถั่วเหลืองในอัตราส่วนต่างๆ

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม (เปอร์เซ็นต์)		
	(TS:ISP) 8:1	(TS:ISP) 12.5:1	(TS:ISP) 17:1
แป้งมัน	50.88	53	54.06
โปรตีนถั่วเหลือง	6.36	4.24	3.18
เปลือกกุ้ง	10	15	20
แป้งสาลี	14.66	14.66	14.66
พริกไทย	1.93	1.93	1.93
กระเทียม	2.31	2.31	2.31
น้ำมันหอย	10	10	10
เกลือ	1.93	1.93	1.93
น้ำตาล	1.93	1.93	1.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ศึกษาคุณภาพแผ่นข้าวเกรียบแห้งก่อนทอด

จากการใช้เปลือกกุ้งป่นที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์และอัตราส่วนของแป้งมัน(TS) ต่อโปรตีนถั่วเหลือง (ISP) เป็น 8:1, 12.5:1 และ 17:1 แล้วผลิตข้าวเกรียบ 3 สูตร ได้ค่าความชื้นก่อนทอดดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรต่างๆ ก่อนการทอด

TS : ISP	ปริมาณความชื้นก่อนทอด (เปอร์เซ็นต์)
8: 1	10.96 ± 0.17^{a}
12.5 : 1	10.46 ± 0.40^{ab}
17: 1	10.25 ± 0.09^{b}

หมายเหตุ - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.8 จะเห็นว่า ข้าวเกรียบสูตรที่มีอัตราส่วนระหว่าง TS : ISP เป็น 12.5: 1 และ 17: 1 มีปริมาณความชื้นต่ำกว่า สูตรที่มีอัตราส่วนระหว่าง TS : ISP เป็น 8: 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นสัดส่วนแป้งมันต่อโปรตีนถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจะส่งผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ก่อนการทอด

แผ่นข้าวเกรียบ 3 สูตรที่ได้มีลักษณะของผลิตภัณฑ์ก่อนทอดเชิงพรรณนา ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบก่อนทอดสูตรต่างๆ ในเชิงพรรณนา

TS : ISP	ลักษณะเชิงพรรณนาก่อนทอด
8: 1	เนื้อมีลักษณะที่แห้ง หยาบ สากค่อนข้างมากและเปราะ
12.5: 1	เนื้อเริ่มมีความเนียนมากขึ้น สีอ่อนลงเล็กน้อย
17: 1	เนื้อมีลักษณะที่เนียน เรียบสม่ำเสมอ ไม่สาก เปราะน้อยกว่าสูตรอื่น และมีสีอ่อนที่สุด

จากตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าเมื่อพิจารณาข้าวเกรียบทั้ง 3 สูตร พบว่ามีลักษณะในเชิงพรรณนาที่ใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การศึกษาคุณภาพแผ่นข้าวเกรียบหลังทอด

หลังการทอดตัวอย่างข้าวเกรียบสูตรที่ใช้ TS และ ISP อัตราส่วนต่างๆ แล้วทำการศึกษาคุณภาพ พบว่ามีปริมาณความชื้น และอัตราการพองตัว ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ปริมาณความชื้นและอัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรต่างๆ หลังการทอด

TS : ISP	ปริมาณความชื้นหลังทอด (เปอร์เซ็นต์)	อัตราการพองตัว (เปอร์เซ็นต์)
8:1	1.12 ± 0.03^{b}	355.49 ± 1.05^{a}
12.5:1	1.50 ± 0.11^{a}	359.63 ± 2.01^{a}
17:1	1.51 ± 0.09^{a}	358.61 ± 1.15^{a}

หมายเหตุ - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.10 จะเห็นว่า ข้าวเกรียบสูตรที่มีอัตราส่วนระหว่าง TS : ISP เป็น 12.5: 1 และ 17:1 มีปริมาณความชื้นสูงกว่า สูตรที่มีอัตราส่วนระหว่าง TS : ISP เป็น 8:1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นสัดส่วนแป้งมันต่อโปรตีนถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจะส่งผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์หลังการทอด และพบว่าข้าวเกรียบที่ได้ทั้ง 3 สูตร มีอัตราการพองตัวที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นสัดส่วนแป้งมันต่อโปรตีนถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นผลิตภัณฑ์หลังการทอด

