



การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำ
และแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่

Development of Gluten-Free Pasta from Black Glutinous Rice
Flour and Tapioca Starch Fortified with Chicken Breast

ติณณภพ สมพงษ์
TINNAPOP SOMPONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2567



การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำ
และแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่

Development of Gluten-Free Pasta from Black Glutinous Rice
Flour and Tapioca Starch Fortified with Chicken Breast

ติณณภพ สมพงษ์

TINNAPOP SOMPONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่
ชื่อ นามสกุล	ดิณณภพ สมพงษ์
ชื่อปริญญา	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)
สาขาวิชา	คหกรรมศาสตร์
คณะ	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภักษร มาแสง

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้ให้ความเห็นชอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว


.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ หนักแน่น)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้อมจิตต์ สุธิบุตร)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภักษร มาแสง)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร อนุมัติให้
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร


.....คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาภพ โสตรโยม)

วันที่ 4 เดือน เมษายน พ.ศ. 2568

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่
ชื่อ นามสกุล	ดิณณภพ สมพงษ์
ชื่อปริญญา	คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (คหกรรมศาสตร์)
สาขาวิชา และคณะ	คหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภศิธร มาแสวง
ปีการศึกษา	2567

บทคัดย่อ

พาสต้าเป็นอาหารประเภทเส้นที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศแถบตะวันตกและตะวันออก ส่วนประกอบหลักของพาสต้าคือแป้งสาลี ซึ่งมีโปรตีนกลูเตนที่อาจก่อให้เกิดอาการแพ้ในบางบุคคล ทำให้ผู้ที่แพ้กลูเตนไม่สามารถบริโภคได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวัตถุดิบทางเลือกที่ปราศจากกลูเตนเพื่อใช้แทนแป้งสาลี ในการทดลอง ได้พัฒนาสูตรพาสต้าปราศจากกลูเตนโดยใช้แป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ได้แก่ 60:40, 70:30 และ 80:20 พร้อมเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความชื้น ค่าสี (L^* , a^* , b^*) ค่าความแข็ง ค่าความยืดหยุ่น ค่าการยืดเกาะ ค่าความเหนียว ค่าความทนต่อการเคี้ยว และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผลการวิจัยพบว่า เส้นพาสต้าที่มีอัตราส่วนแป้งข้าวเหนียวดำต่อแป้งมันสำปะหลังที่ 70:30 มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับพาสต้าสูตรพื้นฐานที่ผลิตจากแป้งสาลีมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จึงเลือกสูตร 70:30 เพื่อทำการศึกษการเสริมเนื้ออกไก่ในขั้นต่อไป นอกจากนี้ ได้ทำการเสริมเนื้ออกไก่ลงในเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตน ในปริมาณ ร้อยละ 10, 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ผลการวิจัยพบว่า พาสต้าที่เสริมเนื้ออกไก่ ในปริมาณ ร้อยละ 10 มีคุณภาพใกล้เคียงกับพาสต้าสูตรพื้นฐานมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จึงเลือกเสริมเนื้ออกไก่ ในปริมาณร้อยละ 10 ในการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคในขั้นต่อไป เมื่อทำการศึกษการยอมรับของผู้บริโภค ผลการวิจัยพบว่าผู้บริโภคมีความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์ในระดับชอบเล็กน้อยถึงมากที่สุดร้อยละ 100 และให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 100 โดยสนใจผลิตภัณฑ์ร้อยละ 83.8 และสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ในราคา 75 บาท ต่อ 1 หน่วยบริโภค

คำสำคัญ: พาสต้าปราศจากกลูเตน, แป้งข้าวเหนียวดำ, แป้งมันสำปะหลัง, เนื้ออกไก่

Thesis Title	Development of Gluten-Free Pasta from Black Glutinous Rice Flour and Tapioca Starch Fortified with Chicken Breast
Author	Tinnapop Sompong
Degree	Master of Home Economics (Home Economics)
Major Program	Home Economics, Faculty of Home Economics Technology
Advisor	Assistant Professor Dr.Supuksorn Masavang
Academic Year	2024

ABSTRACT

Pasta is a type of noodle dish that is widely popular in both Western and Eastern countries. The main ingredient of pasta is wheat flour, which contains gluten protein that can cause allergic reactions in some individuals, making it impossible for those with gluten intolerance to consume. This study aimed to study gluten-free alternative ingredients to replace wheat flour. In the experiment, gluten-free pasta formulas were developed using black glutinous rice flour and tapioca starch in different ratios: 60:40, 70:30, and 80:20, and compared with a basic wheat flour pasta formula. Physical quality analyses were then conducted, including moisture content, color values (L^* , a^* , b^*), hardness, elasticity, adhesiveness, chewiness, and sensory quality. The research results showed that the pasta with a ratio of black glutinous rice flour to tapioca starch of 70:30 had properties most similar to the basic wheat flour pasta with statistical significance ($p \leq 0.05$). Therefore, the 70:30 formula was selected for further study on the addition of chicken breast. Additionally, chicken breast meat was added to the gluten-free pasta in amounts of 10, 20, and 30% of the total flour weight. The research results showed that pasta with 10% added chicken breast had the closest quality to the basic pasta formula with statistical significance ($p \leq 0.05$). Therefore, the 10% chicken breast meat formula was chosen for a subsequent consumer acceptance study. In the consumer acceptance study, the results showed that 100% of consumers had a liking level ranging from slightly like to most like the product, and 100% accepted the product, with 83.8% being interested in the product and interested in purchasing it at a price of 75 baht per serving.

Keywords: Gluten-Free Pasta, Black Glutinous Rice Flour, Tapioca Starch, Chicken Breast

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภักษร มาแสงว่ง ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ของการศึกษาโดยมาตลอด

ขอกราบขอบพระคุณพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกท่านที่ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดี และเป็นกำลังใจให้ตลอดมา

คุณค่าประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอบแต่ ครูอาจารย์และผู้ที่มีพระคุณทุกท่าน หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใดข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้เพียงผู้เดียว

ดิณณภพ สมพงษ์



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(7)
สารบัญแผนภูมิ	(8)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 พาสต้า	4
2.2 แป้งข้าวเหนียวดำ	11
2.3 แป้งมันสำปะหลัง	16
2.4 สารประกอบไฮโดรคอลลอยด์	17
2.5 เนื้อไก่	19
2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	23
3.1 วัตถุประสงค์อุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง	23
3.2 วิธีการทดลอง	24
3.3 สถานที่ทำการวิจัย	28

สารบัญ(ต่อ)

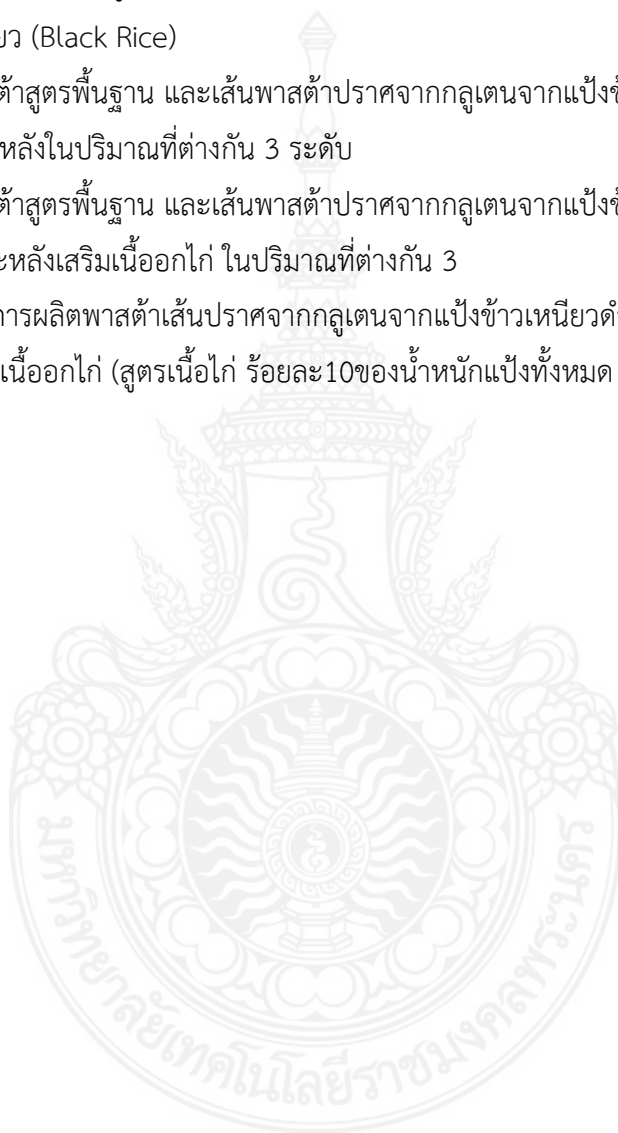
3.4 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย	28
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	29
4.1 ผลการศึกษ้อัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังในการผลิตเส้นพาสต้า	29
4.2 การศึกษาปริมาณเนื้อไก่ที่เหมาะสมต่อคุณภาพของพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่	34
4.3 การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค	38
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	46
5.1 สรุปผล	46
5.2 ข้อเสนอแนะ	47
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก	56
ภาคผนวก ก สูตรและวิธีการผลิตพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่	57
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และแบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค	63
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	70

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณค่าโภชนาการของพันธุ์ข้าวชนิดต่างๆ (ต่อ 100 กรัม)	12
3.1 ส่วนผสมพาสต้าที่ทำการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง	24
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพโดยการวิเคราะห์ค่าสีและค่าความชื้นของเส้นพาสต้าปราศจาก กลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง	29
4.2 ค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นพาสต้าจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง	31
4.3 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นพาสต้าจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้ง มันสำปะหลัง	33
4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพโดยการวิเคราะห์ค่าสีและค่าความชื้นของเส้นพาสต้าจากแป้ง ข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่	35
4.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพโดยการวิเคราะห์ค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นพาสต้าจากแป้ง ข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่	36
4.6 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นพาสต้าจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้ง มันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่	37
4.7 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	39
4.8 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม	41
4.9 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถาม	43

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 พาสต้าชนิดการขึ้นรูปแบบยาว	7
2.2 พาสต้าชนิดการขึ้นรูปแบบต่างๆ	8
2.3 ข้าวเหนียว (Black Rice)	13
4.1 เส้นพาสต้าสูตรพื้นฐาน และเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้ง มันสำปะหลังในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ	30
4.2 เส้นพาสต้าสูตรพื้นฐาน และเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้ง มันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่ ในปริมาณที่ต่างกัน 3	34
ก.1 ขั้นตอนการผลิตพาสต้าเส้นปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะ หลังเสริมเนื้ออกไก่ (สูตรเนื้อไก่ ร้อยละ10ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด)	61



สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
3.1 ขั้นตอนวิธีการทำพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง เสริมแซนแทนกัม	25
3.2 กรรมวิธีการเตรียมเนื้อไก่	27
3.3 ขั้นตอนวิธีการทำพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง เสริมโปรตีนจากเนื้อไก่	27



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพหรือฟังก์ชันนัลฟู้ดส์ (functional foods) ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเนื่องจากวิถีชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้อาหารที่บริโภคเป็นสาเหตุให้เกิดโรคร้ายแรงต่างๆ เช่น เบาหวาน มะเร็ง หลอดเลือดหัวใจ เป็นต้น ดังนั้นผู้บริโภคทั่วโลกจึงให้ความสนใจ อาหารเพื่อสุขภาพที่มีลักษณะทางกายภาพเหมือนอาหารที่บริโภคเป็นประจำและสามารถบริโภคได้ตามปกติ เมื่อบริโภคแล้วให้ประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยส่งเสริมสุขภาพและช่วยป้องกันการเกิดโรค เช่น ช่วยลดปริมาณคอเลสเตอรอลในเลือด ลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกพรุน (Kaur and Das, 2011)

พาสต้าเป็นอาหารประเภทเส้นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศแถบ ตะวันตก ตะวันออก รวมไปถึงในประเทศไทยเช่นเดียวกัน พาสต้ามีส่วนผสมหลักจากแป้งสาลี โดยในแป้งสาลีนั้นมีโปรตีนกลูเตนซึ่งเป็นสารก่อภูมิแพ้ทำให้ผู้ป่วยที่แพ้กลูเตน (Celiac disease) ไม่สามารถบริโภคอาหารประเภทนี้ได้ ในปัจจุบันมีวิธีการรักษาและควบคุมโรคมีเพียงวิธีเดียวคือต้องรับประทานอาหารที่ปราศจากกลูเตนไปตลอดชีวิต จึงทำให้ผู้บริโภคที่จัดเป็นกลุ่มที่แพ้กลูเตนต้องการอาหารประเภทนี้สูงขึ้น (บงกช วรรณะภุติ, 2555) จากสถานการณ์ความขัดแย้งระหว่างประเทศรัสเซียและยูเครน ส่งผลกระทบต่อราคาพลังงานและสินค้าร้อยละ 28.5 ของปริมาณการส่งออกข้าวสาลีโลก จึงมีอิทธิพลต่อการปรับตัวของราคาข้าวสาลีใน โลกอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าไทยมีการนำเข้าข้าวสาลีจากยูเครนถึงร้อยละ 13 นำเข้าข้าวสาลีทั้งหมดของไทย (ชุตินา มุสิกะเจริญ, 2565)

ดังนั้นเพื่อหาแนวทางปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบข้าวสาลีจึงทำการเลือกแป้งข้าวเหนียวดำ และแป้งมันสำปะหลัง มาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเส้นพาสต้าเป็นวัตถุดิบจากพืชทดแทนในประเทศ ซึ่งในข้าวเหนียวดำนั้น พบว่ามาจากการสะสมของรงควัตถุ 3 ชนิด คือ แอนโทไซยานิน, ฟลาโวนอยด์ และ โพรแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ละลายได้ดีในน้ำ และมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Wiriyasuk et al., 2005) นอกจากนี้ ยังพบสารประกอบอื่นๆ ได้แก่ โปรตีน โพรแทสเซียม ฟอสฟอรัส ธาตุเหล็กแคลเซียม และสังกะสี ในเมล็ดข้าวเหนียวดำ สูงกว่าข้าวขาวทั่วไป ในอดีตมีการปลูกข้าวเหนียวดำ เพื่อใช้ในการรักษาโรคต่างๆ ได้แก่ โรคผิวหนัง เช่น โรคหิดและ โรคท้องร่วง เป็นต้น (Phengrat and Jearakongman, 2009) แต่อย่างไรก็ตามการทดแทนของแป้งชนิดต่างๆ จะส่งผลต่อ ลักษณะทางประสาทสัมผัสและคุณภาพของเส้นพาสต้าที่ได้ จึงจำเป็นที่ต้องมี

การเติมสารไฮโดรคอลลอยด์ที่มี คุณสมบัติเพิ่มความคงตัว ปรับปรุงลักษณะเนื้อสัมผัสให้ดีขึ้น ลดการสูญเสียทำให้เส้นพาสต้านุ่มไม่แข็งกระด้าง โดยแทนแทนกันเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ชนิดหนึ่งที่ทำให้คุณสมบัติด้านความยืดหยุ่น ใกล้เคียงกับกลูเตน (Udachan and Sahoo, 2017) อีกทั้งแทนแทนกันสามารถเข้ากันได้ดีกับองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ ให้ความหนืดสูงแม้ใช้ในความเข้มข้นต่ำ และเกิดเป็นโครงข่ายเจลแบบอ่อนตัวซึ่งสามารถยับยั้งการคืนตัวของแป้ง (retrogradation) ได้และช่วยในการปรับปรุงโครงสร้างคุณภาพและลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ (Gambus et al, 2007)

แป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังจึงเป็นแหล่งของวัตถุดิบที่น่าสนใจที่จะใช้ในการผลิตพาสต้าปราศจากกลูเตนแต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีแต่คาร์โบไฮเดรต อาจจะได้สารอาหารไม่เพียงพอ ซึ่งโปรตีนจากเนื้อไก่ที่เลาะหนังออกแล้วมี ปริมาณความชื้นร้อยละ 68.6 โปรตีนร้อยละ 20 ไขมันร้อยละ 11.1 และเถ้าร้อยละ 0.9 (Aberle et al., 2001)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงพัฒนาสูตรการผลิตเส้นพาสต้าที่ปราศจากกลูเตน โดยนำแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง มาทดแทนแป้งสาลี ในผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้า และทำการเสริมโปรตีนลงไปเพื่อให้ได้เป็นผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น โดยคาดหวังให้เป็นทางเลือกอีกหนึ่งทางเลือกในการบริโภคสำหรับกลุ่มคนที่แพ้กลูเตนหรือผู้ที่ป่วยเป็นโรค celiac disease โดยใช้วัตถุดิบที่ผลิตภายในประเทศคือแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง ที่มีราคาถูก สามารถหาได้ง่ายตามท้องตลาด และเพื่อช่วยลดการนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศ และการเสริมเนื้อไก่เป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการทำให้ผลิตภัณฑ์พาสต้าปราศจากกลูเตนเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูงและไขมันต่ำซึ่งเป็นทางเลือกสำหรับหรับผู้บริโภคได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพัฒนาสูตรการผลิตพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง

1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณเนื้อไก่ที่เหมาะสมต่อคุณภาพของพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้อไก่

1.2.3. เพื่อศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์พาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้อไก่

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 การศึกษาใช้แป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังในการทดแทนแป้งสาลีและเสริมเนื้อไก่ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์พาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำ และแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้อไก่ รูปร่างของพาสต้าเป็น เฟตตูชินี (Fettucine) เป็นเส้นทรงริบบิ้น เส้น

พาสต้าจะมีความกว้าง 0.5 เซนติเมตร มีความยาว 20 เซนติเมตร และความหนาของแป้งพาสต้า 2 มิลลิเมตร

1.3.2 การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค ใช้ผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 80 คน ซึ่งเป็นผู้บริโภคทั่วไป

1.3.3 ด้านระยะเวลา เดือนสิงหาคม 2567 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2568

1.3.4 ด้านพื้นที่ สถานที่ทำการวิจัยคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ใช้เป็นทางเลือกในการเลือกรับประทานอาหารให้แก่ผู้ที่มีอาการแพ้อาหารที่มีกลูเตน

1.4.2 ส่งเสริมให้มีการใช้ผลผลิตทางการเกษตรแก่ผู้ประกอบการมากยิ่งขึ้น

1.4.3 ใช้เป็นแนวทางในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์

1.4.4 หน่วยงานภาครัฐและเอกชน สามารถนำความรู้ที่ได้จากการทำวิจัยครั้งนี้ไปเผยแพร่สู่ชุมชนและท้องถิ่น เพื่อให้เกิดอาชีพสร้างรายได้ในชุมชนและท้องถิ่น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่ ผู้วิจัยทำการทบทวนเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 พาสต้า
- 2.2 แป้งข้าวเหนียวดำ
- 2.3 แป้งมันสำปะหลัง
- 2.4 สารประกอบไฮโดรคอลลอยด์
- 2.5 เนื้อไก่
- 2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พาสต้า

2.1.1 ความหมายของพาสต้า

ผลิตภัณฑ์พาสต้าเป็นอาหารที่รับประทานเป็นอาหารหลักของชาวยุโรปตั้งแต่สมัยโบราณ และในปัจจุบันยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลายประเทศบริโภคเป็นอาหารมื้อหลัก และได้รับความนิยมทั้งในแถบเอเชียและยุโรปอีกด้วย โดยพาสตานั้นผลิตโดยใช้แป้งเซโมลินา (semolina) เป็นวัตถุดิบ ซึ่งไม่ด้วยวิธีพิเศษจากแป้งสาลีชนิดดัวร์ม (durum wheat) นำมาผสมกับน้ำ นวดให้เข้ากัน แล้วนำเข้าเครื่องเอ็กสทรูเดอร์ (extruder) เพื่อขึ้นรูปให้มีรูปร่างต่าง ๆ กัน เช่น สปาเก็ตตี้ มักกะโรนี เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมถึงผลิตภัณฑ์พาสต้าแบบตะวันออก เช่น บะหมี่ (Noodles) ก๋วยเตี๋ยว วุ้นเส้น เป็นต้น การจำแนกประเภทของพาสต้าอาจแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของวัตถุดิบ สูตรผลิตภัณฑ์ กรรมวิธีการผลิต หรือรูปร่างของผลิตภัณฑ์

2.1.2 กระบวนการผลิตพาสต้าจำแนกตามชนิดของวัตถุดิบได้ดังนี้

2.1.2.1 วิธีการผลิตพาสต้าจากข้าวสาลี

วิธีการผลิตพาสต้าจากข้าวสาลีเป็นวิธีการผลิตแบบดั้งเดิม (Conventional pasta process) โดยการผสมเซโมลินาข้าวสาลีหรือแป้งกับน้ำให้เป็นโด (dough) ที่มีความชื้นร้อยละ 30-34 นำโดที่ได้มาอัดให้มีรูปร่างต่างๆ ผ่านหน้าแปลนหรือช่องเปิดของเครื่องเอ็กสทรูเดอร์ (Extruder) เครื่องเอ็กสทรูเดอร์เป็นเครื่องมือที่รวมหน่วยปฏิบัติการหลายหน่วยเข้าด้วยกัน โดย

สามารถผสม นวด และอัดเส้นออกมาให้มีรูปร่างตามต้องการขึ้นกับหน้าแปลนที่ใช้ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์มาทำให้แห้ง เพื่อให้พาสต้ามีความชื้นลดลงเหลือร้อยละ 12.5 ก่อนการบรรจุ (Giese J.,1992)

2.1.2.2 วิธีการผลิตพาสต้าจากแป้งที่ปราศจากกลูเตน

วิธีการผลิตพาสต้าจากแป้งชนิดอื่นที่ไม่ใช่แป้งสาลีนั้นไม่ใช้วิธีการผลิตแบบดั้งเดิม เนื่องจากแป้งสาลีนั้นมีโปรตีนกลูเตน เมื่อนำแป้งสาลีผสมกับน้ำแล้วนวดให้เข้ากันจะเกิดเป็นก้อนโดที่มีความแข็งแรงพอเหมาะ แต่สำหรับผลิตภัณฑ์พาสต้าบางประเภท ได้แก่ กว๋ยเตี๋ยว เส้นหมี่ขนมจีน วุ้นเส้น เป็นต้น สามารถผลิตได้จากแป้งข้าวเจ้าแป้งจากพืชหัว หรือ แป้งจากถั่ว เช่น แป้งมันเทศ แป้ง มันฝรั่ง แป้งถั่วเขียว เป็นต้น ซึ่งเป็นที่ไม่มีโปรตีนกลูเตน จึงไม่สามารถใช้การผลิตแบบเดียวกับการทำ พาสต้าที่ทำจากข้าวสาลีได้ วิธีการที่นำมาใช้ทำได้หลายวิธี คือ

- 1) การใช้สมบัติของสตาร์ชซึ่งเป็น องค์ประกอบหลักในแป้ง โดยการให้ความร้อนเช่น การนึ่ง หรือการต้ม เพื่อให้แป้งเกิดเจลและให้ โครงสร้างที่แข็งแรงกับผลิตภัณฑ์
- 2) การเติมโปรตีนเพื่อให้เป็นโครงสร้างแก่ผลิตภัณฑ์
- 3) การใช้สาร ปรับปรุงคุณภาพที่มีสมบัติเฉพาะ เช่น กัม คาร์ราจีแนน อัลจิเนต เป็นต้น

โดยปกติเทคโนโลยีดั้งเดิมที่ใช้ผลิตพาสต้าจากแป้งที่ไม่ใช่ข้าวสาลีใช้วิธีการให้ความร้อนอุณหภูมิ 90 - 95 องศาเซลเซียส กับสตาร์ชโดบางส่วนเพื่อให้เกิดเจล (gelatinization) จากนั้นนำมาผสมกับ ส่วนผสมที่เหลือ สตาร์ชที่ผ่านการให้ความร้อนทำหน้าที่เป็นตัวประสานให้เกิดการจับกันเป็นโครงสร้างที่แข็งแรง (Pagani, 1986; Tan et al., 2009) กระบวนการเอ็กซ์ทรูชันแบบให้ความร้อน (Cooking extrusion process) เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจใช้ผลิตพาสต้าจากแป้งที่ปราศจาก กลูเตน โดยเป็นการรวมขั้นตอนการผสม การให้ความร้อน และการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เข้าไว้ด้วยกันในเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสตาร์ชและองค์ประกอบอื่นในส่วนผสม (โปรตีน ลิปิด และคาร์โบไฮเดรต) เกิดเป็นโครงสร้างที่แข็งแรงและส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Gimenez et al., 2013) จากการศึกษาของ Marti et al. (2010) พบว่าการผลิตพาสต้าจากแป้งข้าวเจ้าโดยใช้กระบวนการเอ็กซ์ทรูชันแบบให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีกว่าเมื่อ เปรียบเทียบกับพาสต้าจากแป้งข้าวเจ้าที่ผลิตโดยใช้วิธีดั้งเดิม อย่างไรก็ตาม คุณภาพของผลิตภัณฑ์ยังขึ้น ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการเอ็กซ์ทรูชันแบบให้ความร้อน ได้แก่ ชนิดและองค์ประกอบของวัตถุดิบ ความชื้นของส่วนผสม อุณหภูมิและความเร็วรอบของเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์ เป็นต้น

2.1.3 ประเภทของเส้นพาสต้า

2.1.3.1 พาสต้าอบแห้ง

พาสต้าอบแห้งมีหลากหลายขนาดและรูปร่าง ส่วนใหญ่ผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรม ผ่านการทำแห้งก่อนที่จะทำการบรรจุส่วนใหญ่แล้วจะทำจากแป้งซีโมลินา น้ำ และเกลือ แต่ก็สามารถทำจากแป้งชนิดอื่นๆ และเครื่องปรุงอื่นๆ ได้ด้วยการทำพาสต้าโดยไม่ใช้ไข่จะทำให้สามารถเก็บพาสต้าไว้ได้โดยไม่ต้องแช่เย็นหรือแช่แข็ง เส้นพาสต้าแห้งจะมีความแข็งพอที่จะเก็บไว้ได้โดยไม่แตก เส้นพาสต้าแห้งต้องการเวลาในการทำให้อสุกนานกว่าเส้นพาสต้าสดและจะพองตัวได้มากกว่าชนิดสำเร็จรูปที่ผลิตจากประเทศอิตาลีจะมีคุณภาพดีที่สุด เพราะผลิตจากแป้งซีโมลินา ซึ่งไม่จากข้าวสาลีดูรัม เป็นแป้งเนื้อแน่นมีกลูเตนสูงทำให้ได้รูปทรงตามที่ต้องการและมีเนื้อสัมผัสเหนียวนุ่ม (ศิริลักษณ์ รอดยงค์, 2549)

2.1.3.2 พาสต้าสด

พาสต้าสดมีมากมายหลากหลายขนาดและรูปร่างแต่ไม่มากเท่าเส้นพาสต้าแห้งพาสต้าสดส่วนใหญ่จะใช้ไข่และน้ำปริมาณมาก ดังนั้นก่อนการใช้งานต้องเก็บโดยแช่เย็นหรือแช่แข็งไว้ เพื่อไม่ให้เกิดการเสื่อมเสีย การที่มีส่วนผสมของไข่ทำให้เส้นพาสต้าสดมีสีกลืนรสที่ดีและมีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น พาสต้าสดที่รู้จักกันดีจะทำขึ้นในประเทศอิตาลี เก็บรักษาโดยการแช่เย็นหรือแช่แข็งเป็นพิเศษ พาสต้าสดสามารถทำให้แห้งและเก็บได้ที่อุณหภูมิห้อง ที่สำคัญคือต้องทำให้แห้งอย่างสมบูรณ์ ก่อนที่จะทำการเก็บเส้นพาสต้าสดจะอ่อนแอมากกว่าเส้นแห้ง จึงยากต่อการเก็บรักษา แต่เส้นพาสต้าสดให้เนื้อสัมผัสที่นุ่มและต้องการเวลาที่ใช้ในการต้มสุกน้อยกว่าเส้นพาสต้าแห้งแต่จะต้องระวังไม่ให้เส้นสุกเกินไปเส้นพาสต้าสด จะพองตัวได้เพียงเล็กน้อยซึ่งต่างจากเส้นพาสต้าแห้งส่วนประกอบหลักในการผลิต เส้นพาสต้า ได้แก่ แป้งสาลี ไข่ไก่ เกลือ น้ำมัน และน้ำ (ศิริลักษณ์ รอดยงค์, 2549)

2.1.4 การจำแนกประเภทของเส้นพาสต้าตามลักษณะการขึ้นรูป (น้องกระเพรา, 2566)

2.1.4.1 พาสต้าแบบเส้นยาว

1) สปาเก็ตตี้ (spaghetti) คือพาสต้าชนิดที่รู้จักกันดีที่สุด เป็นเส้นพาสต้าที่ยาว บาง แข็ง และเป็นทรงกระบอก มีการตั้งชื่อแตกต่างกันไปในส่วนต่างๆของโลก นิยมทำกันหลายเมนู ทั้งทานกับซอสต่างๆ หรือนำมาผัด เช่น สปาเก็ตตี้คาโบนาร่า สปาเก็ตตี้ผัดขอสมะเขือเทศ หรือเมนูประยุกต์แบบสปาเก็ตตี้ผัดพริกแห้ง หรือสปาเก็ตตี้ผัดซี่โครง

2) เฟตตูชินี (Fettuccine) คือเส้นพาสต้าแบบไม่ผสมไข่ เป็นพาสต้าเส้นแบนยาว ตัวเส้นจะยาวคล้ายริบบิ้น ส่วนใหญ่จะเป็นเส้นแห้ง นิยมใช้ในจานที่มีเบคอน ไส้กรอก แคลมอน และต้องคู่กับซอสที่เข้มข้น เช่น คาโบนาร่า หรืออัลเฟรโด (ซอสเนยและพาร์เมซานชีส)

3) ลิงกวินี (linguine) เป็นพาสต้าเส้นอีกชนิด มีหน้าตัดเป็นรูปวงรี มีความกว้างประมาณ 4 มิลลิเมตร ซึ่งกว้างกว่าสปาเก็ตตี้ แต่ไม่กว้างเท่าเฟตตูชินี นิยมทานกับซอสที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบ เช่น ซอสโหระพา

4) แองเจิลแฮร์ (Angel hair) หรือแคเปลลินี (Capellini) จะคล้ายกับเส้นสปาเก็ตตี้ แต่เส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า ลักษณะคล้ายเส้นหมี่ซั่ว เหมาะกับการนำไปผัด ซอสที่ใช้จะเป็นซอสรสชาติอ่อนๆ เช่น ซอสมะเขือเทศ ซอสน้ำมันมะกอก

2.1.4.2 พาสต้าขึ้นรูปแบบสั้น (short form pasta)

1) มักกะโรนี (Macaroni) เส้นพาสต้ายอติอีกชนิดหนึ่งในประเทศไทย ขึ้นไม่ใหญ่ ทานง่าย เป็นที่ชื่นชอบของเด็กๆ ลักษณะคล้ายท่อโค้งงอ ผิวด้านนอกเรียบ ด้านในจะกลวงเพื่อรับซอสต่างๆได้ดี นิยมนำไปผัดกับซอสมะเขือเทศ ทำซูปมักกะโรนี และอบชีส

2) เพนเน่ (Penne) พาสต้าอีกชนิดที่นิยมนำมาทำอาหาร มีรูปคล้ายคล้ายมักกะโรนี เป็นหลอดสั้นๆ ด้านในกลวง ส่วนปลายจะตัดเฉียง ผิวด้านนอกมีลายทำเมนูได้หลากหลายทั้งผัด อบ และต้ม หรือทานกับซอสเช่น เพสโต้

3) ฟุซิลลี (Fusilli) เส้นพาสต้าชนิดนี้มีลักษณะเด่นคือเป็นเกลียว สั้น เส้นหนา กว่าเส้นพาสต้าอื่นๆ มักผสมกับผักต่างๆเพื่อให้มีสีสวยงามและเพิ่มคุณค่าทางอาหาร นิยมใช้ซอสที่เข้มข้น เช่น คาโบนาร่า โบโลญนีส และนิยมใช้ใส่ในสลัดพาสต้า

4) คอนคิเย (Conchiglie) มีรูปร่างคล้ายเปลือกหอย ด้านนอกเป็นรีว ด้านในเรียบ เป็นพาสต้าแบบสั้นอีกชนิดที่นิยมรับประทานกัน แต่หลายคนไม่รู้จักชื่อ จึงมักเรียกกันว่า มักกะโรนีแบบก้นหอย นำมาทำเมนูได้เหมือนมักกะโรนี



ภาพที่ 2.1 พาสต้าชนิดการขึ้นรูปแบบยาว

ที่มา: [https://familystylefood.com/12-long-types-of-pasta-to-try/\(2567\)](https://familystylefood.com/12-long-types-of-pasta-to-try/(2567))

2.1.4.3 การขึ้นรูปพาสต้าแบบแบน

1) ลาซานญา (Lasagna) เป็นหนึ่งในเส้นพาสต้าที่มีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบน ๆ ใหญ่กว่าเส้นพาสต้าอื่น ใช้ทำเมนูยอดนิยมที่เรียกว่าลาซานญา ที่นำเนื้อสัตว์บด นม มะเขือเทศ ซอส และชีส วางบนเส้นลาซานญาทับกันเป็นชั้น ๆ แล้วนำไปอบ

2.1.4.4 พาสต้าแบบอื่น ๆ

1) ราวีโอลี (Ravioli) เป็นพาสต้าชนิดหนึ่ง มีลักษณะเป็นแป้งแผ่นบางประกบกันและห่อไส้ข้างใน รูปแบบเดียวกับเกี๊ยว ทำได้ในหลายรูปทรง เช่น สี่เหลี่ยม สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน หรือครึ่งวงกลม หรือทรงกลม ไส้ที่นิยม เช่น ไส้ผักโขม เห็ด ชีส หรือไส้หมู

2) ยอกกี (Gnocchi) คือพาสต้าแบบพิเศษที่ผสมเนื้อมันฝรั่งต้มไปกับแป้ง ปั้นเป็นก้อนเล็ก ๆ แล้วใช้ส้อมกดผิวให้เป็นร่อง เป็นพาสต้าที่มักทำสด เพราะจะเก็บไว้ไม่ได้นาน



ภาพที่ 2.2 พาสต้าชนิดการขึ้นรูปแบบต่างๆ

ที่มา: <https://blog.cookpad.com/th/pasta-type/> (2567)

2.1.5 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตพาสต้า

2.1.5.1 แป้งสาลี (wheat flour)

ข้าวสาลี (wheat) ซึ่งมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Turgidum Triticum L.* เป็นสายพันธุ์ที่ทำมักกะโรนี พาสต้า ข้าวสาลีเป็นธัญพืชชนิดหนึ่งที่ใช้ เป็นอาหารสำหรับชาวยุโรปและอเมริกา มีถิ่นกำเนิดแถบบริเวณตะวันออกกลางของทวีปเอเชีย ชอบ อากาศแห้งและบริเวณเทือกเขาที่ราบสูง ปัจจุบันพบว่าข้าวสาลีมีการปลูกกันทั่วโลก อเมริกาส่งข้าว สาลีเป็นสินค้าส่งออกอันดับหนึ่ง

ของโลก รongมา ได้แก่ แคนาดา ออสเตรเลีย อาร์เจนตินา และ ประเทศในตลาดร่วมยุโรป การบริโภคข้าวสาลีไม่นิยมหุงต้มทั้งเมล็ด เพราะเมล็ดของข้าวสาลีมีความ แข็ง จึงนิยมบริโภคในรูปของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้ง โดยนำเมล็ดข้าวส่วนที่เป็นเนื้อเมล็ดมาบดให้ละเอียด แป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิด คือ กลูเตนิน (glutenin) และไกลอะดีน (gliadin) ในสัดส่วนที่เท่ากันจะสร้างพันธะไดซัลไฟด์ (disulfide bond) ซึ่งเมื่อแป้งผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมจะเปลี่ยนเป็น “กลูเตน” (gluten) มีลักษณะเป็นยาง เหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนมีคุณลักษณะพิเศษคือ จะเป็นตัวเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตจากยีสต์หรือผงฟูทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ (จิตธนา แจ่มเมฆ และคณะ, 2545)

2.1.5.2 ไข่ (egg)

ไข่ที่ออกใหม่ๆ เปลือกไข่จะค่อนข้างโปร่งแสงและค่อยๆ ขุ่นทึบแสงเปลือกไข่เป็น พวกหินปูนหรือผลึกของแคลเซียมคาร์บอเนตจับอยู่ในเส้นใยของโปรตีนที่มีลักษณะแข็งเรียบที่เปลือกไข่จะมีรูมีลักษณะเป็นรูเล็กๆ ซึ่งจะทำให้ความชื้นและก๊าซหรืออากาศรอบๆ ผ่านเข้าออกได้ ลักษณะนี้มีประโยชน์ในการเจริญเติบโตของตัวอ่อนในไข่แต่ทำให้ไข่ที่เก็บไว้เสี่ยง่ายภายนอกเปลือกไข่มีเยื่อบางๆ เรียกว่า นวล (cuticle) ซึ่งจะป้องกันไม่ให้น้ำระเหยจากภายในมากเกินไปทั้งยังช่วยป้องกันการติดเชื้อของไข่อีกด้วย ไข่ที่ใหม่อาจจะมีนวลไขเปื้อนเปลือกอยู่ช่วยป้องกันการระเหยของน้ำในไข่ และป้องกันจุลินทรีย์จากภายนอกเข้าไปทำลายไข่ สีของเปลือกไข่มีทั้งสีขาวจนถึงสีน้ำตาล ขึ้นอยู่กับพันธุ์ไก่ ซึ่งไม่เกี่ยวกับสีของไข่แดง หรือไม่เกี่ยวกับคุณค่าทางโภชนาการ หรือคุณภาพของไข่ (อบเชย วงศ์ทอง และชนิษฐา พูนผลกุล, 2557)

1) ไข่ขาว (Albumen) คือ มีลักษณะเป็นวุ้นสีขาวขุ่นรอบไข่แดง เป็นของเหลว หลักของเนื้อไข่ ในไข่ขาวมีองค์ประกอบเป็นโปรตีนมากกว่าครึ่งของโปรตีนรวมในไข่ ลักษณะของไข่ขาวก็สามารถบอกอายุไข่ได้เช่นกันเดี่ยวเพราะเมื่อไข่มีอายุมากขึ้นโปรตีนในไข่ขาวเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทำให้เนื้อไข่ขาวเหลวขึ้นและไม่สามารถโอบอัมไข่แดงไว้ได้องค์ประกอบทางเคมีของไข่ขาวประกอบด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและแร่ธาตุ (วรรณวิบูลย์ กาญจนกฤษ, 2559)

2) ไข่แดง (Yolk) เป็นส่วนที่เป็นสีเหลืองในไข่ ไข่แดงประกอบไปด้วยวิตามินที่ละลายในไขมันได้แก่ วิตามินเอ,ดีและอีรวมทั้งโคลีน ลูทีน และซีแซนทีน องค์ประกอบทางเคมีของไข่แดงจะมีไขมันมากที่สุด ซึ่งลูทีนและซีแซนทีนจัดเป็นแคโรทีนอยด์ที่มีอยู่ในไข่แดงรองลงมาคือโปรตีนและเถ้า ไขมันในไข่แดงจะเป็นพวกไตรกลีเซอไรด์ ฟอสโฟลิพิด และไลโปโปรตีน ฟอสโฟลิพิดในไข่แดงที่สำคัญ คือ เลซิธิน ในไข่แดงจะไม่พบวิตามินซีเลย คาร์โบไฮเดรตพบน้อยมากในไข่แดง (วรรณวิบูลย์ กาญจนกฤษ, 2559) ไข่แดงมีวิตามินเอ ใกล้เคียงกับเนยแท้ แต่ค่าของวิตามินนอกจากอาหารทั้งสองชนิดยังขึ้นกับปริมาณสารสีเหลืองและวิตามินเอ ในอาหารที่สัตว์กินซึ่งจะไปตกตะกอนอยู่ในรูป วิตามินเอ หรือสารตั้งต้นของวิตามินเอ (provitamin A) อย่างไรก็ตามจะคาดคะเนปริมาณวิตามินเอ จากสีเหลืองของไข่แดงที่มีสีเข้มอาจมาจากความเข้มข้นของสารพวกแซนโทฟิลล์

(xanthopyls) ซึ่งเป็นสารสีเหลืองที่ไม่สามารถเปลี่ยนไปได้ ไข่สามารถทำให้เกิดสีในเส้นพาสต้า และช่วยเสริมโดให้ แข็งแรงยืดหยุ่นได้ดี (วรรณวิบูลย์ กาญจนบุญชร, 2559)