แผ่นข้าวเกรียบ 3 สูตรที่ได้มีลักษณะของผลิตภัณฑ์หลังการทอดเชิงพรรณนา ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบหลังทอดสูตรต่างๆ ในเชิงพรรณนา

TS : ISP	ลักษณะเชิงพรรณนาหลังทอด
8:1	เนื้อมีลักษณะที่แน่นมีรูพรุนน้อย มีการพองตัวที่ดี ฟองอากาศขนาดเล็กและกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ
12.5:1	เนื้อมีลักษณะที่แน่นมีรูพรุนน้อย มีการพองตัวที่ดี ฟองอากาศมีขนาดใหญ่ขึ้น
17:1	เนื้อมีลักษณะที่แน่นมีรูพรุนน้อย มีการพองตัวที่ดี ฟองอากาศมีขนาดใหญ่

เมื่อนำมาวัดเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรต่างๆ ได้ค่าดังตารางที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ค่าความแข็ง (Hardness) ของข้าวเกรียบเปลือกกุ้งสูตรต่างๆ หลังทอดเมื่อวัดเนื้อสัมผัส

TS : ISP	Hardness (กรัม)
8:1	12373.5±56.64[b]
12.5:1	14268.2±53.81[a]
17:1	14282.0±39.17[a]

หมายเหตุ - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4.12 พบว่าข้าวเกรียบสูตรที่มีอัตราส่วนระหว่าง TS : ISP เป็น 17:1 และ 12.5:1 มีค่าความแข็งมากกว่าสูตรที่มีอัตราส่วนระหว่าง TS : ISP เป็น 8:1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นสัดส่วนแป้งมันต่อโปรตีนถั่วเหลืองในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจึงมีผลต่อค่าความแข็งผลิตภัณฑ์

จากการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยการชิมข้าวเกรียบทั้ง 3 สูตร ได้ค่าเฉลี่ยดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ตารางค่าเฉลี่ยลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรต่างๆ เมื่อประเมินผลทางประสาทสัมผัส 7 Scale

ลักษณะต่างๆ	TS : ISP		
	8:1	12.5:1	17:1
สี	4.40±1.11[c]	4.84±1.10[b]	5.28±1.13[a]
ลักษณะปรากฏ	4.76±1.15[a]	4.88±1.00[a]	5.08±1.07[a]
กลิ่น	4.36±0.94[a]	4.52±1.07[a]	4.48±0.91[a]
เนื้อสัมผัส	4.60±1.25[a]	4.68±1.27[a]	4.64±1.03[a]
ความกรอบ	5.24±1.15[a]	5.24±1.08[a]	5.12±1.38[a]
รสชาติ	4.52±1.18[a]	4.32±1.33[a]	4.36±1.03[a]
ความชอบโดยรวม	4.68±1.17[a]	4.64±1.21[a]	4.76±1.00[a]

หมายเหตุ - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ค่าความชอบโดยรวมทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่คัดเลือกเอาสูตรที่มีอัตราส่วนระหว่าง TS : ISP เป็น 17:1 เป็นสูตรที่ใช้ เนื่องมาจากว่าลักษณะทางด้านสีของสูตรที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนระหว่าง TS : ISP เป็น 17:1 จะให้สีที่เป็นที่ยอมรับมากที่สุด และประกอบกับต้นทุนในการผลิตจะต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับสูตรอื่นๆ จึงนำมาทำการทดลองขั้นต่อไป

4.3 การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรทดลองเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบกุ้ง

จากการคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุดเป็นข้าวเกรียบเปลือกกุ้งที่ใช้เปลือกกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์ และใช้อัตราส่วนแป้งมันต่อโปรตีนถั่วเหลืองเท่ากับ 17:1 เป็นองค์ประกอบหลักมาเปรียบเทียบกับสูตรข้าวเกรียบที่ใช้กุ้งได้สูตรข้าวเกรียบขั้นสุดท้ายเป็นดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 สูตรข้าวเกรียบกุ้งที่ใช้เปรียบเทียบกับสูตรทดลอง