2.1.5.3 เกลือ

โซเดียมคลอไรด์หรือเกลือแกงเป็นสารเคมีธรรมชาติตัวหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ ประกอบด้วยโซเดียม (Na) และคลอไรด์ (Cl) มีรูปร่างเป็นผลึกรูปบาซัสสีขาว ละลายน้ำได้ เมื่อละลายน้ำจะมีรสขมเล็กน้อยเป็นส่วนผสมที่ใช้บ่อยที่สุด เกลือที่มีคุณภาพดีควรละลายง่ายและได้สารละลายที่ใสเกลือช่วยเน้นและแก้ไขกลิ่นรสของส่วนผสมอื่นๆที่มีอยู่ในโด เกลือมีผลต่อผลิตภัณฑ์คือ ช่วยเพิ่มรสชาติและการถนอมอาหารช่วยให้กลูเตนของโดมีกำลังในการยืดตัว ปริมาณการใช้เกลือขึ้นอยู่กับชนิดของแป้งเป็นสำคัญ แป้งที่มีกลูเตนอ่อนต้องการเกลือมาก เพราะเกลือสามารถช่วยให้โปรตีนมีกำลังที่ดีขึ้น (กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, 2550)

2.1.5.4 น้ำ (water) (นิธิยา รัตนานนท์, 2551)

โมเลกุลของน้ำประกอบด้วยไฮโดรเจน 2 อะตอมกับ ออกซิเจน 1 สารละลายได้ดี จึงมีคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวเคมีที่เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เป็นตัวทำลายที่ดี มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงกว่าของเหลวอื่นที่มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากัน เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาชีวเคมีที่สำคัญ และเป็นตัวกลางในระบบชีวเคมีของร่างกายที่ดีเพราะสามารถทำปฏิกิริยาได้ทั้งกรดและเบส

บทบาทของน้ำในอาหาร

- 1) น้ำเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน จากบริเวณที่มีความร้อนไปสู่อาหาร เพราะน้ำเป็นตัวนำความร้อนที่ดี และจะช่วยถ่ายเทความร้อนไปสู่อาหารที่สัมผัสกับน้ำ
- 2) น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีหรืออาจเรียกว่าตัวทำละลายไอออนไนซ์ (ionizing solvent) หรือตัวทำละลายแบบมีขั้ว เพราะสามารถละลายสารประกอบอิเล็กโตรวาเลนซ์ (electrovalent) เซอร์คเกลือและน้ำยังสามารถละลายสารประกอบโควาเลนซ์ (covalent compound) เช่นน้ำตาลจากความสามารถในการละลายสารพวกโควาเลนซ์ได้จึงทำให้น้ำมีความสำคัญต่อร่างกายของคนและสัตว์มากเพราะเมื่อสารเหล่านั้นถูกย่อยให้เป็นโมเลกุลมีขั้วขนาดเล็กเช่น น้ำตาลและกรดแอมิโน โมเลกุลขนาดเล็กเหล่านี้จะละลายได้ดีในน้ำหรือของเหลวในร่างกายและมีการเคลื่อนที่ภายในร่างกายในรูปของสารละลายน้ำเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วอย่างแรงจึงสามารถจับไอออนต่างๆ ในสารละลายได้ทำให้ไม่มีไอออนอิสระในสารละลายสารต่างๆในรูปของสารประกอบที่มีขั้วเป็นองค์ประกอบสารจะรวมอยู่กับโมเลกุลต่ำแม้ว่าจะไม่เป็นสารไอออนิก แต่ก็มีประจุมีขั้วที่สามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนได้ น้ำละลายได้ในแอลกอฮอล์ที่มีโมเลกุลต่ำได้ดีกว่าแอลกอฮอล์พวกที่มีโมเลกุลสูง เพราะแอลกอฮอล์โมเลกุลต่ำ มีหมู่ไฮดรอกซิลที่มีขั้ว ส่วนแอลกอฮอล์ที่มีโมเลกุลสูงมีอัตราส่วนของโซไฮโดรคาร์บอนที่ไม่มีขั้วเพิ่มขึ้น ทำให้ละลายในน้ำได้น้อยลง โดยโมเลกุลของสารที่มี

หมู่ไฮดรอกซิลจำนวนมากจะละลายในน้ำได้ดี เพราะมีหมู่ที่มีขั้วมาก การดึงดูดกันระหว่างโมเลกุลของสารกับโมเลกุลของน้ำจึงมีมากขึ้น เช่น การละลายของน้ำตาลในน้ำ เป็นต้น

3) การทำให้เกิดสารคอลลอยด์ สารประกอบหลายชนิดในอาหารจะ ถูกแพร่กระจายในน้ำเกิดเป็นคอลลอยด์ตัวอย่างได้แก่ โปรตีนซึ่งเป็นสารอาหารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ และมีพื้นที่ผิวมาก มีขนาดของอนุภาคอยู่ระหว่าง 0.001 ถึง 0.1 ไมโครเมตร ไม่สามารถเกิดเป็นสารละลายได้ แต่จะเกิดเป็นคอลลอยด์แพร่กระจายในน้ำ ปัจจัยที่ทำให้คอลลอยด์แพร่กระจายได้ คือ การมีชั้นของโมเลกุลของน้ำมาล้อมรอบผิวของอนุภาคคอลลอยด์ และการเกิดแรงผลักดันระหว่างประจุที่เหมือนกันของอนุภาค ทำให้มันแยกห่างจากกัน เช่น โปรตีนในน้ำนมจะแพร่กระจายอยู่ในน้ำรูปของคอลลอยด์ เป็นต้น

4) การทำให้เกิดโด (dough) องค์ประกอบของอาหารอาจรวมอยู่กับโมเลกุลของน้ำด้วยพันธะไฮโดรเจน เมื่อมีการเติมน้ำลงไป ในอาหาร ส่วนประกอบของอาหารจะไม่แพร่กระจาย เช่น ในการทำขนมปัง แป้งและโปรตีนที่มีอยู่ในส่วนผสมของแป้งจะถูกเติมน้ำเพื่อผสมกับส่วนอื่นๆ ถ้าเติมน้ำลงไป แป้ง ส่วนผสมจะไม่สามารถรวมตัวกันเกิดเป็นโดได้

5) การทำให้เกิดเจลาตีไนซ์ (gelatinization) แป้งจะไม่ละลายในน้ำเย็นทั้งนี้ เพราะที่ผิวหน้าของเม็ดแป้งมีการเรียงตัวของอนุภาคของแป้งอย่างเป็นระเบียบ และหนาแน่นแต่ถ้าแป้งได้รับความร้อน น้ำจะแพร่ผ่านผนังของเม็ดแป้งเข้าไป ทำให้เม็ดแป้งพองตัวขึ้นเป็น 5 เท่า เม็ดแป้งจะมีการขยายตัว และเบียดตัวกันมากขึ้น ในที่สุดน้ำแป้งจะเปลี่ยนเป็นของเหลวข้น เรียกว่าโซล (sol) และจะกลายเป็นเจลเมื่ออุณหภูมิลดลงกระบวนการเกิดเจล เรียก เจลาตีไนเซชัน

2.1.5.5 น้ำมันมะกอก (Olive Oil)

น้ำมันมะกอกคือน้ำมันที่สกัดจากผลมะกอกเท่านั้น องค์ประกอบของน้ำมันมะกอก จะแตกต่างกันไปตามแต่พันธุ์และความสูงของต้นมะกอก เวลาเก็บเกี่ยว และกระบวนการสกัด โดยส่วนใหญ่มักจะประกอบด้วยกรดโอเลอิก ประมาณ 83% และกรดไขมันอื่น ๆ เช่น กรดไลโนเลอิก และกรดปาลมิติค ซึ่งน้ำมันมะกอกบริสุทธิ์พิเศษจำเป็นต้องมีความเป็นกรดอิสระไม่เกิน 0.8% และถือว่ามีลักษณะรสชาติที่ดีเลยเป็นน้ำมันที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการบริโภคและยังมีผลที่ดีต่อร่างกาย (The Olive Tap, 2554)

2.2 แป้งข้าวเหนียวดำ

ข้าวเหนียวดำ (Black glutinous rice) จัดอยู่ในวงศ์ POACEAE มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* var. *glutinosa* ภาษามลายูทางภาคเหนือเรียกว่า ข้าวดำ ซึ่งเรียกตามลักษณะสีของเมล็ด ข้าวที่มีสีม่วงดำหรือแดงดำ ข้าวเหนียวดำเป็นข้าวพื้นเมืองของประเทศไทย นิยมปลูกในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ปลูกได้เฉพาะนาปี มีลักษณะเฉพาะแตกต่างจากข้าวทั่วไป เนื่องจาก

มีการปรากฏของสีม่วงบนส่วนต่าง ๆ ของต้น เช่น กาบใบ แผ่นใบ กลีบดอก เปลือกเมล็ด และเยื่อหุ้มเมล็ด (ดาเนิน กาละดี และคณะ, 2543) โดยสีที่เกิดขึ้นนั้นพบว่าเป็นมาจากการสะสมของรงควัตถุ 3 ชนิด คือ แอนโทไซยานิน ฟลาโวนอยด์และโปรแอนโทไซยานิน (Wiriyasuk et al., 2005) ซึ่งเป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ละลายได้ดีในน้ำ และมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Matsuo et al., 1997) นอกจากนี้ยังพบสารประกอบอื่น ๆ ได้แก่ โปรตีน ฟอสฟอรัส โพรแทสเซียม แคลเซียม ธาตุเหล็ก และสังกะสี ในเมล็ดข้าวกล้องสูงกว่าข้าวขาวทั่วไป ในอดีตมีการปลูกข้าวกล้องเพื่อใช้ในการรักษาโรคต่าง ๆ ได้แก่ โรคท้องร่วง และโรคผิวหนัง เช่น โรคหิด เป็นต้น (Phengrat and Jearakongman, 2009)

ข้าวเป็นอาหารที่บริโภคกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก ดังนั้นจึงถือเป็นอาหารหลักทั่วโลก แม้ว่าโปรไฟล์ทางโภชนาการของข้าวกล้องและข้าวแดงจะเกือบเหมือนกับข้าวดำ แต่การวิจัยแสดงให้เห็นว่าการบริโภคข้าวขาวอย่างสม่ำเสมอจะส่งผลให้เกิดโรคอ้วน, น้ำตาลในเลือดสูง, ความดันโลหิตสูง และโรคเรื้อรังหลายชนิด เนื่องจากปริมาณคาร์โบไฮเดรตในข้าวขาวสูงกว่าข้าวดำ (Ito and Lacerda, 2019) จากตารางที่ 2.1 สามารถเห็นความแตกต่างในโปรตีน, คาร์โบไฮเดรต, ไขมัน และเส้นใยในข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ได้ ดังนั้นจึงเข้าใจได้ว่าการนำสารสกัดจากข้าวดำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ อาจช่วยเพิ่มโปรไฟล์ทางโภชนาการและฟังก์ชันของผลิตภัณฑ์ ข้าวดำกำลังได้รับความนิยมในปัจจุบันเนื่องจากประโยชน์ต่อสุขภาพ ข้าวดำมีประโยชน์ต่อสุขภาพมากมาย รวมถึงการป้องกันและการรักษาโรคและภาวะต่าง ๆ เช่น โรคหัวใจ, มะเร็ง, เบาหวาน, ความดันโลหิตสูง และยี่ดอายุขัย (Adom and Liu, 2002)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าโภชนาการของพันธุ์ข้าวชนิดต่าง ๆ (ต่อ 100 กรัม)

พันธุ์ข้าว	โปรตีน (g)	คาร์โบไฮเดรต (g)	ไขมัน (g)	เส้นใย (g)
ข้าวดำ (black rice)	9.61	76.20	2.15	4.32
ข้าวกล้อง (brown rice)	8.71	86.85	3.16	1.3
ข้าวแดง (red rice)	7.94	77.24	2.92	3.5
ข้าวขาว (white rice)	7.2	75.77	2.5	1.6

หมายเหตุ: ข้อมูลในตารางนี้เป็นประมาณการและอาจแตกต่างกันไปตามแหล่งที่มาและวิธีการปลูกของแต่ละพันธุ์ข้าว

ที่มา: Das et al., (2023)

ข้าวเป็นพืชธัญพืชหลักที่ได้รับความนิยมจากประชากรส่วนใหญ่ของโลก ข้าวเป็นสมาชิกของตระกูลหญ้า หรือ *Poaceae* ข้าวประกอบด้วยสองส่วนหลักคือ เปลือกข้าวและเมล็ดข้าว (20% ของน้ำหนักรวมของเมล็ด) เปลือกข้าวซึ่งประกอบด้วยใบพิเศษสองใบ คือ เล็มมาและพาเลีย รับผิดชอบในการปกคลุมด้านหลังและด้านหน้าของเมล็ด ข้าวมีซิลิกาและเซลลูโลสสูง (Ito and Lacerda, 2019) การแยกเปลือกข้าวจะได้เมล็ดข้าวที่ประกอบด้วยรำข้าว แอนโดสเปิร์ม และจมูกข้าว เปลือกข้าว (รำข้าว) ซึ่งมีน้ำหนักประมาณ 2-3% ของเมล็ดข้าวทั้งหมด ประกอบด้วยแร่ธาตุ วิตามิน เส้นใย โปรตีน และสารพฤกษเคมี ส่วนรำข้าวจะถูกกำจัดออกจากข้าวโดยกระบวนการบด ซึ่งจะเปลี่ยนข้าวกล้องให้เป็นข้าวขาว (Ito and Lacerda, 2019) รำข้าวของข้าวดำเป็นแหล่งไฟเบอร์ที่สำคัญ, กรดอะมิโน, ที่จำเป็น, แร่ธาตุ, ไขมันที่มีประโยชน์, สารฟีนอลิก, γ -ออริซานอล, โทโคเฟอรอล, โทโคไตรอีนอล, ฟิโตสเตอรอล, กรดฟิติก และสารพฤกษเคมี ดังนั้นในการบดข้าวดำ รำข้าวจะถูกกำจัดออกไปในปริมาณที่น้อยกว่า แอนโดสเปิร์มของข้าวดำเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่ดี โดยเฉพาะแป้ง และชั้นภายนอกของซับอัลเลอโรนมีโปรตีนเป็นหลัก (Mau et al., 2017) คาร์โบไฮเดรตหลักที่มีในข้าวดำคือแป้ง ซึ่งประกอบด้วยแอมิโลสและแอมิโลเพกติน แอมิโลสเป็นสารประกอบที่เรียบง่ายและเป็นเส้นตรง ขณะที่แอมิโลเพกตินเป็นสารประกอบที่มีการแตกแขนง ในข้าวพันธุ์ที่ไม่มีกลูเตน แป้ง 10-30% เป็นแอมิโลส ในขณะที่สัดส่วนหลักคือแอมิโลเพกติน ข้าวเหนียวมีปริมาณแอมิโลสน้อยมาก (<2%) น้อย (2-9%) ต่ำ (10-20%) ปานกลาง (20-25%) และสูง (25-33%) (Duyi et al., 2017) แต่อาจมีความแตกต่างในองค์ประกอบของเมล็ดข้าวขึ้นอยู่กับพันธุ์ สภาพแวดล้อม กระบวนการจัดการ การจัดเก็บ และสถานที่ผลิต ข้าวดำยังเป็นที่เลือกที่ดีสำหรับผู้ป่วยที่มีโรคซีเลียค เนื่องจากไม่มีกลูเตน มีไขมันต่ำ น้ำตาลต่ำ ไม่มีคอเลสเตอรอล และยังเป็นแหล่งของกรดอะมิโนที่จำเป็น กรดไขมันอิสระ สเตอรอล และดีจลิเซอไรด์ (Das et al., 2023)



ภาพที่ 2.3 ข้าวเหนียว (Black Rice)

ที่มา: Sangma et al., (2024)

ข้าวดำได้รับความนิยมในยุคปัจจุบันเนื่องจากคุณค่าทางโภชนาการที่สูงและลักษณะเฉพาะทางประสาทสัมผัสที่โดดเด่น นอกจากส่วนประกอบทางโภชนาการและสารประกอบที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพอื่น ๆ แล้ว ข้าวดำยังมีกรดไฟติก กรดอะมิโนที่จำเป็น ไขมันที่มีประโยชน์ โยอาหาร วิตามิน แร่ธาตุ สารประกอบฟีนอลิก แอนโทไซยานิน และโอโรซานอล เมื่อเทียบกับข้าวขาวแบบดั้งเดิม ข้าวดำมีระดับโปรตีน เถ้า โยอาหารหยาบ ไฟเตต โพลีฟีนอล และกิจกรรมต้านอนุมูลอิสระสูงว่า นอกจากนี้ ข้าวดำซึ่งปราศจากคอเลสเตอรอลยังมีปริมาณน้ำตาลและไขมันต่ำ (Sangma et al., 2024)

ข้าวดำมีแร่ธาตุและสารประกอบที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพสูงเมื่อเทียบกับข้าวขาว ประกอบด้วยสารประกอบที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ แร่ธาตุบางชนิด (เช่น ทองแดง, เหล็ก, โพแทสเซียม, แมกนีเซียม, แมงกานีส, ฟอสฟอรัส และสังกะสี) และสารอาหารรอง เช่น วิตามิน (B-complex, A-complex และ E-complex) กรดอะมิโนที่สำคัญ ไขมัน และโยอาหารเป็นสารอาหารหลัก การค้นพบวิธีการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพซึ่งมักจะเพิ่มปริมาณขององค์ประกอบกลิ่นหอมที่แท้จริง Shi และเพื่อนร่วมงานของเธอประเมินผลกระทบของสารประกอบฟีนอลิกในข้าวดำต่อพฤติกรรมทางรีโอโลยีและการย่อยแบ่งในหลอดทดลอง พบว่าสารประกอบฟีนอลิกมีความสำคัญมากกว่าโยอาหารในการชะลอการย่อยอาหารในอาหารที่ทำจากแป้งข้าวในหลอดทดลอง คุณสมบัติการทำงานของข้าว เช่น ความสามารถในการดูดซับน้ำและน้ำมัน กิจกรรมการเป็นอิมัลซิฟายเออร์ ความเสถียร และความสามารถในการเกิดฟอง นอกจากนี้ยังพบกรดไฟติก (phytic acid) ในชั้นรำและตัวอ่อนของข้าวดำ และมีสารอาหารและสารประกอบที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นๆ อีกมากมาย รวมถึงไขมันที่มีประโยชน์ โยอาหาร วิตามิน ได้แก่ B-complex, A-complex และ E-complex แร่ธาตุบางชนิด เช่น ทองแดง (Cu), เหล็ก (Fe), โพแทสเซียม (K), แมกนีเซียม (Mg), แมงกานีส (Mn), ฟอสฟอรัส (K) และสังกะสี (Zn) แอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิก โทโคฟีรอล และโทโคไตรอีนอล (Das et al., 2023)

2.2.1. สารชีวภาพสำคัญในข้าวดำ

การจำแนกประเภทของสารชีวภาพสำคัญในข้าวดำมีรายละเอียดดังนี้

1. ฟลาโวนอยด์เป็นกลุ่มของสารชีวภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็นฟลาโวนส์, ฟลาแวนอลส์, ฟลาแวนโนนส์, ฟลาโวนอลส์ และไอโซฟลาโวนส์ ซึ่งมักจะเกิดเป็น O- หรือ C-glycosides (Ito and Lacerda, 2019) ฟลาโวนอยด์หลักที่พบในรำข้าวดำคือ ทรินซิน (77%) ซึ่งยับยั้งการออกซิเดชันของไขมันและยังมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Duyi et al., 2017) จากผลการศึกษาของ Goufo และ Trindade (2014) ได้รายงานว่ารำข้าวโดยทั่วไปมีฟลาโวนอยด์ทั้งหมด 7 ชนิด โดยทรินซินเป็นชนิดที่เด่นที่สุดในรำข้าว คิดเป็นร้อยละ 77 ของฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (131.5 มก./100 กรัม) ฟลาโวนอยด์ที่เหลือนพบในลำดับลดลงดังนี้: ลูทีโอลิน (ร้อยละ 14), อพิเจนิน (ร้อยละ 6), เควเซติน (ร้อยละ 3), ไอโซราเมนติน (ร้อยละ 1), เคมปีเฟอร์อล (< ร้อยละ 1) และไมริซิน (< ร้อยละ 1)

2. แอนโธไซยานินและโปรแอนโธไซยานิน โดยแอนโธไซยานินเป็นสารชีวภาพที่สำคัญ และมีฟังก์ชันที่พบในรำข้าวดำ (Devi and Badwaik, 2022) ในระหว่างระยะการพัฒนาของเมล็ด การสะสมของสารสีม่วงแอนโธไซยานินเริ่มต้นในผิวหุ้มเมล็ด ซึ่งทำให้เมล็ดข้าวดำมีสีม่วงเข้ม สีของเมล็ดจะเข้มมากจนดูเหมือนสีดำ แต่เมื่อนำไปหุงจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงราชา (Ito and Lacerda, 2019) แอนโธไซยานินมักพบในรูปแบบของฟลิกโอสโตรอกซิเลทหรือเมทอกซิเลตเฮเทอโรไซด์ ซึ่งได้จากฟลาโวลีเทียมโอออนหรือ 2-ฟีนิลเบนโซไฟรีเลียม (Ito and Lacerda, 2019; Duyi et al., 2017) ข้าวดำมีสารสีอยู่ในปริมาณที่จำกัด และสารแอนโธไซยานินหลักที่พบในข้าวดำคือไซยาโนดิน-3-กลูโคไซด์และเพโอนิดิน-3-กลูโคไซด์ ซึ่งไม่มีในข้าวขาว (Goufo and Trindade, 2014) ตารางที่ 2 แสดงถึงการมีอยู่ของสารสีแอนโธไซยานินหลักในข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ซึ่งไซยาโนดิน-3-กลูโคไซด์เป็นแอนโธไซยานินหลักซึ่งคิดเป็นร้อยละ 88 ของแอนโธไซยานินทั้งหมดที่มีในข้าวดำและข้าวที่มีสีอื่น การทำให้เมล็ดมีสีขึ้นอยู่กับยีนต่าง ๆ เช่น Ra, Rc และ Rd ยีน Ra ควบคุมการทำให้เปลือกเมล็ดเป็นสีม่วง ทำให้สีม่วงเป็นสีเด่น ยีน Rc ผลิตเปลือกเมล็ดสีน้ำตาล และยีน Rd เองไม่สามารถผลิตสารสีได้เพียงลำพัง แต่ผลิตเปลือกเมล็ดสีแดงเมื่อมีการผสมข้ามระหว่างยีน Rc และ Rd (Ito and Lacerda, 2019; Duyi et al., 2017)

3. กรดฟีนอลิก นอกเหนือจากการเป็นแหล่งของแอนโธไซยานิน ข้าวดำยังมีกรดฟีนอลิก ซึ่งแบ่งออกเป็นกรดฟีนอลิกที่ละลายได้และกรดฟีนอลิกที่ไม่ละลาย (Duyi et al., 2017) สารฟีนอลิกที่ละลายได้ เช่น กรดซินนามิก, กรดโพรทอคคาเทอิก และกรดแกลลิก มีลักษณะเป็นสารละลาย ในขณะที่กรดฟีนอลิกที่ไม่ละลาย เช่น กรดเฟอร์ูลิก, กรดคูมาริก และกรดคาเฟอิก จะถูกเชื่อมโยงกับส่วนประกอบของเซลล์ เช่น เซลลูโลส, เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน (Duyi et al., 2017; Ito and Lacerda, 2019) โดยรำข้าวที่ได้จากข้าวสีมีปริมาณฟีนอลิกสูงกว่า Amagliani et al. (2016) ได้รายงานผลการศึกษาระดับฟีนอลิกในพันธุ์ข้าวดำ และรายงานว่าปริมาณกรดฟีนอลิกในรูปแบบอิสระในพันธุ์ข้าวดำมีช่วงระหว่าง 7.4–10.5 มก./100 กรัม พวกเขายังรายงานว่ากรดฟีนอลิกที่พบในข้าวดำอย่างมากคือกรดเฟอร์ูลิก, กรดวานิลลิก และกรดฟี-คูมาริก Duyi et al. (2017) กล่าวถึงกรดฟีนอลิกที่เป็นอิสระหรือที่ละลายได้ว่าเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญในการให้ดัชนีความต้านทานของเมล็ด (Devi and Badwaik, 2022)

4. แร่ธาตุ (Mineral) ที่มีบทบาทสำคัญในการรักษาสุขภาพที่ดีโดยการป้องกันโรค (Ito and Lacerda, 2019) น่าสนใจว่าข้าวดำมีแร่ธาตุสำคัญ เช่น เหล็ก (การผลิตเซลล์เม็ดเลือดแดง), แมงกานีส (การปรับปรุงสุขภาพการเจริญพันธุ์), โพแทสเซียม (การเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ),

ฟอสฟอรัส (การรักษาสมดุลของน้ำภายในร่างกาย) (Kushwaha, 2016) ดังนั้น การบริโภคข้าวดำซึ่งมีสารอาหารเหล่านี้จะช่วยรักษาสมดุลของร่างกายได้ดีขึ้น (Duyi et al., 2017)

5. โทโคเฟอรอล (Tocopherols) เป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูงซึ่งพบในรำข้าว และยังรู้จักในชื่อวิตามิน E (Goufo and Trindade, 2014) มีโทโคตรีนอล 4 ชนิดที่รายงาน ได้แก่ α , β , γ และ δ γ -โทโคตรีนอล มีปริมาณโทโคลสูงที่สุดในข้าว คือ 27-63% ขณะที่ α -โทโคเฟอรอลมี 10-30% (Goufo and Trindade, 2014) α -โทโคเฟอรอล เป็นโทโคลหลักที่พบในสองพันธุ์ข้าวจากไต้หวัน นอกจากนี้ยังมีการรายงานข้าวสองพันธุ์จากภาคใต้ของสหรัฐอเมริกาที่มี α -โทโคเฟอรอลในปริมาณสูง (Lin and Lai., 2011)

2.3 แป้งมันสำปะหลัง

มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz) เป็นพืชอุตสาหกรรมที่สำคัญในหลายพื้นที่เขตร้อนและกึ่งเขตร้อน รวมถึงอเมริกาใต้ (เช่น บราซิล) แอฟริกา (เช่น ไนจีเรีย) และเอเชีย (เช่น ประเทศไทย) (Omojola, 2013) รากของมันสำปะหลังมีแป้งสูงและประมาณครึ่งหนึ่งของรากทั้งหมดของต้นมันสำปะหลังได้จะถูกใช้สำหรับการผลิตแป้ง แม้ว่าข้าวโพดจะเป็นพืชหลักที่ใช้สำหรับการผลิตแป้งซึ่งมีมากกว่า 80% ของการผลิตแป้งทั่วโลก แต่การผลิตแป้งจากมันสำปะหลังเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมากกว่า 3% ต่อปี คิดเป็นประมาณ 7% ของการผลิตแป้งทั่วโลก (OECD/FAO, 2021) แป้งมันสำปะหลังมีข้อดีหลายประการเมื่อเทียบกับพืชอื่นๆ รวมถึงความสามารถสร้างแป้งสะสมในส่วนรากที่สูงกว่าพืชเศรษฐกิจชนิดอื่น มีผลผลิตตลอดทั้งปี ราคาถูก ทนต่อสภาพอากาศความแห้งแล้งในการเพาะปลูก ลักษณะดินที่ไม่ดี ศัตรูพืชและโรคพืช และมีวิธีการสกัดแป้งที่ค่อนข้างง่าย (Sugih et al., 2019)

แป้งมันสำปะหลัง (Tapioca starch หรือ Cassava starch) สามารถผลิตได้จากการไม่เปียกหรือไม่แห้ง (Mhaske et al., 2021) อย่างไรก็ตาม การไม่เปียกเป็นที่นิยมมากกว่าเนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายกว่าและคุ้มค่ากว่า ส่งผลให้ได้แป้งที่มีคุณภาพสม่ำเสมอและดีกว่าเนื่องจากผลของการระบายความร้อนและการหล่อลื่นของน้ำที่ทำให้เกิดความเสียหายน้อยลง การสกัดแป้งด้วยการไม่เปียกประกอบด้วย การล้างและปอกเปลือก 000000000 กรากมันสำปะหลัง การสับและการบดละเอียด การเติมน้ำเพื่อสกัดแป้ง การกรอง การตกตะกอน/การเหวี่ยง การเทน้ำออก การอบแห้ง การไม่ และการบรรจุ คุณภาพและผลผลิตของแป้งมันสำปะหลังมีความหลากหลายและได้รับผลกระทบจากหลายปัจจัยรวมถึงวิธีการสกัดแป้ง พันธุ์มันสำปะหลัง และสภาพการเจริญเติบโตและสภาพแวดล้อม (Chisenga et al., 2019)

ตามรายงานตลาดแป้งมันสำปะหลังทั่วโลก (2021–2026) มันสำปะหลังมีการผลิตทั่วโลกจำนวน 276 ล้านตัน และผลิตมากในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก คิดเป็นประมาณสามในสี่ของส่วนแบ่งตลาดในตลาดโลก ประเทศไทยเป็นผู้นำการผลิตแป้งมันสำปะหลังระดับโลก ตามมาด้วยเวียดนามและกัมพูชา อย่างไรก็ตาม ระดับการผลิตมันสำปะหลังของพวกเขาไม่สูงเท่าของไนจีเรีย ความต้องการแป้งมันสำปะหลังที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากคุณสมบัติพิเศษต่างๆ รวมถึงการไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้ มีรสชาติที่ดี แสดงความเหนียวของแป้งสูง ความใส ความคงตัวต่อแรงเฉือน และการแช่แข็ง-ละลาย ซึ่งเป็นที่ดึงดูดความสนใจของอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมอื่นๆ ไม่ใช่อาหารเป็นอย่างมาก เนื่องจากคุณสมบัติเหล่านี้ ตลาดแป้งมันสำปะหลังทั่วโลกได้ขยายตัวในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา และมีปริมาณการผลิตถึง 8.8 ล้านตันในปี 2020 (Wang et al., 2022)

อะไมโลสและอะไมโลเพกทินของแป้งมันสำปะหลังจะถูกสะสมอยู่ในเม็ดแป้งซึ่งมีลักษณะเป็นรูปไข่และรูปตัดคล้ายถ้วยรูปตัวยู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 – 35 ไมโครเมตร เม็ดแป้งมันสำปะหลังมีโครงสร้างกิ่งผลึกโดยมีระดับความเป็นผลึกร้อยละ 25 – 35 และแสดงผลึก (crystallinity) ประเภท A หรือ C ตามที่นักวิจัยหลายท่านได้รายงานไว้ (Zhu, 2015) ด้านคุณสมบัติการเกิดเจลลิตินในเซชัน (gelatinization) และการเกิดการคืนตัว (retrogradation) ของแป้งมันสำปะหลังมีความคล้ายกับแป้งชนิดอื่นๆ อย่างไรก็ตาม แป้งมันสำปะหลังแสดงคุณสมบัติการเกิดเจลลิตินต่ำกว่าและมีความสามารถในการจับน้ำ ความเหนียว และความต้านทานแรงเฉือนสูงกว่า ทำให้เป็นตัวเลือกที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์อาหาร อาหารสัตว์ เคมีภัณฑ์ และยา จากองค์ประกอบทางเคมีที่กล่าวมาข้างต้นเนื่องจากแป้งมันสำปะหลังมีโปรตีนอยู่น้อยเมื่อเทียบกับแป้งจากธัญพืช ดังนั้นการนำมาใช้เป็นอาหารจำเป็นต้องเพิ่มระดับของโปรตีนโดยใช้โปรตีนจากแหล่ง เช่น โปรตีนจากถั่วเหลือง ไข่ นม หรือเนื้อสัตว์ เป็นต้น

2.4 สารประกอบไฮโดรคอลลอยด์

2.4.1 นิยาม

สารที่สามารถละลายหรือกระจายในน้ำร้อนหรือน้ำเย็น และให้สารละลายที่มีลักษณะเหนียว สารบางชนิดมีคุณสมบัติให้ความเหนียว รักษาความคงตัว ช่วยให้น้ำและน้ำมันเข้ากันได้ดีหรือจับน้ำ และช่วยให้สารแขวนลอยได้ดีอีกด้วย

ไฮโดรคอลลอยด์ถูกนำไปใช้ประโยชน์ทั้งในอุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมอื่นๆ ด้วยการนำพอลิแซ็กคาไรด์กัมชนิดใดมาใช้ทำหน้าที่ในผลิตภัณฑ์อาหารใด ขึ้นอยู่กับ สมบัติเฉพาะของกัมชนิดนั้นๆ ผลิตภัณฑ์บางชนิดอาจใช้กัมมากกว่าหนึ่งชนิดมาผสมกันเพื่อให้ได้สมบัติ เฉพาะในการทำหน้าที่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารนั้นๆ ตัวอย่างเช่น ไอศกรีมจะใช้คาร์ราจีแนน ผสมกับโซเดียมคาร์บอกซีทิลเซลลูโลสปั่นสารเพิ่มความคงตัว

2.4.2 สมบัติทั่วไปของไฮโดรคอลลอยด์

2.4.2.1 การกระจายตัวในน้ำ (Dispersibility In Water) ไฮโดรคอลลอยด์ส่วนใหญ่ละลายได้ดีในน้ำร้อนมีเพียงบางชนิดเท่านั้นที่สามารถละลายได้ในน้ำเย็น เช่น กัมอะราบิกและกัม บางชนิดละลายได้บ้างในตัวทำละลายอินทรีย์การที่ไฮโดรคอลลอยด์มีความสามารถในการละลายหรือการกระจายตัวได้ในน้ำผันแปรแตกต่างกันเรียกว่า Degree of Solubility

2.4.2.2 ความหนืด (Viscosity) พอลิแซ็กคาไรด์กัมเมื่อละลายในน้ำจะได้สารละลายที่มีความหนืดเพิ่มขึ้นและสารละลายของกัมแต่ละชนิดจะมีความหนืดแตกต่างกัน ปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดของสารละลายกัม ได้แก่

1) ธรรมชาติของพอลิแซ็กคาไรด์กัม

2) อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ละลาย

3) ความเข้มข้นของสารละลาย สารละลายกัมแต่ละชนิดจะให้ความหนืดสูงที่สุดที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน เช่น ลาร์ชกัม และกัมอะราบิก จะให้ความหนืดสูง เมื่อมีความเข้มข้น 10-20 เปอร์เซ็นต์ แต่ ทราคาแคนต์ โลคัสต์ปิ่นกัม และกัวร์กัม จะให้ความหนืดสูงสุด เมื่อมีความเข้มข้นเพียง 1 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

2.4.2.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการละลายก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความหนืดของสารละลายกัมตัวอย่างเช่นคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสและกัวร์กัมเมื่อละลายในน้ำจะได้สารละลายที่มีความหนืดสูงที่สุดอย่างรวดเร็ว ตรงกันข้ามกับทราคาแคนต์จะละลายน้ำได้อย่างช้าๆ จึงต้องใช้เวลานานในการละลายเพื่อให้สารละลายที่ได้มีความหนืดสูงสุด

2.4.2.4 การเกิดเจล (Gel Formation) พอลิแซ็กคาไรด์กัมบางชนิด เช่น เพกติน อะการ์ สตาร์ช แอลจิเนตและคาร์ราจีแนน สามารถเกิดเจลได้ภายใต้ภาวะที่เหมาะสมตัวอย่างเช่น เพกตินจะเกิดเจลได้ดีในน้ำร้อนที่มีน้ำตาลและกรดจึงนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมผลิตแยม และเจลลี่ ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อเรียบและเป็นเจลที่แผ่ออกได้ (Spreadable gel) สำหรับเพกตินที่มีหมู่เมทอกซิลน้อยจะเกิดเจลได้ดีเมื่อมีแคลเซียมและไม่น้ำตาล

2.4.3 สารไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์พาสต้า

แซนแทนหรือแซนแทนกัม (Xanthan หรือ Xanthan gum) เป็นสารสังเคราะห์จากธรรมชาติ 100% ที่สามารถสกัดได้จากเมือกผ่านกระบวนการหมักของ แบคทีเรียชนิด Xanthomonas เช่น Xanthomonas campestris, Xanthomonas pelargonii เป็นต้น โดยโมเลกุลของแซนแทนกัมเป็นแบบพอลิแซ็กคาไรด์ ประเภท เฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์ สำหรับโครงสร้างของแซนแทนกัมจะมีเซลลูโลส เป็นสายโซ่หลักและมีไตรแซ็กคาไรด์เป็นสายโซ่รอง ซึ่งทั้งหมดจะประกอบด้วยแมนโนส (Mannose) กรดกลูคูโรนิก (Glucuronic acid) และกลูโคส (Glucose) ในอัตราส่วน 2.0:2.0:1.0 หรืออัตราส่วนอื่น ๆ ตามประเภทของแบคทีเรีย Xanthomonas strain และ

สภาวะในกระบวนการหมัก โดยแซนแทน มีพฤติกรรมการไหลแบบซูโดพลาสติก (Pseudoplastic) มีคุณสมบัติที่สามารถละลายได้ทั้งในน้ำเย็นและน้ำร้อน ทนต่อการย่อยเอนไซม์มีความคงตัวต่อความร้อน และ pH และไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยสารละลายแซนแทนกัม

จะมีความหนืดคงที่ ถึงแม้จะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในช่วง 0 - 100 °C หรือการเปลี่ยนแปลง pH ในช่วง 1-13 แซนแทนกัม นิยมใช้เป็นสารเติมแต่งในอาหาร ใช้ในอาหารแช่เยือกแข็ง ใช้เป็นสารทดแทนอาหารในอาหารแคลอรีต่ำได้ เนื่องจากมีสมบัติที่สามารถกระจายตัวได้ทั้งในน้ำร้อนและน้ำเย็น จึงสามารถใช้เป็นส่วนผสมในเบเกอรี่ เครื่องดื่ม เครื่องปรุง อาหารสัตว์ ใช้เป็นสารเพิ่มความคงตัว (Stabilizer) ในไอศกรีมเพื่อเพิ่มความฟูและอัตราการเกิดผลึกน้ำแข็งให้น้ำแข็ง ไอศกรีม และยังสามารถใช้ผสมกับสารอื่น เช่น ผสมแซนแทนกัม กับ Locust bean gum เพื่อใช้ในอาหารประเภทของหวาน ซอสมะเขือเทศ หรือใช้ผสมกับ Locust bean gum และ Guar gum ในอัตราส่วนที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มความหนืดและคุณสมบัติเฉพาะตัวใน อาหารจำพวกของหวาน น้ำสลัด อาหารแช่แข็ง น้ำเชื่อม เป็นต้น (นิธิยา รัตนานนท์, 2551)

2.5 เนื้อไก่

ปัจจุบันเนื้อไก่มีราคาสูง เมื่อเทียบกับเนื้อสัตว์ชนิดอื่น เนื่องจากมีผู้สร้างฟาร์มเลี้ยงไก่เป็นจำนวนมาก ทำให้เนื้อไก่สำหรับบริโภคปริมาณมากขึ้น นอกจากนี้ความก้าวหน้าทางวิชาการในการปรับปรุงพันธุ์จะช่วยให้ได้ไก่ที่มีเนื้อมากขึ้น โดยใช้อาหารน้อยลงไก่พันธุ์ที่นิยมเลี้ยงส่วนมากจะเป็นพันธุ์เนื้อจากต่างประเทศ ซึ่งเป็นพันธุ์ที่โตเร็ว เนื้อนุ่มและมีไขมันมาก องค์ประกอบทางเคมีเนื้อไก่ ประกอบด้วยความชื้นประมาณร้อยละ 74 โปรตีน ร้อยละ 19 ไขมัน ร้อยละ 5 และความชื้น โปรตีน และไขมัน จะมีมากน้อยแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับอายุและชนิดของไก่ เมื่อนำมาทำให้สุกจะมีกลิ่นหอม สารที่ให้กลิ่นจะละลายปนออกมากับน้ำ สารนี้เป็นสารพวกกลูตาที่โอน ซึ่งเป็นไตรเปปไทด์ของ กรดกลูตามิก นอกจากนี้ยังมีสารให้กลิ่นอีกคือฮีสทีดีนและไกลซีน กลิ่นไก่สุกเป็นส่วนหนึ่งของพวกสารคาโบนิลกับซัลไฟด์ ทำให้เกิดกลิ่นหอม (สุวรรณ อุบัติสสกุล, 2547)

คุณสมบัติของเนื้อไก่ คุณภาพในด้านความนุ่มของเนื้อไก่เป็นที่ต้องการกันมากซึ่งจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ วิธีการเลี้ยงและระยะเวลาที่ใช้ในการบริโภคหลังจากการฆ่า นอกจากนี้ความนุ่ม ของเนื้อไก่จะแตกต่างกันตามอายุ ปริมาณของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ปริมาณของไขมันในเนื้อเยื่อและส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย กล้ามเนื้อที่ทำงานเบา ๆ และไม่ค่อยเคลื่อนไหวจะมีสีค่อนข้างขาวประกอบด้วยเส้นใยประเภทเส้นใยขาว เนื้อส่วนนี้จะมีนิ่มมากกว่าเนื้อที่มีสีเข้ม ซึ่งเป็นเนื้อส่วนที่ใช้งานมากและจะมีความเหนียวมากกว่าในไก่ตัวเดียวกัน ลักษณะของเนื้อจะแตกต่างกันไปตามแต่ละส่วน เช่นเนื้อส่วนอกจะมีความนุ่ม และมีสีอ่อนกว่าบริเวณน่อง การเปลี่ยนแปลง เมื่อได้รับความร้อน เมื่อเนื้อไก่ได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนทำให้เกิดการสูญเสีย สภาวะเดิม โดยโครงสร้างของ