ส่วนผสม	ปริมาณส่วนผสม (เปอร์เซ็นต์)	
	สูตรเปลือกกุ้ง	สูตรเนื้อกุ้ง
แป้งมัน	53	53
โปรตีนถั่วเหลือง	4.24	4.24
เนื้อกุ้ง	-	10
เปลือกกุ้ง	10	-
แป้งสาลี	14.66	14.66
พริกไทย	1.93	1.93
กระเทียม	2.31	2.31
น้ำมันหอย	10	10
เกลือ	1.93	1.93
น้ำตาล	1.93	1.93

ข้าวเกรียบเปลือกกุ้งและข้าวเกรียบกุ้ง เมื่อผลิตเสร็จแล้วพบว่า มีลักษณะเชิงพรรณนาก่อนและหลังการทอดดังตารางที่ 4.15

เมื่อนำข้าวเกรียบทั้ง 2 สูตรมาทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ก่อนและหลังการทอด มีคุณภาพ แสดงดังตารางที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ลักษณะเชิงพรรณนาของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเปลือกกุ้งและข้าวเกรียบกุ้งก่อนและหลังการทอด

สูตร	ลักษณะเชิงพรรณนา	
	ก่อนทอด	หลังทอด
ข้าวเกรียบเปลือกกุ้ง	มีสีเข้ม เนื้อหยาบเล็กน้อย	เนื้อมีลักษณะที่แน่น มีรูพรุนน้อย มีการพองตัวที่ดี เนื้อแตกเล็กน้อย สีเข้มเล็กน้อย
ข้าวเกรียบเนื้อกุ้ง	สีส้มอ่อนๆ เนื้อเรียบเนียน	มีรูพรุนขนาดใหญ่ พองตัวดี มีสีอ่อน

จากตารางที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าข้าวเกรียบเปลือกกุ้งนั้นจะมีลักษณะก่อนทอดที่มีสีเข้มกว่าข้าวเกรียบกุ้ง แต่เมื่อทอดแล้วนั้นจะได้ลักษณะของข้าวเกรียบที่เนื้อแน่นมากกว่าแต่มีรูพรุนน้อยกว่า

ตารางที่ 4.16 ลักษณะคุณภาพด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเปลือกกุ้งเปรียบเทียบกับข้าวเกรียบกุ้ง

ข้าวเกรียบ	ความชื้น (%)น้ำหนักแห้ง		ปริมาณไขมัน (%)น้ำหนักแห้ง	อัตราการพองตัว (เปอร์เซ็นต์)	Hardness (กรัม)
	ก่อนทอด	หลังทอด			
เปลือกกุ้ง	10.25 ± 0.08^{a}	1.51 ± 0.09^{a}	45.02 ± 1.00^{a}	358.61 ± 0.85^{b}	14309.7 ± 39.17^{a}
เนื้อกุ้ง	9.04 ± 0.06^{b}	1.22 ± 0.05^{b}	33.26 ± 26.67^{b}	363.51 ± 1.15^{a}	9708.5 ± 31.32^{b}

หมายเหตุ - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

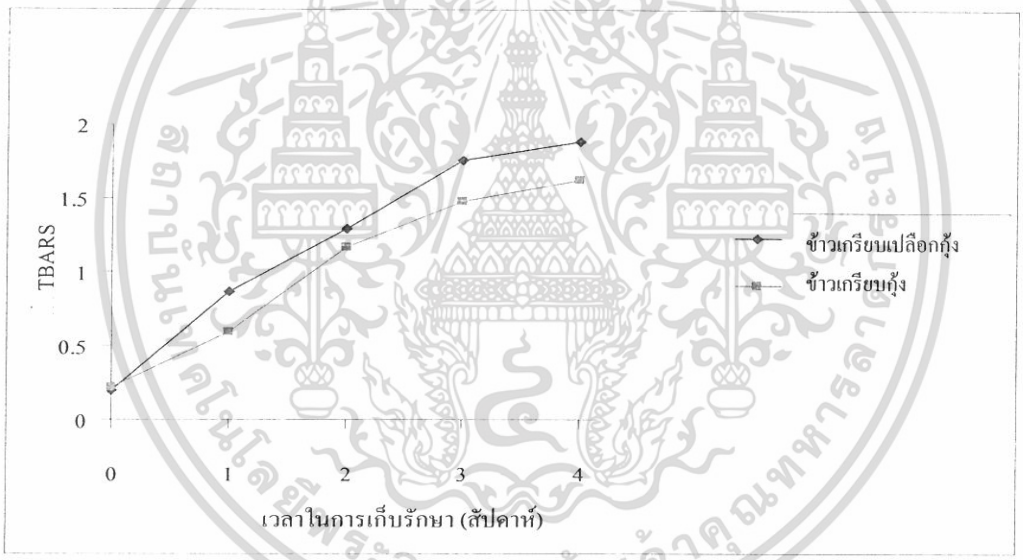
จากตารางที่ 4.16 จะพบได้ว่าข้าวเกรียบเปลือกกุ้งจะมีค่าความชื้น และมีปริมาณไขมันที่มากกว่าข้าวเกรียบกุ้ง ซึ่งส่งผลทำให้ข้าวเกรียบเปลือกกุ้งนั้นมีอายุการเก็บที่สั้นกว่าข้าวเกรียบกุ้ง