โปรตีนจะเปลี่ยนไป มีการหดตัวของโมเลกุลโปรตีนทำให้โปรตีนสูญเสียความสามารถในการละลายน้ำ โปรตีนจะแข็งตัวมากขึ้น การใช้อุณหภูมิสูงกว่า 64 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการให้ความร้อนนาน เนื้อจะเหนียวมากขึ้นและแต่ละส่วนของเนื้อสัตว์ก็จะมีเหนียวไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับปริมาณเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (ชัยณรงค์ คันธนพนิต, 2529)

2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์พาสต้าปราศจากกลูเตน (Gluten-Free Pastas)

ศุภักษร และคณะ (2566) รายงานผลผลิตคุณภาพพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวและแป้งถั่วเขียวแทนแป้งสาลี ในอัตราส่วนแป้งข้าวเหนียวต่อแป้งถั่วเขียว 1.5:1.5, 2:1 และ 2.5:0.5 และนำไปเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน และตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ค่าความชื้น และค่าลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าอัตราส่วนแป้งข้าวเหนียวต่อแป้งถั่วเขียว 2.5:0.5 ค่าสี (L^* , a^* , b^*) ค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความยืดหยุ่น (Springiness) ค่าการยึดเกาะ (Adhesiveness) ค่าความเหนียว (Gumminess) และค่าความทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) ของเส้นพาสต้าใกล้เคียงกับคุณภาพของพาสต้าสูตรพื้นฐานที่ผลิตด้วยแป้งสาลีมากที่สุด ($p \leq 0.05$) จากนั้นศึกษาการเติมแทนกันเพิ่มเพิ่มความคงตัวของเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวและแป้งถั่วเขียว (อัตราส่วน 2.5:0.5) ในปริมาณร้อยละ 1, 1.5 และ 2 ของน้ำหนักแป้งในสูตรพาสต้า พบว่าพาสต้าที่เสริมแทนกันร้อยละ 2 ค่าสี (L^* , a^* , b^*) ค่าความแข็ง ค่าความยืดหยุ่น ค่าการยึดเกาะ ค่าความเหนียว และค่าความทนต่อการเคี้ยว ของเส้นพาสต้าใกล้เคียงกับคุณภาพของพาสต้าสูตรพื้นฐานที่ผลิตด้วยแป้งสาลีมากที่สุด

นิภาพร กุลณา (2565) ศึกษาเรื่อง ผลของปริมาณแป้งข้าวกล้องมะลิและลินินสกัดเสริมผงดอกกาสะลองต่อคุณภาพของเส้นพาสตาคูนี้ โดย อัตราส่วนแป้งสาลีต่อแป้งข้าวกล้องมะลิและลินินสกัดร้อยละ 90:10 ได้รับคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงที่สุด (8.38 และ 7.66 ตามลำดับ) จากนั้นนำไปศึกษาปริมาณผงดอกกาสะลองที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.25, 0.50 และ 1.00 โดยน้ำหนักของแป้งสาลี พบว่า การเพิ่มปริมาณของดอกกาสะลองส่งผลให้ได้รับคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะลดลง การยอมรับผลิตภัณฑ์เส้นพาสตาคูนี้จากแป้งข้าวกล้องมะลิและลินินสกัดเสริมผงดอกกาสะลองได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.00 และให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาได้ ร้อยละ 80.28

สุเมธ เพียรุระ (2564) ทำการพัฒนาเส้นพาสต้าแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ปราศจากกลูเตนเสริมจึงหรีดผงพัฒนาสูตรโดยใช้ Mixture design และหาสูตรที่เหมาะสมโดยใช้ Response Surface Methodology (RSM) โดยใช้ส่วนผสมหลักผลิตเส้นพาสต้า ได้แก่ แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ จึงหรีดผง และ

แซนแทนกัม ทำการวิเคราะห์คุณลักษณะทางด้านเคมีกายภาพ คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ปริมาณสารฟีนอลิกรวมทั้งหมด ปริมาณสารแอนโทไซยานิน และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) ของเส้นพาสต้าแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ปราศจากกลูเตนเสริมจึงหรีดผงทั้งหมด 13 สูตร ผลการทดลอง พบว่า ส่วนผสมและสภาวะเอกซ์ทราชันที่ใช้ในการผลิตเส้นพาสต้าส่งผลให้มีค่า a_w และความชื้นต่ำกว่า 0.3 และ 13% และค่าสีของเส้นพาสต้า (L^* , a^* และ b^*) มีค่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณสัดส่วนของแซนแทนกัมที่เพิ่มขึ้นในสูตรส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยค่าความแข็ง (hardness) ของเส้นพาสต้าทั้ง 13 สูตร มีค่าอยู่ในช่วง 2.31 ถึง 9.93 N และค่าความยืดหยุ่น (springiness) อยู่ในช่วง 11.44 ถึง 17.86 mm ซึ่งเป็นผลจากสัดส่วนของแซนแทนกัมในสูตร นอกจากนี้ สัดส่วนของแป้งข้าว ไรซ์เบอร์รี่ จึงหรีดผง และแซนแทนกัมจะส่งผลต่อปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น ค่าดัชนีการดูดซึมน้ำ ค่าดัชนีการละลายน้ำ ค่าคุณภาพหลังการต้ม สารประกอบฟีนอลิกรวมทั้งหมด ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH และสารแอนโทไซยานินของเส้นพาสต้าอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณสัดส่วนของจึงหรีดผงที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อค่าปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า สารประกอบฟีนอลิกรวมทั้งหมด และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) ที่เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากปริมาณแซนแทนกัมที่เพิ่มขึ้นและการวิเคราะห์หาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดสมการที่เหมาะสมเท่ากับ $R^2 > 0.75$ จะได้อัตราส่วนผสมของเส้นพาสต้าแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ปราศจากกลูเตนเสริมจึงหรีดผงที่เหมาะสมซึ่งประกอบด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ จึงหรีดผง และแซนแทนกัม เท่ากับ 83.75, 14.60 และ 1.56 % ตามลำดับ

พัชรภรณ์ ชูไธสง (2563) ได้ทำการศึกษาและปรับปรุงคุณภาพทางโภชนาการของพาสต้าปราศจากกลูเตนอบแห้งเสริมสาหร่ายไก่อ โดยวางแผนการทดลองแบบผสม (Mixture Design) ปัจจัยที่ทำการศึกษามี 3 ปัจจัย ได้แก่ ปริมาณแป้งข้าวกัล้องร้อยละ 50-70, ปริมาณแป้งดัดแปรร้อยละ 15-25 และปริมาณสาหร่ายไก่อ ร้อยละ 10-20 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือ ผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 150 คน ทำการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม เพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ คุณค่าทางโภชนาการ และจุลินทรีย์ ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาต้นทุนการผลิตของพาสต้าปราศจากกลูเตนเสริมสาหร่ายไก่อ ผลการวิจัยพบว่า สูตรที่เหมาะสม คือ สูตรที่ 8 ปริมาณแป้งข้าวกัล้องร้อยละ 68 ปริมาณแป้งดัดแปรร้อยละ 22 และปริมาณสาหร่ายไก่อ ร้อยละ 10 คุณภาพทางกายภาพมีค่าแรงตัด เท่ากับ 4,480.07 กรัมแรง ค่าแรงเฉือน เท่ากับ 4,781.67 กรัมแรง มีค่า a_w 0.44 มีค่า L^* 22.20 ค่า a^* -1.80 และค่า b^* 15.50 มีความชื้นร้อยละ 8.83 คุณภาพทางโภชนาการพลังงานทั้งหมด 379 กิโลแคลอรี พลังงานจากไขมัน 36.50 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 4.05 กรัม ไขมันอิ่มตัว 1.25 กรัม โคลเลสเตอรอล 37.00 มิลลิกรัม โปรตีน 7.09 กรัม คาร์โบไฮเดรต 78.49 กรัม โยอาหาร 1.91 กรัม โซเดียม 34.20 มิลลิกรัม วิตามินบี1 0.11 มิลลิกรัม วิตามินบี2 0.11 มิลลิกรัม

แคลเซียม 31.30 มิลลิกรัม ธาตุเหล็ก 3.84 มิลลิกรัม และเถ้า 1.54 กรัม เมื่อนำมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า มีค่าความชอบโดยรวมระดับชอบปานกลางและต้นทุนการผลิตพาสต้าปราศจากกลูเตนเสริมสำหรับไก่ สูตรที่ 8 จำนวน 1 กิโลกรัม ราคาเท่ากับ 195.44 บาท

ชนิษฐา หมวดเอียด (2561) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนอบแห้งจากแป้งข้าวสังข์หยด โดยงานวิจัยนี้ศึกษา ปริมาณแซนแทนกัมที่เหมาะสมต่อการปรับปรุงคุณภาพเส้นพาสต้า โดยเติมแซนแทนกัม 0, 1, 1.5, 2 และ 2.5 กรัม/100 กรัมของแป้งข้าวสังข์หยด พบว่าน้ำหนักรองแห้งสูง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและการสูญเสียน้ำหนักระหว่างปรุงสุกมีแนวโน้มลดลงเมื่อแซนแทนกัมที่ระดับสูงขึ้น โดย เส้นพาสต้าที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 1.5 มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูง พรพรรณทิพา เจริญไทยกิจ และคณะ (2561) ได้รายงานผลการศึกษาเรื่อง สมบัติทางเคมีกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวกล้องเสริมคุณค่าโปรตีนไข่ขาว จากผลการศึกษาพบว่า ที่ระดับไข่ขาวผงบดเดียวกัน เมื่อระดับของ แป้งพรีเจลาติไนซ์ และ แซนแทนกัมเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ตัวอย่างพาสต้าใช้เวลาในการหุงต้มมีการสูญเสียระหว่างหุงต้ม และการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้น เมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ตัวอย่างที่มีส่วนผสมของ แป้งข้าวกล้อง : แป้งพรีเจลาติไนซ์/ไข่ขาวผงบด/แซนแทนกัม ที่ระดับ 95 : 5/10/5 ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น และเนื้อสัมผัส มากที่สุด ทั้งที่มี และไม่มีซอสพาสต้า ความสนใจในการซื้อของผู้บริโภคของตัวอย่างนี้สูงถึง 78% และหนึ่งหน่วยบริโภค 50 กรัม มีปริมาณโปรตีน 12.1% ซึ่งเทียบเคียงกับปริมาณโปรตีนของตัวอย่างพาสต้าทางการค้า

นรินทร์ เจริญพันธ์ และ วิยดา กวานเทียน (2560) ศึกษาเรื่อง ผลของแป้งจากเศษเหลือทิ้งของทุเรียนต่อคุณภาพของพาสต้าปราศจากกลูเตน พบว่า ค่าความแน่นเนื้อ และความเหนียวของพาสต้า ปราศจากกลูเตนแปรผันตรงกับปริมาณแป้ง ทุเรียน ค่าความสว่าง ค่า b^* และคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของพาสต้าปราศจากกลูเตนมี แนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณแป้งทุเรียนที่เพิ่มขึ้น สูตรที่เหมาะสมในการผลิตพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้ง ทุเรียน ประกอบด้วย แป้งข้าวเจ้า แป้งมันฝรั่ง แป้งมันสำปะหลัง แป้งจากเนื้อทุเรียน แป้งจากเมล็ดทุเรียน แป้งจากเปลือกทุเรียน แซนแทนกัม โซเดียมไกลูเตม และน้ำมันมะกอก เท่ากับ 35.1, 13.5, 5.4, 18, 18, 10, 2, 60, 1 และ 2 กรัม ตามลำดับ โดยมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้บริโภคประมาณเท่ากับ 7.58 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบอุปกรณ์และเครื่องมือในการทดลอง

3.1.1 วัตถุดิบ

- 3.1.1.1 แป้งแป้งข้าวเหนียวดำ ตรา ปลาแฟนซีคาร์พ
- 3.1.1.2 แป้งมันสำปะหลัง ตรา ปลาแฟนซีคาร์พ
- 3.1.1.3 เกลือฝรั่ง เครื่องหมายการค้า ปรุณทิพย์
- 3.1.1.4 ออกไก่
- 3.1.1.5 น้ำมันมะกอก ตรา เบอร์ทอลลีน้ำมันมะกอกเอ็กซ์ตราไลท์
- 3.1.1.6 ฟอสเฟต
- 3.1.1.7 แชนแทนกัม

3.1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

- 3.1.2.1 เครื่องชั่งดิจิทัลแบบทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler Toledo
- 3.1.2.2 เครื่องตีผสมหัวตีรูปใบไม้ 5 ลิตร ยี่ห้อ mex StandCool105
- 3.1.2.3 เครื่องรีดแป้งและตัดเส้น รุ่น Atlas 150
- 3.1.2.4 พลาสติกแรป
- 3.1.2.5 เตามั้เหล็กไฟฟ้า ยี่ห้อ FIKA
- 3.1.2.6 ไม้นวดแป้ง
- 3.1.2.7 หม้อสแตนเลส
- 3.1.2.8 ถ้วยเตรียม
- 3.1.2.9 ที่ตากเส้นพาสต้า รุ่น SKUR-16
- 3.1.2.10 ถาดสแตนเลส
- 3.1.2.11 ที่ตัดแป้งโดว์พลาสติก
- 3.1.2.12 ที่คีบสแตนเลส 21 cm
- 3.1.2.13 นาฬิกาจับเวลา
- 3.1.2.14 เครื่องปั่นมือถือ ยี่ห้อ Electrolux รุ่น E3HB1-880K

3.1.3 เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.1.3.1 เครื่องวัดค่าสี (colorimeter) ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CR 400 เพื่อวัดค่าสี ได้แก่ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*)

3.1.3.2 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer) เครื่องหมายการค้า Stable Micro System/TA.XT. Plus, England]

3.1.4 การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค

3.1.4.1 แบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภคพร้อมปากกา คนละ 1 ชุด

3.1.4.2 แก้วน้ำ

3.2 วิธีการทดลอง

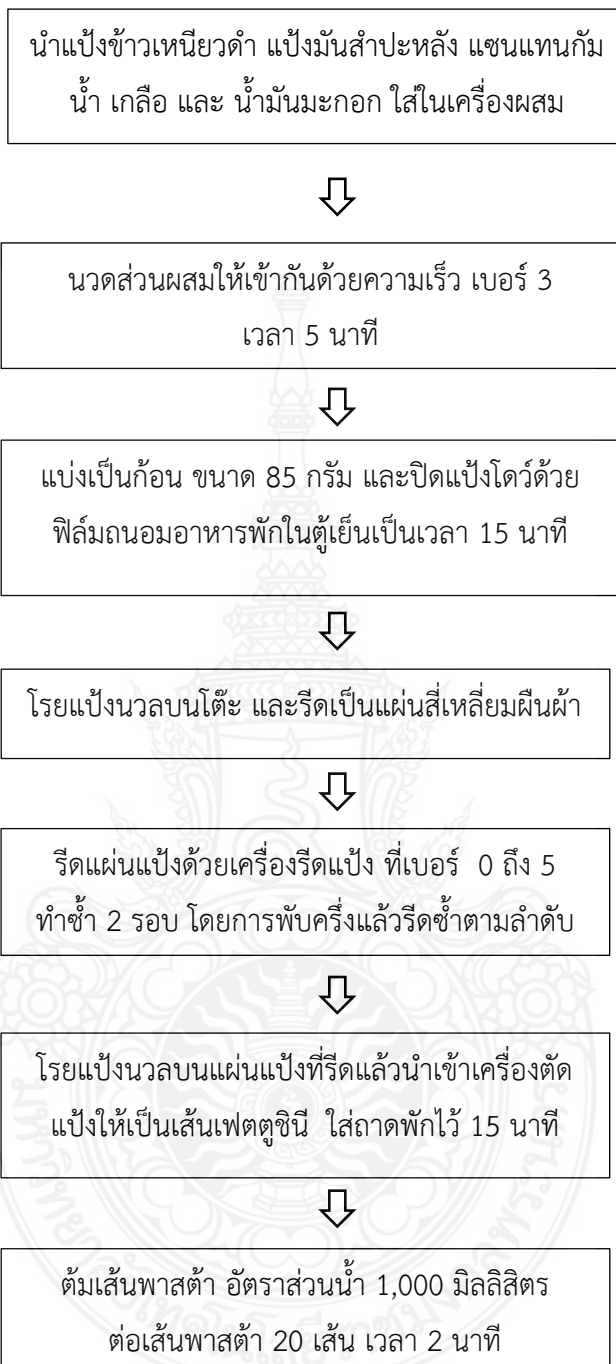
3.2.1 การศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังในการผลิตเส้นพาสต้า

ศึกษาการทำการทดแทนแป้งสาลีโดยการนำแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง ในปริมาณ 60:40, 70:30 และ 80:20 นำมาทำการผสมส่วนผสมและขึ้นรูปเป็นพาสต้า แล้วนำไปทำให้สุกโดยวิธีการต้ม โดยมีสูตรและวิธีการทำดังตารางที่ 3.2 และนำไปทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานและเลือกสูตรที่เหมาะสมที่สุดในการนำไปเสริมเนื้อออกไก่

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมพาสต้าที่ทำการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวเหนียวดำ และแป้งมันสำปะหลัง ปริมาณ 60:40, 70:30 และ 80:20

วัตถุดิบ	น้ำหนัก (กรัม)			
	สูตรพื้นฐาน	60:40	70:30	80:20
แป้งสาลีอเนกประสงค์	500	-	-	-
แป้งข้าวเหนียวดำ	-	300	350	400
แป้งมันสำปะหลัง	-	200	150	100
แซนแทนกัม	-	25	25	25
ไข่ไก่	400	-	-	-
เกลือ	5	5	5	5
น้ำมันมะกอก	15	15	15	15
น้ำ	60	350	350	350

ที่มา: ดัดแปลงจาก ขนิษฐา หมวดเอียด (2561)



แผนภูมิที่ 3.1 ขั้นตอนวิธีการทำพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง

3.2.1.2) วิเคราะห์คุณภาพของพาสต้าที่ทำการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง ในปริมาณ 60:40, 70:30 และ 80:20

1.1) ค่าสี ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Colorimeter) ยี่ห้อ Konica Minolta รุ่น CR 400 โดยวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) โดยวัดค่าการส่องผ่านของแสง (Transmittance) จาก

ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างและ แสดงผลค่าที่วัด ได้แก่ ค่าความสว่าง (L^*), ค่าความเป็นสีแดง (a^*) โดยค่า + หมายถึงวัตถุมีสีแดงและ ค่า - หมายถึงวัตถุมีสีเขียว และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) โดยค่า + หมายถึงวัตถุมีสีเหลือง และค่า - หมายถึงวัตถุมีสีน้ำเงิน โดยทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

1.2) ค่าความชื้น ด้วยเครื่องวัดความชื้นแบบอินฟราเรด (Infrared Moisture Analyzer) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น MA45 โดยนำเส้นพาสต้าต้มมาบดหรือทำให้มีขนาดเล็กประมาณ 3-5 กรัม มาวัดค่าความชื้น โดยทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

1.3) ค่าลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture profile analysis) ด้วยเครื่องวัดเนื้อ สัมผัส (Texture Analyser) รุ่น TA.Plus เป็นการจำลองการใช้ฟันบดอาหาร วัดค่าด้านความแข็ง (Hardness), ค่าความยืดหยุ่น (Springiness), ค่าการยึดเกาะ (Adhesiveness), ค่าความเหนียว (Gumminess) และค่าความทนต่อการเคี้ยว (Chewiness) ของเส้นพาสต้า โดยใช้หัววัดแบบกดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 mm (Compression probe, P50) กำหนดสภาวะในการทำงาน ของเครื่อง Texture Analyzer ได้แก่ Pre-Test Speed 2.0 mm/s, Test Speed 5.0 mm/s, Post-Test Speed 5.0 mm/s, Distance 90% โดยวัดตัวอย่างละอย่างน้อย 5 ซ้ำ

1.4) วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ ($p \leq 0.05$) วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS

1.5) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความเหนียวนุ่ม) และความชอบโดยรวม โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ด้วยวิธีการชิมแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ซึ่งเป็นบุคคลทั่วไป นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติ ($p \leq 0.05$) วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS

3.2.2 การศึกษาปริมาณเนื้อไก่ที่เหมาะสมต่อคุณภาพของพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้อไก่

ศึกษาปริมาณของเนื้อไก่ ที่มีผลต่อคุณภาพของพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง โดยการนำพาสต้าปราศจากกลูเตนจากข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังที่ทำการเลือกสูตรที่เหมาะสมมากที่สุดในข้อ 3.2.1.3 นำมาทำการเสริมโปรตีนจากเนื้อไก่ ลงไปในพาสต้าปราศจากกลูเตนจากข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง โดยเสริมเนื้อไก่ 3

ระดับ ในปริมาณร้อยละ 10 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด มีวิธีการเตรียมเนื้อมะกอก ดังแผนภูมิที่ 3.2 และนำไปวิเคราะห์คุณภาพเปรียบเทียบกับพาสต้าสูตรพื้นฐานที่ไม่ปราศจากกลูเตน

ล้างเนื้อมะกอก 1000 กรัม ด้วยน้ำสะอาดและหั่นเป็นชิ้นเล็ก



ใส่ เนื้อมะกอก ฟอสเฟต 4 กรัม น้ำมันมะกอก 200 กรัม
และน้ำแข็ง 300 กรัม ในเครื่องผสมสับ ผสมนาน 3 นาที



เนื้อมะกอกบด

แผนภูมิที่ 3.2 กรรมวิธีการเตรียมเนื้อมะกอก

ที่มา: ดัดแปลงจาก Pongsawatmanit (2018)

นำแป้งข้าวเหนียวดำ แป้งมันสำปะหลัง แชนแทนกัม น้ำ
เกลือ น้ำมันมะกอก และเนื้อมะกอกบด ใส่ในเครื่องผสม



นวดส่วนผสมให้เข้ากันด้วยความเร็ว เบอร์ 3 เวลา 5 นาที



แบ่งเป็นก้อน ขนาด 85 กรัม และปิดแป้งโดว์ด้วยฟิล์ม
ถนอมอาหารพักในตู้เย็นเป็นเวลา 15 นาที



โรยแป้งนวลบนโต๊ะ และรีดเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้า



รีดแผ่นแป้งด้วยเครื่องรีดแป้ง ที่เบอร์ 0 ถึง 5 ทำซ้ำ 2
รอบ โดยการพับครึ่งแล้วรีดซ้ำตามลำดับ



โรยแป้งนวลบนแผ่นแป้งที่รีดแล้วนำเข้าเครื่องตัดแป้ง
ให้เป็นเส้นเฟตตูชินี ใส่ถาดพักไว้ 15 นาที



ต้มเส้นพาสต้า อัตราส่วนน้ำ 1,000 มิลลิลิตร
ต่อเส้นพาสต้า 20 เส้น เวลา 2 นาที

แผนภูมิที่ 3.3 ขั้นตอนวิธีการทำพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำ และแป้งมันสำปะหลัง เสริมเนื้ออกไก่

3.2.2.1 วิเคราะห์คุณภาพของพาสต้าจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังที่ทำการเสริมเนื้ออกไก่ลงไปปริมาณที่ต่างกันคือร้อยละ 10, 20 และ 30 ต่อ 100 กรัมของน้ำหนักแป้งทั้งหมด และนำตัวอย่างไปทำการตัดคุณภาพได้แก่ค่าสี ค่าความชื้น ค่าลักษณะเนื้อสัมผัส และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสดังรายละเอียดในข้อ 3.2.1.2 และ 3.2.1.3

3.2.3 การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค

ในการศึกษารัั้งนี้ ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 80 คน ซึ่งเป็นผู้บริโภคทั่วไป โดยนำเส้น พาสต้าปราศจากกลูเตนจากข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่ บรรจุในถ้วยพลาสติกใสปริมาณ 50 กรัม พร้อมซอสครีมเห็ดที่อุ่นแล้ว โดยแยกเส้นและซอสครีมเห็ด ปิดฝาสนิท แจกพร้อมแบบทดสอบการยอมรับ 1 ชุด และน้ำ 1 แก้ว โดยวิธีการสุ่มแบบตามความสะดวก (convenience sampling) โดยให้ผู้บริโภครับประทานเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่ แล้วตอบแบบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภคจำนวน 1 ชุด นำผลที่ได้มาหาค่าความถี่ (frequency) และร้อยละ (percentage)

3.3 สถานที่ทำการวิจัย

3.3.1 ห้องปฏิบัติการ วิชา เทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

3.4 ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

เดือนสิงหาคม 2567 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2568

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

4.1 ผลการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังในการผลิตเส้นพาสต้า

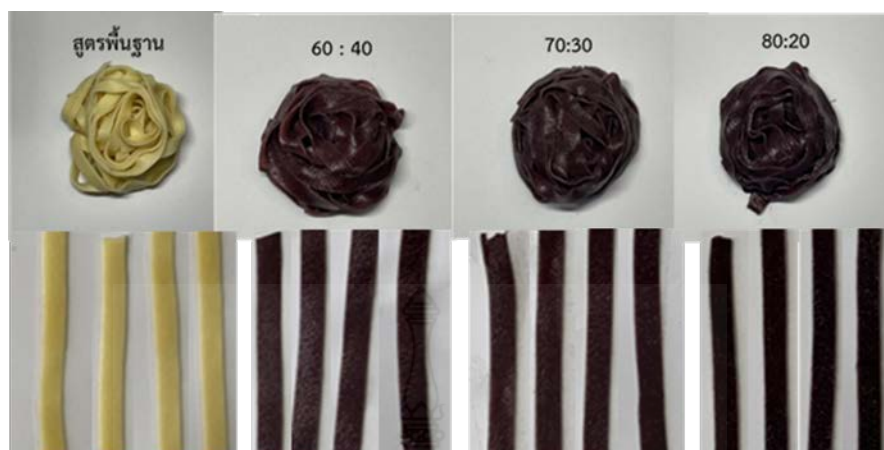
4.1.1 ผลการศึกษาปริมาณการใช้แป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังทดแทนแป้งสาลีในเส้นพาสต้า

จากศึกษาการทดแทนแป้งสาลีโดยการนำแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง ในปริมาณ 60:40, 70:30 และ 80:20 โดยวิเคราะห์คุณภาพ ด้วย การวัดค่าสี ค่าความชื้นและค่าลักษณะเนื้อสัมผัสและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เพื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน พบว่าค่าสี ค่าความชื้น และค่าลักษณะเนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพโดยการวิเคราะห์ค่าสีและค่าความชื้นของเส้นพาสต้า
ปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง

คุณภาพ	สูตรพื้นฐาน	อัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวดำ:แป้งมันสำปะหลัง		
		60:40	70:30	80:20
ความชื้น	55.18±1.34 ^c	70.70±0.39 ^a	69.44±0.80 ^a	67.40±0.67 ^b
L*	78.46±0.37 ^a	36.96±0.54 ^b	34.48±0.18 ^c	33.38±0.45 ^d
a*	-1.55±0.13 ^c	7.51±0.68 ^b	9.64±0.29 ^a	8.10±0.51 ^b
b*	18.03±0.44 ^a	2.11±0.06 ^b	1.17±0.2 ^c	1.08±0.14 ^c

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 4.1 เส้นพาสต้าสูตรพื้นฐาน และเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำ และแป้งมันสำปะหลังในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ

4.1.1.1 ผลการทดสอบค่าสีและความชื้น

ในการศึกษาปริมาณการใช้แป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง ทดแทนแป้งสาลีในสูตรการผลิตพาสต้าจะทำการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนที่ ต่างกันคือ 60 : 40 70:30 และ 80:20 พบว่าลักษณะปรากฏของเส้นเป็นเส้นแบน ภายนอกมีสีม่วงเข้ม แป้งค่อนข้างเหนียว หลังต้มเส้น เส้นจะเหนียวนุ่ม เมื่อเส้นเย็นจะจับตัวเป็นก้อน นำไปวิเคราะห์คุณภาพ โดยการวัดค่าสีค่าความชื้นและค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเพื่อ เปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐานที่ พบว่าค่าสี ค่าความชื้น และค่าลักษณะเนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.5$)

ดังแสดงในตารางที่ 4.1

จากการผลการทดลองพบว่า ค่าความชื้นของเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง ทั้ง 3 ระดับ มีค่าความชื้นแตกต่างจากสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากในเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนนั้นมีแทนแทนกันซึ่งเป็นไฮโดรคอลลอยด์ที่มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดีซึ่ง สอดคล้องกับวิจัยของชนิษฐา หมวดเอียด (2561) พบว่าการเพิ่มปริมาณแทนแทนกันที่เหมาะสมต่อการปรับปรุงคุณภาพเส้นพาสต้า ทำให้น้ำหนักหลังปรุงสุกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและการสูญเสียน้ำหนักระหว่างปรุงสุกมีแนวโน้มลดลงเมื่อแทนแทนกันที่ระดับสูง

จากผลการทดลองพบว่าค่าความสว่าง (L^*) และค่าเหลือง (b^*) ลดลง ในขณะที่ค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อปริมาณแป้งข้าวเหนียวดำเพิ่มขึ้น การเติมแป้งข้าวเหนียวดำทำให้ความสว่างของพาสต้าโดยเฉลี่ยลดลงจาก 36.96 ที่อัตราส่วนร้อยละ 60:40 ไปจนถึง 33.38 ที่ระดับอัตราส่วน 80:20 (ตารางที่ 4.1) ผลการทดลองเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการเสริมด้วยแป้งข้าว

เหนียวดำมีผลกระทบต่อความสว่างและความเหลืองของพาสต้าอย่างชัดเจน เมื่อระดับแป้งข้าวเหนียวดำเพิ่มขึ้น ข้าวสีกามีปริมาณแอนโทไซยานินสูงเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวขาวและข้าวแดง ทำให้ข้าวสีกากลายเป็นแหล่งของสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สีดำของข้าวสีกาพบได้ไม่เพียงแต่ในเปลือกนอกเท่านั้น แต่ยังพบในเมล็ด, ลำต้น และใบด้วย ในข้าวสีกาบางประเภท สีดำจะพบเฉพาะในชั้นอะลูโรน (Aleurone) หรือชั้นนอกของเมล็ดข้าว (Kong et al., 2012) ดังนั้นความเข้มของสีของพาสต้าจึงเกิดจากการเติมแป้งข้าวเหนียวที่มีสีของสารแอนโทไซยานินจึงส่งผลให้ความสว่างในพาสต้าลดลงจากการเติมแป้งข้าวเหนียวดำเพิ่มขึ้น ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้านี้ของ Subanmanee และคณะ (2024) ในเส้นพาสต้าที่ทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งข้าวเหนียวดำ และ Sethi และคณะ (2020) ในการทดแทนแป้งสาลีบางส่วนจากรำข้าว ที่ได้รายงานว่าการเติมแป้งรำข้าวหรือแป้งที่มีสีเข้มจะทำให้ค่า L^* ลดลงและส่งผลต่อสีโดยรวมของตัวอย่างพาสต้าปราศจากกลูเตน

4.1.1.2 ผลการทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส

ตารางที่ 4.2 ค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นพาสต้าจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง

คุณภาพ	สูตรพื้นฐาน	อัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวดำ:แป้งมันสำปะหลัง		
		60:40	70:30	80:20
Hardness (g)	160.52±12.78 ^a	145.87±12.11 ^b	158.12±8.85 ^{ab}	149.68±10.52 ^b
Adhesiveness (g.J)	-50.23±23.31 ^a	-104.55±17.51 ^b	-146.68±26.39 ^c	-185.48±50.11 ^d
Springiness (%)	93.44±7.20 ^a	72.09±3.46 ^{bc}	79.72±3.42 ^b	66.04±4.56 ^c
Gumminess (g)	164.29±1.38 ^a	168.14±1.74 ^a	168.01±12.48 ^a	154.60±1.38 ^b
Chewiness (m.J)	140.52±10.85 ^a	134.66±6.75 ^{ab}	127.05±12.20 ^b	96.15±2.67 ^c

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเหนียวดำและลดแป้งมันสำปะหลังจะทำให้พาสต้าปราศจากกลูเตนแสดงแนวโน้มของค่าความแข็ง ค่าการยึดติด ค่าความยืดหยุ่น ค่าพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยว และค่าพลังงานที่ทำให้อาหารแตกลดลง และพาสต้าสูตรที่ใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังที่ร้อยละ 70:30 มีค่าลักษณะเนื้อสัมผัสที่ใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐาน มาก

ที่สุด โดยเฉพาะมีค่าความแข็งไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) จากสูตรพื้นฐานค่าความแข็ง (Hardness) และความยืดหยุ่น (Springiness) ของสูตรพื้นฐาน มีค่าสูงกว่าสูตรอื่น เนื่องจากกลูเตนในแป้งสาลีที่ทำให้โครงสร้างพาสต้ามีความแข็งแรงและความยืดหยุ่น ซึ่งในพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังที่มีการเติมแซนแทนมีส่วนช่วยปรับปรุงความแข็งและความยืดหยุ่นของเส้นพาสต้าให้ใกล้เคียงกับพาสต้าสูตร ส่วนค่าการยึดติด (Adhesiveness) ที่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของแป้งข้าวเหนียวดำสูงและแป้งมันสำปะหลังต่ำในสูตร 80:20 อาจเป็นเพราะแป้งข้าวเหนียวที่มีอะมิโลสต่ำสามารถเกิดเจลในเซชันได้ง่ายและต้องการพลังงานน้อยกว่าแป้งที่มีปริมาณอะมิโลสสูง (Kemashalini et al., 2018) จึงอาจส่งผลให้เส้นพาสต้าสุกมากกว่าพาสต้าสูตรอื่น เม็ดแป้งมีการพองตัวมากและแตกเสียทำให้เกิดการสูญเสียแป้งบางส่วนออกไปยังบริเวณผิวของพาสต้าและในน้ำที่ใช้ต้มเส้นจึงอาจเกิดความเหนียวติดกันมากกว่าสูตรอื่นสำหรับค่าพลังงานที่ทำให้อาหารแตก (Gumminess) คือปริมาณแรงที่จำเป็นในการเคี้ยวอาหารแข็ง ในกิจกรรมการบดให้แตก และค่า Chewiness เป็นการคำนวณจากค่าความแข็ง การยึดติด (Adhesiveness) และความยืดหยุ่น (Elasticity) ส่วนค่าพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยว (Chewiness) คำนวณโดยนำค่าความแข็ง (Hardness) คูณด้วยค่าความเหนียวแน่น (Cohesiveness) ซึ่งแสดงเป็นแรงที่ใช้ในการบดอัดอาหารเพื่อให้สามารถกลืนได้ (Szczeniak, 2002) จากนิยามของทั้งสองพารามิเตอร์ที่กล่าวมานี้บ่งชี้ว่าพาสต้าปราศจากกลูเตนทั้ง 3 สูตร ใช้แรงในการเคี้ยวสำหรับการกลืนน้อยกว่าสูตรพื้นฐาน ซึ่งสอดคล้องกับค่าความแข็งของพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังที่มีความแข็งน้อยกว่าสูตรพื้นฐาน จึงใช้แรงในการบดเคี้ยวน้อยลง

4.1.1.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสจึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการทราบถึงการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ใหม่นี้ โดยเปรียบเทียบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังกับพาสต้าสูตรดั้งเดิมที่ผลิตด้วยแป้งสาลี การประเมินทางประสาทสัมผัสของพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังได้รับการวิเคราะห์ในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นพาสต้าจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	สูตรพื้นฐาน	อัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวดำ:แป้งมันสำปะหลัง		
		60:40	70:30	80:20
ลักษณะที่ปรากฏ	6.64±0.48 ^a	6.32±0.59 ^b	6.58±0.50 ^a	6.22±0.62 ^b
สี	6.28±0.70 ^b	6.22±0.82 ^b	7.04±0.73 ^a	6.52±0.61 ^b
กลิ่นรส	6.66±0.48 ^a	5.88±0.77 ^c	6.12±0.56 ^{bc}	6.20±0.78 ^b
รสชาติ	6.50±0.51 ^a	5.62±0.70 ^c	6.39±0.71 ^a	5.92±0.66 ^b
เนื้อสัมผัส	6.86±0.64 ^a	5.32±0.47 ^c	5.90±0.49 ^b	5.36±0.48 ^c
ความชอบโดยรวม	7.16±0.55 ^a	6.48±0.50 ^c	6.94±0.48 ^b	6.56±0.50 ^c

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 ผลการประเมินพบว่าผู้ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังที่อัตราส่วนร้อยละ 70:30 ใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐานมากที่สุดในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเป็นพาสต้าที่แตกต่างจากสูตรพื้นฐาน ที่ใช้แป้งสาลีในสูตรการผลิต และยังไม่มีวางจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ในตลาด อาจเป็นผลิตภัณฑ์อาหารทางเลือกที่โดดเด่นในกลุ่มผลิตภัณฑ์ปราศจากกลูเตน นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์นี้มีสีม่วงเข้มจากธรรมชาติของข้าวเหนียวดำที่มีสารแอนโทไซยานิน ซึ่งอาจทำให้ผู้บริโภครู้สึกว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์และปลอดภัยอีกด้วยจึงให้คะแนนด้วยสี่สูงกว่าสูตรพื้นฐาน ในด้านกลิ่น จากผลการศึกษาของ Ajarayasiri และ Chaiseri (2008) พบว่าข้าวเหนียวมีกลิ่นหอมตามธรรมชาติที่เกิดจากสารประกอบให้กลิ่น ได้แก่ 2-acetyl-l-pyrroline, (E,E)-nona-2,4-dienal, 2,3-butanediol, 1-octen-3-ol และ 4-vinyl-2-methoxyphenol ที่สูงกว่าข้าวเหนียวสีขาวในทั้งข้าวสารและข้าวหุงสุก สารเหล่านี้ทำให้ผู้บริโภครู้สึกหอมและส่งผลต่อการรับรสหวาน จึงอาจทำให้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความสูงกว่าสูตรพื้นฐาน แต่การเติมข้าวเหนียวดำในปริมาณมากเกินไปในสูตร 80:20 อาจทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นแรงเกินไปทำให้ผู้ทดสอบไม่คุ้นเคยจึงให้คะแนนต่ำกว่าสูตร 70:30 ในการทดลองพาสต้าปราศจากประกอบด้วยกัมแซนแทนและแป้งมันสำปะหลังเพื่อปรับปรุงให้เส้น

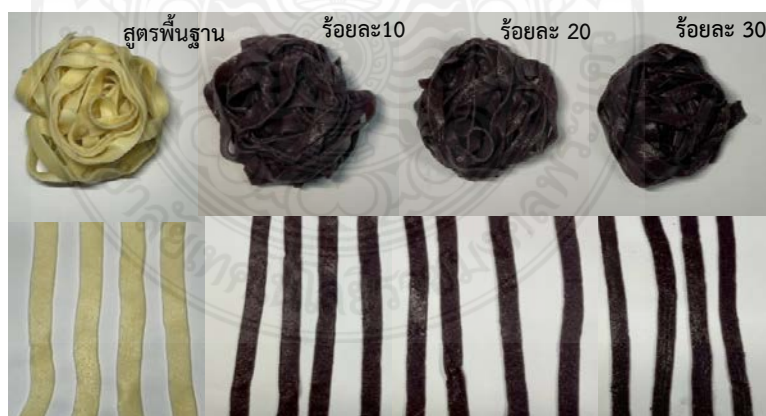
พาสต้ามีความยืดหยุ่นทดแทนโปรตีนกลูเตนในแป้งสาลี แต่ลักษณะเส้นมีลักษณะที่อ่อนนุ่ม เส้นขาดง่ายกว่าสูตรพื้นฐาน และมีความเหนียวติดกันเล็กน้อย จึงส่งผลได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมต่ำกว่าสูตรพื้นฐานเล็กน้อย

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ผู้วิจัยจึงสรุปว่าอัตราส่วน ที่ 70:30 ทำให้เส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังที่ผลิตได้มี ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส ค่าความชื้น ค่าสี ค่าลักษณะเนื้อสัมผัส ของเส้นพาสต้าใกล้เคียงกับคุณภาพของพาสต้าสูตรพื้นฐาน ดังนั้นจึงเลือกเป็นตัวแทนที่เหมาะสมในการเสริมเนื้ออกไก่