ค่า TBARS ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสูตรเปลือกกุ้งจะมีค่าดังตารางที่ 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงค่า TBARS ของข้าวเกรียบเปลือกกุ้งและข้าวเกรียบกุ้งที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

สัปดาห์ที่	TBARS	
	ข้าวเกรียบเปลือกกุ้ง	ข้าวเกรียบเนื้อกุ้ง
0	0.203	0.223
1	0.865	0.595
2	1.292	1.162
3	1.758	1.48
4	1.887	1.624



กราฟที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่า TBARS กับเวลาในการเก็บรักษาของข้าวเกรียบเปลือกกุ้งและข้าวเกรียบกุ้ง

จากกราฟที่ 4.1 เมื่อเปรียบเทียบค่า TBARS ของข้าวเกรียบเปลือกกุ้งกับข้าวเกรียบกุ้ง พบว่าค่า TBARS ของข้าวเกรียบสูตรเปลือกกุ้งนั้นจะมีค่า TBARS มากกว่าข้าวเกรียบกุ้ง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอายุในการเก็บรักษาของข้าวเกรียบสูตรเปลือกกุ้งนั้นจะสั้นกว่าข้าวเกรียบสูตรเนื้อกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

การทำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบโดยใช้เปลือกกุ้งเป็นส่วนผสม โดยใช้แป้งมันและโปรตีนถั่วเหลืองในอัตราส่วนต่างๆ ปรากฏว่า

1. ปริมาณเปลือกกุ้ง 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นปริมาณที่เหมาะสมในส่วนผสมที่ทำให้ได้ข้าวเกรียบที่มีการพองตัวดีเนื้อเรียบเนียน และมีสีเป็นที่ต้องการ
2. อัตราส่วนของแป้งมันและโปรตีนถั่วเหลืองที่ดีที่สุดคือ 17:1
3. ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่ทำจากเปลือกกุ้งจะลักษณะคุณภาพทางด้านต่างๆ ใกล้เคียงกับข้าวเกรียบที่ทำจากเนื้อกุ้ง แต่มีการอมน้ำมันขณะทอดมากกว่าจึงทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้นลง
4. สูตรในการทำข้าวเกรียบที่เหมาะสมคือ

ส่วนผสม	เปอร์เซ็นต์
แป้งมัน	53
โปรตีนถั่วเหลือง	4.24
เปลือกกุ้ง	10
แป้งสาลี	14.66
พริกไทย	1.93
กระเทียม	2.31
น้ำมันหอย	10
เกลือ	1.93
น้ำตาล	1.93