4.2 การศึกษาปริมาณเนื้อไก่ที่เหมาะสมต่อคุณภาพของพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่

4.2.1 การศึกษาปริมาณเนื้อไก่ที่เหมาะสมต่อคุณภาพของพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่

การศึกษาปริมาณเนื้อไก่ที่เหมาะสมต่อคุณภาพของพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังโดยเสริมเนื้ออกไก่ 3 ระดับในปริมาณ ร้อยละ 10 20 และ 30 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด และนำไปวิเคราะห์คุณภาพโดยการวัดค่าสี ค่าความชื้นและค่าลักษณะเนื้อสัมผัสเพื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน พบว่าค่าสี ค่าความชื้น และค่าลักษณะเนื้อสัมผัสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 4.2 เส้นพาสต้าสูตรพื้นฐาน และเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่ ในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพโดยการวิเคราะห์ค่าสีและค่าความชื้นของเส้นพาสต้าจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้อมะเขือเทศ

คุณภาพ	สูตรพื้นฐาน	ปริมาณเนื้อมะเขือเทศ (ร้อยละ)		
		10	20	30
ความชื้น	55.18±1.34 ^c	67.27±0.21 ^b	68.37±0.65 ^a	69.11±0.66 ^a
L*	78.46±0.37 ^a	36.96±0.54 ^b	34.48±0.18 ^c	33.38±0.45 ^d
a*	-1.55±0.13 ^c	7.51±0.68 ^b	7.64±0.29 ^b	7.75±0.51 ^a
b*	18.03±0.44 ^a	1.17±0.06 ^b	1.11±0.21 ^b	1.08±0.14 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4.2.1.2 ผลการทดสอบค่าสีและความชื้น

จากตารางที่ 4.4 ผลของการเสริมเนื้อมะเขือเทศมีผลต่อ ค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง ของพาสต้าปราศจากกลูเตนเสริมเนื้อมะเขือเทศเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง ของพาสต้าเสริมเนื้อมะเขือเทศที่ผลิตจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังอยู่ในช่วง 36.96 -33.38, 7.51-7.75 และ 1.17-1.08 ตามลำดับ

จากผลการทดลองจะเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของ ค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลือง และเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนเสริมเนื้อมะเขือเทศมีสีที่เข้มขึ้น(ภาพที่ 4.2) เนื่องจากการเกิดสีน้ำตาลและการเปลี่ยนสีของเมลานอยด์จากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ระหว่างน้ำตาลรีดิวซ์และโปรตีนระหว่างการปรุงอาหาร (Chhikara et al., 2019) Sofi และคณะ (2020) อธิบายว่าค่าความแตกต่างของสีในบะหมี่ที่เสริมโปรตีนเกิดจากเม็ดสีที่เกี่ยวข้องกับโปรตีนและปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction)

ค่าความชื้นพบว่าเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนเสริมเนื้อมะเขือเทศ ทั้ง 3 ระดับ มีค่าความชื้นแตกต่างจากสูตรพื้นฐานอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เนื่องจาก โปรตีนมีความสามารถอุ้มน้ำได้ทำให้เส้นพาสต้าสามารถดูดซับน้ำได้ดี

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพโดยการวิเคราะห์ค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของเส้นพาสต้าจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่

คุณภาพ	สูตรพื้นฐาน	ปริมาณเนื้ออกไก่(ร้อยละ)		
		10	20	30
Hardness (g)	165.66±12.74 ^a	164.70±10.68 ^a	162.72±14.21 ^a	158.55±11.49 ^b
Adhesiveness (g.J)	-50.23±23.31 ^a	-185.48±50.11 ^d	-146.68±26.39 ^c	-104.55±17.51 ^b
Springiness (%)	93.44±7.20 ^a	75.09±3.46 ^b	73.72±3.42 ^{bc}	68.04±11.56 ^c
Gumminess (g)	152.81±11.13 ^a	141.19±9.88 ^b	137.49±6.09 ^b	130.45±9.25 ^c
Chewiness (m.J)	142.70±10.53 ^a	130.25±7.13 ^b	96.81±12.66 ^c	87.11±10.65 ^d

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.2.1.2 ผลการทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส

จากตารางที่ 4.5 ผลของการเพิ่มปริมาณเนื้อไก่บดทำให้ค่าความแข็ง (hardness) ลดลงจาก 164.70 – 158.55 เนื่องจากปริมาณโปรตีนและความชื้นที่สูงขึ้นเมื่อปริมาณเนื้อไก่เพิ่มขึ้น รวมถึงการลดลงของเม็ดแป้งเมื่อแป้งถูกแทนที่ด้วยเนื้อไก่ นอกจากนี้ Ainsa et al. (2022) อธิบายว่าการลดลงของค่าความแข็งในพาสต้าที่เสริมด้วยปลาเกิดจากโครงสร้างสามมิติที่อ่อนแอลง เนื่องจากโปรตีนไมโอไฟบริลลาร์จากเนื้อปลารบกวนการสร้างโครงข่ายแป้ง (starch matrix) ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าเนื้อไก่จะช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการโดยเพิ่มปริมาณโปรตีน แต่ก็ขาดความสามารถในการทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบอื่น ๆ ในแป้งที่เป็นส่วนผสมของพาสต้าที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงความแน่นเนื้อ (firmness) ของเส้นพาสต้า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Verma et al. (2014)

นอกจากนี้ ค่าการยึดติดกัน (adhesiveness) ของงพาสต้าปราศจากกลูเตนเสริมอกไก่ทั้ง 3 ระดับ สูงกว่าพาสต้าสูตรพื้นฐาน และมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณแป้งที่ถูกแทนที่ด้วยเนื้ออกไก่เพิ่มขึ้น ตามที่ Milde et al. (2020) ระบุไว้ ค่าความยึดติดกันเกี่ยวข้องกับปริมาณเม็ดแป้งที่หลุดออกจากโครงสร้างพาสต้าเข้าสู่ น้ำที่ใช้ต้มเส้นพาสต้า ส่งผลให้เกิดการเคลือบบนพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ ทำให้โครงสร้างจุลภาคของพาสต้ามีการเปลี่ยนแปลง และสูญเสียความสม่ำเสมอเนื่องจากการแพร่กระจายของน้ำจากด้านนอกเข้าสู่แกนกลาง โดยเฉพาะบริเวณที่ใกล้กับพื้นผิว ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าพาสต้าที่เสริมเนื้ออกไกร้อยละ 10 ซึ่งมีปริมาณแป้งมากกว่าและมีเนื้ออกไคน้อยกว่าสูตรอื่น มีความเหนียวนุ่มมากกว่าและยึดติดกับหัววัดวัดเนื้อสัมผัสได้ดีกว่าสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ตามที่ Larrosa et al. (2016) อธิบายไว้ ความเชื่อมั่นแน่นของพาสต้าสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้

ว่าโครงสร้างของพาสต้าที่ยังคงรวมกันอยู่ได้ดีเพียงใดระหว่างการต้ม ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าค่าความยึดเกาะกันแน่น (cohesiveness) ของพาสต้าลดลงเมื่อมีการเติมน้ำในสูตรมากขึ้น

นอกจากนี้ค่าความยืดหยุ่น (springiness) ค่าพลังงานที่ทำให้อาหารแตก (gumminess) และ ค่าพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยว (chewiness) จะมีค่าลดลงเมื่อปริมาณน้ำในสูตรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) เนื่องจาก การลดลงของปริมาณแป้งควบคู่ไปกับการเพิ่มปริมาณน้ำออกไก่อาจเกี่ยวข้องโดยตรงกับการลดลงของปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรตีนและแป้ง ส่งผลให้คุณสมบัติเนื้อสัมผัสลดลงเช่นกัน

ตารางที่ 4.6 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของเส้นพาสต้าจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้อมะเขือเทศ

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	สูตรพื้นฐาน	ปริมาณเนื้อมะเขือเทศ (ร้อยละ)		
		10	20	30
ลักษณะที่ปรากฏ	6.64 ± 0.48 ^a	6.7 ± 0.46 ^a	6.42 ± 0.54 ^b	6.70 ± 0.46 ^a
สี	6.28 ± 0.70 ^{ab}	6.48 ± 0.50 ^a	6.22 ± 0.62 ^b	6.16 ± 0.62 ^b
กลิ่นรส	6.66 ± 0.48 ^a	6.12 ± 0.48 ^b	5.94 ± 0.65 ^b	5.92 ± 0.49 ^b
รสชาติ	6.50 ± 0.51 ^a	6.32 ± 0.47 ^{ab}	6.26 ± 0.53 ^b	6.18 ± 0.39 ^b
ความเหนียวนุ่ม	6.86 ± 0.64 ^a	6.62 ± 0.53 ^b	6.22 ± 0.55 ^c	6.16 ± 0.55 ^c
ความชอบโดยรวม	7.16 ± 0.55 ^a	6.70 ± 0.46 ^b	6.64 ± 0.53 ^b	6.50 ± 0.74 ^b

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.2.1.3 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของพาสต้าปราศจากกลูเตนเสริมเนื้อมะเขือเทศเปรียบเทียบกับพาสต้าสูตรพื้นฐาน พบว่าพาสต้าที่เสริมเนื้อมะเขือเทศทั้ง 3 สูตร และสูตรพื้นฐาน ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นอย่างดี ซึ่งคะแนนด้านลักษณะปรากฏและด้านสีของพาสต้าที่มีเนื้อมะเขือเทศร้อยละ 10 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) เมื่อเทียบกับพาสต้าสูตรพื้นฐาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบยังคงยอมรับพาสต้าที่ทำจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง แม้ว่าส่วนผสมเหล่านี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีที่แตกต่างจากพาสต้าทั่วไป อย่างไรก็ตาม คะแนนด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมลดลงอย่างมี

นัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรสูตรพื้นฐาน พาสต้าปราศจากกลูเตนเสริมเนื้อมะเขือเทศ 20 และร้อยละ 30 ได้รับคะแนนความชอบลดลงมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรสูตรพื้นฐาน และเสริมเนื้อมะเขือเทศ 20 การลดลงของ คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและด้านสี อาจเกิดเนื่องจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ การเกิดออกซิเดชันของไขมัน และปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการเตรียมและต้มเส้นพาสต้า ผลการศึกษาที่คล้ายกันนี้ถูกรายงานโดย Verma et al. (2015) ในการพัฒนาบะหมี่ที่ใช้แป้งสาลีขัดขาวเสริมด้วยเนื้อไก่สด และโดย Kumar et al. (2019) ในบะหมี่ที่เสริมด้วยผงของเนื้อไก่

ค่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นและรสชาติของพาสต้าที่เสริมเนื้อมะเขือเทศ 10 20 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) แต่ต่ำกว่าคะแนนความชอบของตัวอย่างสูตรสูตรพื้นฐาน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการขาดกลิ่นรสของเนื้อสัตว์ที่ชัดเจน คะแนนการยอมรับโดยรวมของพาสต้าเสริมเนื้อมะเขือเทศ 10 20 และ 30 ต่ำกว่าตัวอย่างสูตรสูตรพื้นฐาน อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกันเอง ($p \geq 0.05$) ในพาสต้าปราศจากกลูเตนเสริมเนื้อมะเขือเทศ สูตรที่มีเนื้อมะเขือเทศ 10 ได้รับคะแนนใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐาน มากที่สุด ทำให้เป็นสูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด อาจเป็นผลมาจากการผสมและยึดเกาะกันระหว่างแป้ง แชนแทนกัม และเนื้อไก่ที่ดีขึ้นในระดับนี้ รวมถึงคุณสมบัติของอิมัลชันที่ดีขึ้น ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับงานของ Verma et al. (2014) ศึกษาการเติมเนื้อไก่ลงในบะหมี่ที่ทำจากแป้งสาลี ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการไม่มีแป้งสาลีมีผลต่อความชอบของผู้บริโภค โดยเฉพาะในด้านกลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสผู้วิจัยจึงสรุปว่าการเพิ่มอัตราของเนื้อมะเขือเทศในปริมาณ ร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ทำให้เส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนเสริมเนื้อมะเขือเทศที่ผลิตได้ มีค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส ค่าความชื้น ค่าสี และค่าลักษณะเนื้อสัมผัส ของเส้นพาสต้าใกล้เคียงกับคุณภาพของพาสต้าสูตรพื้นฐาน เป็นตัวแทนในการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค

4.3 การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค

ในการศึกษารั้งนี้ ได้นำเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้อมะเขือเทศ ไปศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 80 คน ซึ่งเป็นผู้บริโภคทั่วไป ด้วยแบบสอบถามการยอมรับทางผลิตภัณฑ์ของเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้อมะเขือเทศ ทั้งหมด 3 ส่วน ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้บริโภค ,ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค ผลแสดงดังตารางที่ 4.7- 4.9

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	33	41.25
หญิง	47	58.75
รวม	80	100.00
2. อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	0	0.00
20-25 ปี	43	53.75
26-30 ปี	1	1.25
31-35 ปี	14	17.50
36-40 ปี	16	20.00
มากกว่า 41 ปี	6	7.50
รวม	80	100.00
3. ระดับการศึกษา		
ต่ำกว่า ปวช./ม.ปลาย	0	0.00
ปวช./ม.ปลาย	0	0.00
ปวส./อนุปริญญา	0	0.00
ปริญญาตรี	74	92.50
สูงกว่าปริญญาตรี	6	7.50
รวม	80	100.00
4. อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	42	52.50
รัฐวิสาหกิจ	7	8.75
ข้าราชการ	11	13.75
พนักงานเอกชน	9	11.325

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
ธุรกิจส่วนตัว	11	13.75
รับจ้าง	0	0.00
ไม่ได้ประกอบอาชีพ	0	0.00
อื่น ๆ (โปรดระบุ)	0	0.00
รวม	80	100.00
5. รายได้เฉลี่ย / เดือน		
น้อยกว่า 5,000 บาท	16	20.00
5,000 - 10,000 บาท	17	21.25
10,001 - 15,000 บาท	6	7.50
15,001 - 20,000 บาท	30	37.50
มากกว่า 20,000 บาท	11	13.75
รวม	80	100.00

จากข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่าผู้บริโภคร้อยละ 58.8 และเพศชายร้อยละ 41.3 โดยมีอายุอยู่ช่วง 20-25 ปี ร้อยละ 53.8 และรองลงมาอายุ 36-40 ปี ร้อยละ 20 การศึกษาส่วนใหญ่จบในระดับปริญญาตรี ร้อยละ 92.5 รองลงมาคือ สูงกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 7.5 อาชีพส่วนใหญ่ เป็นนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 52.5 และรองลงมาเป็นข้าราชการและธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 13.8 มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 15,001 - 20,000 บาท ร้อยละ 37.5 และรองลงมา 5,000 - 10,000 บาท ร้อยละ 21.3

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม

ปัจจัย	จำนวน	ร้อยละ
1. ท่านมีความรู้สึกอย่างไรต่อการรับประทานเส้นพาสต้า		
ชอบ	61	76.25
บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	19	23.75
ไม่ชอบ	0	0.00
รวม	80	100.00
2. ความถี่ในการรับประทานเส้นพาสต้าของท่านมีในระดับใด		
6 ครั้ง/เดือน	2	2.50
5 ครั้ง/เดือน	2	2.50
4 ครั้ง/เดือน	9	11.25
3 ครั้ง/เดือน	44	55.00
น้อยกว่า 1-2 ครั้ง/เดือน	23	28.75
รวม	80	100.00
3. ปัจจัยที่มีผลต่อความถี่ในการรับประทานเส้นพาสต้าคืออะไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
รสชาติ	68	52.71
สะดวกในการรับประทาน	25	19.38
ให้พลังงานสูง	10	7.75
มีคุณค่าทางโภชนาการ	9	6.98
ราคาไม่แพง	17	13.18
รวม	129	100.00
4. หากท่านรับประทานเส้นพาสต้า ท่านจะพิจารณาจากสิ่งใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
รสชาติ	53	25.60
ลักษณะรูปร่าง	32	15.46
ความเหนียวนุ่ม	47	22.71
สี	16	7.73

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ปัจจัย	จำนวน	ร้อยละ
สถานที่	3	1.45
ราคา/ปริมาณที่บรรจุ	42	20.29
คุณค่าทางโภชนาการ	14	6.76
รวม	207	100.00
5. ค่าใช้จ่ายแต่ละครั้งที่ท่านซื้อเส้นพาสต้า		
น้อยกว่า 100 บาท	40	50.00
100 - 300 บาท	39	48.75
มากกว่า 300 บาท	1	1.25
รวม	80	100.00
6. ผู้ที่มีอิทธิพลในการเลือกซื้อเส้นพาสต้า (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)		
ครอบครัว	46	50.55
เพื่อน	34	37.36
ญาติ	11	12.09
รวม	91	100.00

จากข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติจากผู้บริโภคต่อการรับประทานเส้นพาสต้า พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความรู้สึกชอบ คิดเป็นร้อยละ 76.3 และบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ คิดเป็นร้อยละ 23.8 และมีความถี่ในการรับประทานมากที่สุดอยู่ที่ 3 ครั้ง/เดือน คิดเป็นร้อยละ 55.0 และน้อยกว่า 1-2 ครั้ง/เดือน คิดเป็นร้อยละ 28.7 โดยปัจจัยที่มีผลต่อความถี่ในการรับประทาน คือ ชอบในด้านรสชาติ คิดเป็นร้อยละ 52.7 รองลงมา คือ สะดวกในการรับประทาน คิดเป็นร้อยละ 19.4 โดยเหตุผลในการรับประทาน พิจารณาจาก รสชาติ คิดเป็นร้อยละ 25.6 และรองลงมา ความเหนียวนุ่ม คิดเป็นร้อยละ 22.7 ค่าใช้จ่ายแต่ละครั้งที่ซื้อเส้นพาสต้า น้อยกว่า 100 บาท คิดเป็นร้อยละ 50 รองลงมา คือ 100 - 300 บาท คิดเป็นร้อยละ 48.8 ผู้ที่มีอิทธิพลในการเลือกซื้อเส้นพาสต้า คือ ครอบครัว คิดเป็นร้อยละ 50.5 รองลงมา คือ เพื่อน คิดเป็นร้อยละ 37.4

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ปัจจัย	จำนวน	ร้อยละ
1. ความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์พาสต้าปราศจากกลูเตนจากข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่		
ชอบมากที่สุด	2	2.50
ชอบมาก	31	38.75
ชอบปานกลาง	37	46.25
ชอบเล็กน้อย	10	12.50
บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	0	0.00
ไม่ชอบเล็กน้อย	0	0.00
ไม่ชอบปานกลาง	0	0.00
ไม่ชอบมาก	0	0.00
ไม่ชอบมากที่สุด	0	0.00
รวม	80	100.00

ปัจจัย	ระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
2. เหตุผลในการยอมรับผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่					
สี	12	54	14	0	0
กลิ่น	2	26	52	0	0
รสชาติ	1	31	48	0	0
ความเหนียวนุ่ม	0	19	61	0	0
ค่าทางโภชนาการ	7	57	16	0	0

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ปัจจัย	จำนวน	ร้อยละ
3. ถ้ามีผลิตภัณฑ์พาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้อมะเขือเทศ จำหน่ายท่านสนใจที่จะรับประทานหรือไม่		
สนใจ	67	83.75
ไม่สนใจ	13	16.25
รวม	80	100.00
4. ถ้าราคาจำหน่ายพาสต้าสดพร้อมบริโภค ต่อ 1 หน่วยบริโภคอยู่ที่ 69.00 บาท ราคาที่เหมาะสมในการจัดจำหน่ายของพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้อมะเขือเทศ ต่อ 1 หน่วยบริโภค (120 กรัม) ควรอยู่ที่เท่าไร		
73.00 บาท	15	18.75
75.00 บาท	47	58.75
78.00 บาท	18	22.50
81.00 บาท	0	0.00
รวม	80	100.00
5. ท่านต้องการให้พาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้อมะเขือเทศ วางจำหน่ายในสถานที่ใดบ้าง (สามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1ข้อ)		
ศูนย์อาหารตามห้างสรรพสินค้า	50	37.31
ร้านอาหารประเภทจานด่วน	31	23.13
ซูเปอร์มาร์เก็ต	53	39.55
รวม	134	100.00

จากข้อมูลด้านการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ปัจจัยด้านความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์พาสต้าของผู้บริโภคให้การยอมรับในระดับ ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 46.3 และรองลงมาอยู่ในระดับ ชอบมาก คิดเป็นร้อยละ 38.8 เหตุผลที่ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้อมะเขือเทศ ในด้านที่มากที่สุด คือ สี และ ค่าทางโภชนาการอยู่ในระดับมาก ด้านที่รองลงมาคือ กลิ่น , รสชาติ และความเหนียวนุ่ม อยู่ในระดับกลาง ถ้ามี