ข้อเสนอแนะ

1. การเติมน้ำลงในส่วนผสมนั้น ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของส่วนผสมต่างๆ โดยปริมาณน้ำที่เหมาะสมวัดได้จากการปั้นโด และทำให้ได้โดที่มีลักษณะไม่เหนียวติดมือ และไม่แตกเมื่อขึ้นรูป
2. การหั่นแผ่นข้าวเกรียบควรหั่นให้มีขนาดที่ใกล้เคียงกัน เพราะจะมีผลต่อการพองตัวของแผ่นข้าวเกรียบหลังทอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จามรี จันทร์วิเมลือง. 2526. **การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการพองตัวของแป้งชนิดต่างๆ**. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฉวีวรรณ ตุลยาภรณ์ และช่อทิพย์ วิเศษพงษ์พันธุ์. 2528. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารว่างประเภทข้าวเกรียบ**. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2528. **วิทยาศาสตร์การประกอบอาหาร**. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธงชัย สุวรรณสิชณน์. 2535. **การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่วลิสงไขมันต่ำผสมแป้งมันสำปะหลังชนิดพรีเจลาติไนซ์**. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประภัสสร สุรวัฒนาวรรณ. 2547. **ไคติน-ไคโตซาน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงโดย: http://www.gpo.or.th/rdi/htmls/chitin.html

พรชนก โชติช่วง; ศศิธร สุดไกรไทย และสุนทร ทองอิ่ม. 2547. **ผลของปัจจัยกระบวนการผลิตข้าว แต่นต่อคุณภาพข้าวแต่นน้ำแตงโม**. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สุรสิทธิ์ เกษรักษ์ และอัจฉรา ชวาลา. 2532. **การสกัดสารปรุงแต่งรสกุ้งจากส่วนหัวและเปลือก**. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุวิช ศิริวัฒนโยธิน. 2547. **ข้าวเกรียบเนื้อแน่น**. ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

อภิชญา ชูบัณฑิตกุล. 2542. **ข้าวเกรียบหอมแดง**. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

AOAC. 2000. Association of Official Analysis Chemistry, 17 th Edition. Washington DC. : Association of Official Chemist. Inc

Kirk, R. S. and Sawyer, R. 1991. **Fatty acid composition, antioxidants and lipid oxidation in chicken breasts from different production regimes.** International Journal of Food Science and Technology. 39(4): 443 – 44

Mats, S.A. 1959. **Chemistry and technology of cereals as food and feed**. The AVI publishing company, INC, Connecticut

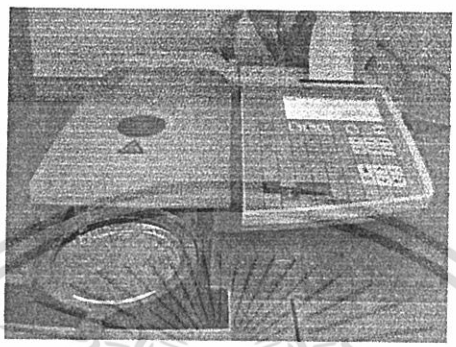
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rukkumani, R. ; Aruna, K. ; Varma, P.S. ; Rajasekaran K.N. and Menon, V.P. 2004. **Effect of the type of frying culinary fat on volatile compounds isolated in fried food by using SPME-GC-MS .** [Online]. Available: http://sciborg.uwaterloos.ca/chemistry/pawliszyn/SPMEdata/foods.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Halogen Moisture Analyzer : Metter Toledo HR73)



การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ความชื้น (Halogen Moisture Analyzer : Metter Toledo HR73)

1. อบจานอะลูมิเนียมที่ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมงในตู้อบแห้ง ทำให้เย็นในโถแก้วดูดความชื้น

2. ชั่งน้ำหนักจานอะลูมิเนียมในเครื่องวิเคราะห์ความชื้น (Halogen Moisture Analyzer : Metter Toledo HR73)

3. สุ่มชั่งน้ำหนักของตัวอย่างบดละเอียดประมาณ 3 กรัม ใส่ในถาดอะลูมิเนียม (ทำ 3 ซ้ำ)

4. ตั้ง function ของเครื่องในการวิเคราะห์เป็นแบบ Gentle และ Standard

5. กดปุ่ม Start เครื่องจะเริ่มทำงาน รอจนกระทั่งจานอะลูมิเนียมที่ใส่ตัวอย่างเลื่อนตัวออกด้านนอกของเครื่อง ซึ่งเครื่องจะสิ้นสุดการทำงานและเป็นการสิ้นสุดการหาความชื้น

6. อ่านค่าความชื้นจากเครื่องรายงานผลเป็นร้อยละของความชื้นในตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์อัตราการพองตัว (Seed Displacement)

หาอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบเปลือกกุ้ง ใช้วิธีการแทนที่ของเมล็ดงา (seed displacement) นำเมล็ดงาดำเทลงในกระบอกตวงขนาด 250 มิลลิลิตร เพื่อวัดปริมาณเมล็ดงาให้ได้ 250 มิลลิลิตร และเทใส่ภาชนะไว้ นำข้าวเกรียบที่ไม่ผ่านการทอดมา 10 ชิ้น ใส่ลงในกระบอกตวงขนาด 250 มิลลิลิตร สลับกับเมล็ดงาที่ตวงไว้ โดยไม่ให้มีช่องว่าง จนครบปริมาตร 250 มิลลิลิตร เมล็ดงาที่เหลือนำไปวัดปริมาตรด้วยกระบอกตวงขนาด 50 มิลลิลิตร ส่วนข้าวเกรียบที่ผ่านการทอดทำการหาอัตราการพองตัวเช่นเดียวกับข้าวเกรียบที่ไม่ผ่านการทอด

$$\% \text{ การพองตัว} = \frac{\text{ปริมาตรข้าวเกรียบที่ผ่านการทอด} - \text{ปริมาตรข้าวเกรียบที่ไม่ผ่านการทอด}}{\text{ปริมาตรข้าวเกรียบที่ไม่ผ่านการทอด}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธี Kjeldahl Method (AOAC Official Method 976.05)

1. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ลงในขวด Kjeldahl flask 250 ml. อย่าให้ตัวอย่างเลอะคอขวด ตัวอย่างที่มีโปรตีนต่ำ เช่น ผลไม้ ใช้ตัวอย่าง 5 กรัม ผัก 3 กรัม เพราะมีโปรตีนต่ำกว่าเนื้อสัตว์ และธัญพืช

2. เติม Catalyst 2 กรัม กรดซัลฟูริคเข้มข้น 15 มิลลิลิตร และ boiling chips

3. นำ Kjeldahl flask ตั้งบนเตาของชุดย่อยโปรตีนที่มีระบบดูดควันที่ดี ใช้ความร้อนต่ำประมาณ 5 นาทีก่อนเร่งความร้อนให้สูงขึ้น ย่อยโปรตีนจนได้สารละลายสีฟ้าใส (นานประมาณ 1 ชั่วโมง)

4. รอให้สารละลายสีฟ้าใสเย็นและหมดควันของไอกรดก่อน เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร โดยแยกเติมครั้งละ 5 มิลลิลิตร พร้อมกับเขย่าขวด

5. เทสารละลายทั้งหมดลงใน Volume flask 100 ml. ล้างขวดย่อยโปรตีนด้วยน้ำกลั่นหลายๆ ครั้ง แล้วเทลงในขวดปรับปริมาตรจนถึงขีด

6. ทำ blank โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง

7. เปิดชุดกลั่นโปรตีนและผ่านน้ำเย็นเข้า-ออก Condenser เปิดสวิตซ์เตาของชุดกลั่นให้มีความร้อนเพียงพอในขณะเริ่มต้นกลั่นและป้องกันการไหลย้อนกลับของสารละลายที่ใช้เก็บแอมโมเนีย

8. ดูดกรดบอริค 60 มิลลิลิตร ใน Erlenmeyor flask 250 ml. ที่แห้งและสะอาด หยด indicator 4 หยด เขย่าให้ดีก่อนนำไปวางใต้เครื่องกลั่นโดยให้ปลาย condenser จุ่มในสารละลาย

9. ดูดสารละลายในข้อ (5) 5 มล. ลงในขวดกลั่น เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 30 % จำนวน 3 มิลลิลิตร ประกอบเข้าชุดกลั่น

10. แอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาจะผ่าน condenser ลงสู่สารละลายบอริค สีของสารละลายเปลี่ยนจากม่วงน้ำเงิน ไปเป็นเขียวน้ำเงิน การเปลี่ยนสีเป็นอย่างรวดเร็วประมาณ 20-30 วินาที เมื่อสารละลายบอริคเปลี่ยนสีประมาณ 5 นาที ลดระดับของ Erlenmeyor flask ให้ปลาย Conderser อยู่เหนือระดับของเหลว 1 เซนติเมตร ล้างปลาย Condenser ด้วยน้ำกลั่น รอให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อไปอีกประมาณ 1-2 นาที ก่อนนำไปไตเตรทกับสารละลายไฮโดรคลอริค 0.01 N จนสีน้ำเงินเปลี่ยนไปเป็นใสไม่มีสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันโดยวิธี Solvent Soxhlet Extraction methods (AOAC official method 920.75)

1. ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว 10 กรัม ใน Thimble ปิดด้านบนของตัวอย่างด้วยสำลี หรือกระดาษกรองป้องกันการฟุ้งกระจายของตัวอย่าง

2. บรรจุ Thimble ในชุดสกัดไขมัน Soxhlet โดย Thimble อยู่ใน Extraction tube ซึ่งด้านบนต่อกับ Condenser ส่วนด้านล่างต่อกับ Round-Bottom Flask ชนิด 2 หรือ 3 คอ

3. ตวง Anhydrous ether 150 ml. ในขวดแก้วก้นกลม ต่อสายยางนำน้ำเข้า-ออกจาก Condenser ก่อนเปิดสวิตซ์ของเตา Heating Mantle ปรับระดับความร้อนอย่างเหมาะสม เพื่อให้ไอของ Anhydrous ether ควบแน่นหยดลงบนตัวอย่างอย่างต่อเนื่อง นาน 16 ชั่วโมง

4. แยก Anhydrous ether ออกด้วย Vacuum Evaporator นำส่วนของไขมันไปอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 30 นาที ไล่ Ether จนหมดนำไปทำให้เย็นใน Descicator ก่อนนำไปชั่งน้ำหนักของ Crude fat

5. คำนวณเปอร์เซ็นต์ไขมัน $= \frac{\text{(น้ำหนักบีกเกอร์และไขมัน – น้ำหนักบีกเกอร์)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างแห้ง}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ TBARS (Kirk and Sawyer, 1991)

1. ชั่งตัวอย่างอาหาร 10 กรัม นำไปปั่นกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นาน 2 นาที
2. เทตัวอย่างที่บดละเอียดลงในขวดกลั่น ล้างตัวอย่างออกจากเครื่องปั่นด้วยน้ำกลั่น 47.5 มิลลิลิตร เทลงในขวดกลั่น
3. เติมกรด HCl 4 M จำนวน 2.5 มิลลิลิตร เพื่อปรับให้ pH ประมาณ 1.5 เติม glass beads
4. นำตัวอย่างไปกลั่น โดยกลั่นได้ของเหลว 50 มิลลิลิตร ภายในเวลา 10 นาที หลังจากตัวอย่างเริ่มเดือด
5. ดูดของเหลวที่กลั่นได้ 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดแก้วสะอาดที่มีฝาปิด
6. เติมสารละลาย TBA 5 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายและจุ่มลงในอ่างน้ำเดือดนาน 35 นาที
7. เตรียม blank โดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร แทน
8. เมื่อครบเวลาทำให้ของเหลวเย็นลงภายใน 10 นาที โดย ice – bath
9. นำสารละลายไปวัดค่า Absorbance ที่ 538 nm
10. นำค่าการดูดกลืนแสงมาคำนวณในสูตร TBA value = 7.8 A หน่วยเป็นมิลลิกรัมของ malonaldehyde ต่อตัวอย่าง 1 กิโลกรัม (A คือ ค่าการดูดกลืนแสง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบเปลือกกุ้ง

ชุดที่.....

วันที่ทำการทดสอบ.....

ผู้ทดสอบ.....

คำแนะนำ

กรุณาทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา และให้คะแนนทางด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส ความกรอบ รสชาติ และความชอบโดยรวม แล้วให้คะแนนตามความชอบ ดังนี้

7	ชอบมาก
6	ชอบปานกลาง
5	ชอบเล็กน้อย
4	เฉยๆ
3	ไม่ชอบเล็กน้อย
2	ไม่ชอบปานกลาง
1	ไม่ชอบมาก

ลักษณะที่สังเกต	คะแนน		
สี			
ลักษณะปรากฏ			
กลิ่น			
เนื้อสัมผัส			
ความกรอบ			
รสชาติ			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้