ผลิตภัณฑ์พาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่
จำหน่ายผู้บริโภคมีความสนใจที่จะบริโภค คิดเป็นร้อยละ 83.8 และ ผู้บริโภคส่วนใหญ่คิดว่าราคาที่
เหมาะสมในการจัดจำหน่ายของเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมัน
สำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่ ต่อ 1 หน่วยบริโภค (120 กรัม) ควรอยู่ที่ 75.00 บาท คิดเป็นร้อยละ 58.8
และ 78.00 บาท คิดเป็นร้อยละ 22.4 จากราคาเดิม 69.00 บาท และสถานที่วางจำหน่ายที่
เหมาะสม คือซูเปอร์มาร์เก็ต คิดเป็นร้อยละ 39.6 และศูนย์อาหารตามห้างสรรพสินค้า คิดเป็น
ร้อยละ 37.3%



บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 การศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังในการผลิตเส้นพาสต้า

ผลการประเมินคุณภาพทางกายภาพและผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง ทั้ง 3 สูตร พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งข้าวเหนียวดำ : แป้งมันสำปะหลัง คือ อัตราส่วน ที่ 70:30 ซึ่งผลของคุณภาพทางกายภาพและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐาน จึงเป็นสูตรที่เหมาะสมในการเสริมเนื้ออกไก่

5.1.2 การศึกษาปริมาณเนื้ออกไก่ที่เหมาะสมต่อคุณภาพของเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่

ผลการประเมินคุณภาพทางกายภาพและผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปริมาณเนื้ออกไก่ที่เหมาะสมต่อคุณภาพของเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนทั้ง 3 สูตร พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของเนื้ออกไก่ คือ ปริมาณร้อยละ 10 ซึ่งผลของคุณภาพทางกายภาพและประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐาน จึงเป็นสูตรที่เหมาะสมในการการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

5.1.3 การศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค

พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุอยู่ในช่วง 20-25 ปี ระดับการศึกษาปริญญาตรี มีรายได้ 15,001 - 20,000 บาท บาท ความถี่ในการรับประทานเส้นพาสต้า 3 ครั้ง/เดือน และ ปัจจัยที่มีผลต่อความถี่ในการรับประทาน คือ รสชาติ เหตุผลที่รับประทาน คือ รสชาติ ค่าใช้จ่ายต่อครั้งคือ น้อยกว่า 100 บาท ผู้ที่มีอิทธิพลคือครอบครัว ส่วนใหญ่มีความรู้สึกกับผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่ อยู่ในระดับความชอบปานกลาง การยอมรับผลิตในผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่ ด้านสีและค่าทางโภชนาการ อยู่ในระดับมาก ยอมรับราคา

จำหน่าย ต่อ 1 หน่วยบริโภค (120 กรัม) คือ จำหน่ายที่ราคา 75.00 บาท สถานที่เหมาะสมในการจำหน่าย คือ ซูเปอร์มาร์เก็ต

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1) ควรมีการใช้สารสารไฮโดรคอลลอยด์ตัวอื่น ช่วยเสริมผลิตภัณฑ์ให้ลักษณะทางเนื้อสัมผัสดีขึ้น

5.2.2) อาจเปลี่ยนแป้งชนิดอื่นมาทดแทนแป้งสาลีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

5.2.3) การเสริมโปรตีนสามารถเปลี่ยนเป็นโปรตีนอื่นเพื่อเพิ่มลักษณะทางเนื้อสัมผัสและรสชาติของผลิตภัณฑ์และอาจจะเปลี่ยนจากโปรตีนสดเป็นโปรตีนแห้งเพื่อลดความชื้นในผลิตภัณฑ์

5.2.4) ควรมีการวิเคราะห์คุณภาพหลังการต้มเส้น เพื่อให้รู้ถึงสาเหตุการขาดของเส้น



เอกสารอ้างอิง

- กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2550). เทคโนโลยีของแป้ง. (พิมพ์ครั้งที่ 4) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชนิษฐา หมวด. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนอบแห้งจากแป้งข้าวสังข์หยด. *วารสารวิจัย มทร.กรุงเทพ (UTK Research journal)*, 12(2), 91-102.
- คีนจันทร์ ณ นคร. (2552). ผลของปริมาณอะมิโลสและสภาวะการผลิตต่อสมบัติเชิงหน้าที่ของสตาร์ชข้าวพรีเจลาติไนซ์. สาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- จิตธนา แจ่มเมฆ สายสนม ประดิษฐ์ดวง และ ทนง ภัทรชพันธ์. (2545). *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร*. (พิมพ์ครั้งที่ 4) .มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชุดิมา มุสิกะเจริญ. (2565, 15 มีนาคม). ศูนย์วิจัยกสิกรฯ เผยความขัดแย้งระหว่างรัสเซียยูเครน ดันราคาข้าวสาลีโลกซ้ำเติมราคาอาหารไทยให้สูงขึ้นสำนักข่าวอีไฟแนนซ์ไทย
<https://www.efinancethai.com/LastestNews/LatestNewsMain.aspx?ref=A&id=a2thbVVTexZPNW89&security=KBANK>
- ชัยณรงค์ คันธนพนิต. (2529). *วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์*. ไทยวัฒนาพานิช.
- ดำเนิน กาละดี, พันทิพา พงษ์เพียจันทร์ และคันสนีย์ จำจด. (2543). พันธุศาสตร์การปรับปรุงพันธุ์และโภชนศาสตร์เกษตรของข้าวเหนียวดำ: รายงานการวิจัย = Genetics, breeding and agriculture nutritional immunity of purple rice (*Oryza sativa* L.) / เชียงใหม่ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นรินทร์ เจริญพันธ์ และ วิยดา กวานเทียน. (2561). ผลของแป้งจากเศษเหลือทิ้งของทุเรียนต่อคุณภาพของพาสต้าปราศจากกลูเตน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 26(5), 803-814.
- น้องกระเพรา. (2566). รู้จักพาสต้าชนิดต่าง ๆ พร้อมเมนูแนะนำ. <https://blog.cookpad.com/th/pasta-type/>
- นิธิยา รัตนานนท์. (2551). *เคมีอาหาร*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). โอเดียนสโตร์.
- บงกช วรรณะภูติ. (2555). อาหารไร้สารกลูเตนและโอกาสของประเทศไทย. http://www.ostc.thaiembdc.org/test_2012/article_April_12
- พรรณทิพา เจริญไทยกิจ, อภิษฐา พรหมมินทร์, อาทิตยา สุธนนันต์, อีรารัตน์ อธิธิโสภณกุล, พิสุทธิ หนักแน่น และ พงษ์นิย พงศ์พจน์ . (2561). สมบัติทางเคมีกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้ง ข้าวกล้องเสริมคุณค่าโปรตีนไข่ขาว . *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 28(3), 627-638.

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

- พัชรินทร์ ชุบไธสง. (2563). *การปรับปรุงคุณภาพทางโภชนาการของพาสต้าปราศจากกลูเตนอบแห้งเสริมสาหร่ายไก่อ*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี . <http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/bitstream/123456789/4055/1/RMUTT-170548.pdf>
- วรรณวิบูลย์ กาญจนกฤษ. (2559). *บทที่ 15 ไข่และผลิตภัณฑ์: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร (เล่ม 2)*. กรุงเทพฯ
- ศุภักษร มาแสวง, จารีย์ กระแสบัว, สุพัตราจันทา และ จีระนันท์ วงศ์ทัตญ. (2566). การศึกษาคุณภาพพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวและแป้งถั่วเขียว. *วารสารเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร*, 5(1), 1-16.
- โสธยา เกิดพิบูลย์ , ณัฐพร โชติกาวิรินทร์, วรพจน์ ภมร,ศุภกรณ์ วัฒนศรี และ พสธร ผ่องแผ้ว. (2561) .การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นบะหมี่จากวัตถุดิบเนื้อสัตว์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 27(1), 68-77.
- สุวรรณ อุปติสสกุล. (2547). *ไข่และเนื้อไก่*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุเมธ เพียรุระ. (2564). การพัฒนาผลิตภัณฑ์พาสต้าแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ปราศจากกลูเตนเสริมจึงหรีดผง โดยกระบวนการเอกซ์ทรูชัน.มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูนผลกุล. (2557). *หลักการประกอบอาหาร*. (พิมพ์ครั้งที่ 11). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Adom, K. K., & Liu, R. H. (2002). Antioxidant activity of grains. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 50(21), 6182-6187.
- Ainsa, A., Roldan, S., Marquina, P. L., Roncalés, P., Beltrán, J. A., & Calanche Morales, J. B. (2022). Quality parameters and technological properties of pasta enriched with a fish by-product: A healthy novel food. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(2), e16261.
- Ajarayasiri J, Chaiseri S. Comparative study on aroma-active compounds in Thai, black and white glutinous rice varieties. *Agric Nat Resour* 2008;42:715-22. Available from: <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/anres/article/view/244508>

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

- Barak, S., Mudgil, D., & Khatkar, B. S. (2014). Effect of compositional variation of gluten proteins and rheological characteristics of wheat flour on the textural quality of white salted noodles. *International journal of food properties*, 17(4), 731-740.
- Bouasla, A., & Wójtowicz, A. (2021). Gluten-free rice instant pasta: Effect of extrusion-cooking parameters on selected quality attributes and microstructure. *Processes*, 9(4), 693.
- Cai, J., Chiang, J. H., Tan, M. Y. P., Saw, L. K., Xu, Y., & Ngan-Loong, M. N. (2016). Physicochemical properties of hydrothermally treated glutinous rice flour and xanthan gum mixture and its application in gluten-free noodles. *Journal of Food Engineering*, 186, 1-9.
- Chen, T., Xie, L., Wang, G., Jiao, J., Zhao, J., Yu, Q., ... & Xie, J. (2024). Anthocyanins-natural pigment of colored rice bran: Composition and biological activities. *Food Research International*, 175, 113722.
- Chhikara, N., Kushwaha, K., Jaglan, S., Sharma, P., & Panghal, A. (2019). Nutritional, physicochemical, and functional quality of beetroot (*Beta vulgaris* L.) incorporated Asian noodles. *Cereal Chemistry*, 96(1), 154-161.
- Chisenga, S. M., Workneh, T. S., Bultosa, G., & Alimi, B. A. (2019). Progress in research and applications of cassava flour and starch: a review. *Journal of food science and technology*, 56, 2799-2813.
- Das, M., Dash, U., Mahanand, S. S., Nayak, P. K., & Kesavan, R. K. (2023). Black rice: A comprehensive review on its bioactive compounds, potential health benefits and food applications. *Food Chemistry Advances*, 3, 100462.
- Devi, L. M., & Badwaik, L. S. (2022). Variety difference in physico-chemical, cooking, textural, pasting and phytochemical properties of pigmented rice. *Food Chemistry Advances*, 1, 100059.
- Duyi Samyor, D. S., Das, A. B., & Deka, S. C. (2017). Pigmented rice a potential source of bioactive compounds: a review.

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

- Gambus, H., Sikora, M., & Ziobro, R. (2007). The effect of composition of hydrocolloids on properties of gluten-free bread. *Acta scientiarum polonorum technologia alimentaria*, 6(3), 61-74.
- Giese, J. (1992). Pasta: New twist on an old product. *Food Technology*, 46, 118-126.
- Giménez, M.A., Gonzalez, R.J., Wagner, R.T. Lobo, M.O., and Samman, N.C. (2013). Effect of extrusion conditions on physicochemical and sensorial properties of corn-broad beans (*Vicia faba*) spaghetti type pasta. *Food Chemistry*, 136, 538-545.
- Gross, B. L., Skare, K. J., & Olsen, K. M. (2009). Novel Phr1 mutations and the evolution of phenol reaction variation in US weedy rice (*Oryza sativa*). *New Phytologist*, 184(4), 842-850.
- Halim, Y., Angelina, B., Hardoko, H., & Handayani, R. (2023, June). Characteristics of dried noodle analogue made from sorghum flour and rice flour added with konjac glucomannan. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1200, No. 1, p. 012032). IOP Publishing.
- Hua, Y., Cui, S. W., & Wang, Q. (2003). Gelling property of soy protein–gum mixtures. *Food Hydrocolloids*, 17(6), 889-894.
- Ito, V. C., & Lacerda, L. G. (2019). Black rice (*Oryza sativa* L.): A review of its historical aspects, chemical composition, nutritional and functional properties, and applications and processing technologies. *Food chemistry*, 301, 125304.
- Kaur, S., & Das, M. (2011). Functional foods: An overview. *Food Science and Biotechnology*, 20, 861-875.
- Kemashalini K, Prasantha BR, Chandrasiri KAKL. Physico-chemical properties of high and low amylose rice flour. *AFSE* 2018;2:115-24. doi:10.22606/AFSE.2018.24003
- Kong S, Kim DJ, Oh SK, Choi IS, Jeong HS, Lee J. Black rice bran as an ingredient in noodles: Chemical and functional evaluation. *J Food Sci* 2012;77:C303-7. doi:10.1111/j.1750-3841.2011.02590.x.

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

- Kumar, S., Khanna, N., Vaquil, R. D., & Yadav, S. (2019). Development and Evaluation of Quality of Noodles Enriched with Chicken Meat Powder. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 8(8), 2282-2289.
- Larrosa, V., Lorenzo, G., Zaritzky, N., & Califano, A. (2013). Optimization of rheological properties of gluten-free pasta dough using mixture design. *Journal of Cereal Science*, 57(3), 520-526.
- Larrosa, V., Lorenzo, G., Zaritzky, N., & Califano, A. (2016). Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta. *Lwt*, 70, 96-103.
- Lin, P. Y., & Lai, H. M. (2011). Bioactive compounds in rice during grain development. *Food chemistry*, 127(1), 86-93.
- Marti, A., Seetharaman, K.S., and Pagani. M.A. (2010). Rice-based pasta: A comparison between conventional pasta-making and extrusion cooking. *Journal of Cereal Science*, 52, 404-409.
- Matsuo, T., Y. Futsuhara, F. Kikuchi and H. Yamaguchi. 1997. *Science of the Rice Plant*. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center. 1008 p.
- Mau, J. L., Lee, C. C., Chen, Y. P., & Lin, S. D. (2017). Physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of chiffon cake prepared with black rice as replacement for wheat flour. *Lwt*, 75, 434-439.
- Mhaske, P., Wang, Z., Farahnaky, A., Kasapis, S., & Majzoobi, M. (2022). Green and clean modification of cassava starch—effects on composition, structure, properties and digestibility. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(28), 7801-7826.
- Milde, L. B., Chigal, P. S., Olivera, J. E., & González, K. G. (2020). Incorporation of xanthan gum to gluten-free pasta with cassava starch. Physical, textural and sensory attributes. *Lwt*, 131, 109674.
- Musika, J., Kapcum, C., Itthivadhanapong, P., Musika, T., Hanmontree, P., & Piayura, S. (2024). Enhancing nutritional and functional properties of gluten-free Riceberry rice pasta supplemented with cricket powder using D-optimal mixture design. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1417045.

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

- Oltramari, K., Madrona, G. S., Neto, A. M., de Moraes, G. R., Baesso, M. L., de Cássia Bergamasco, R., & de Moraes, F. F. (2017). Citrate esterified cassava starch: Preparation, physicochemical characterisation, and application in dairy beverages. *Starch-Stärke*, 69(11-12), 1700044.
- Outlook, O. F. A. (2021). *Oecd-fao agricultural outlook 2021–2030*. Outlook, 2030.
- Pagani, M A. (1986). Pasta products from nonconventional raw materials. In: Mercier, C., and Cantarelli, C. (eds), *Pasta and extrusion cooked foods: some technological and nutritional aspects*. Elsevier applied science publisher, New York, pp 52-68.
- Phengrat, J. and S. Jearakongman. 2009. Black Glutinous Rice: Various Benefits, Composite Thinking, Enhancing Thai Economic Opportunities. pp. 325-342. In *Proceedings of Rice and Temperate Cereal Crops Annual Conference 2009*. Bangkok: Division of Rice Research and Development. [in Thai]
- Pongsawatmanit, R., S. Ketjarut, P. Choosuk, and P. Hanucharoenkul. (2018). Effect of carboxymethyl cellulose on properties of wheat flour-tapioca starch based batter and fried battered chicken product. *Agriculture and Natural Resources*, 52:565-572.
- Rahman, M. M., et al. 2013. The genetic constitutions of complementary genes Pp and Pb determinethe purple color variation in pericarps with cyanidin-3-O-glucoside depositions in black rice.
- Sangma, H. C. R., & Parameshwari, S. (2024). Exploring the Proximate Composition, Antioxidant Content, Glycemic Index, and Microbiological Analysis of Idiyappam Enriched with Black Rice (*Oryza sativa* L. indica) Flour. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 21(1), 325-339.
- Sethi S, Nanda SK, Bala M. Quality assessment of pasta enriched with anthocyanin-rich black rice bran. *J Food Process Preserv* 2020;44:1-12. doi:10.1111/jfpp.14952
- Singh N, Singh J, Sodhi NS. Morphological, thermal, rheological and noodle-making properties of potato and corn starch. *J Sci Food Agric* 2002;82:1376-83. doi:10.1002/jsfa.1194.

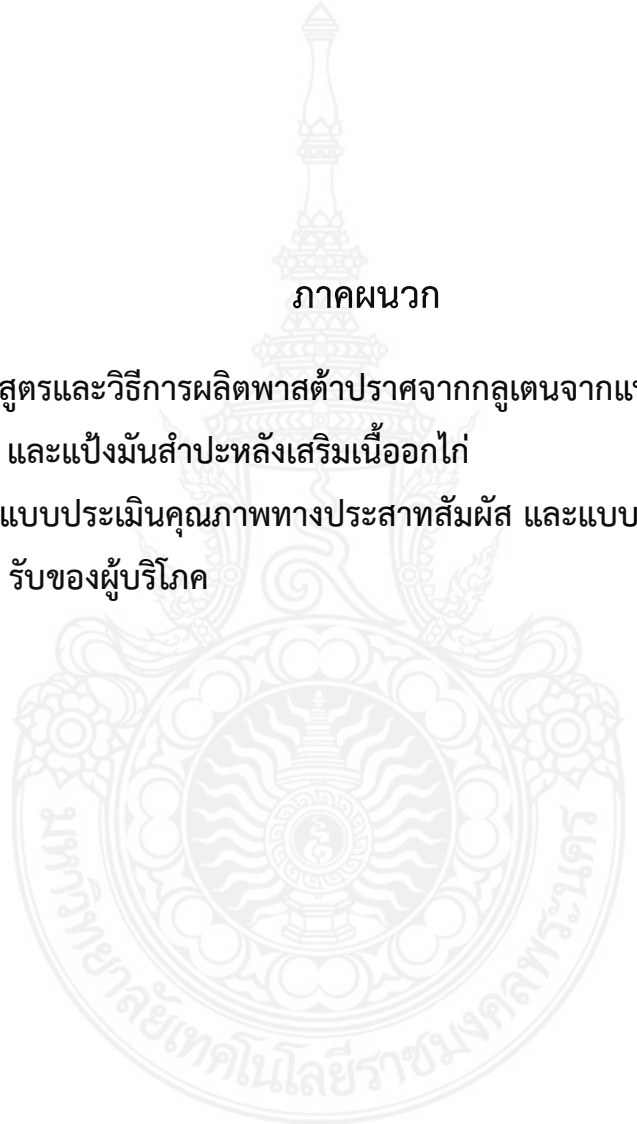
เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

- Sozer, N., Dalgıç, A. C., & Kaya, A. (2007). Thermal, textural and cooking properties of spaghetti enriched with resistant starch. *Journal of Food Engineering*, 81(2), 476-484.
- Subanmanee, N, Sarasuk, C, Wongtom, R, Khampaen, W. Changes in the Physical, Chemical and Sensory Properties of Pasta Made by Partially Substituting Wheat Flour with Black Glutinous Rice Flour. *AJFAND* 2024;24:24138-60. doi: 10.22004/ag.econ.348048
- Sugih, A. K., Christabella, L., Kristianto, H., & Prasetyo, S. (2019, December). Effect of different types of phosphorylating reagent on the synthesis of modified tapioca starch. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 673, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.
- Szczesniak, A. S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13(4), 215-225. [http://dx.doi.org/10.1016/S0950-3293\(01\)00039-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0950-3293(01)00039-8).
- Tester, R. F, & Morrison, W. R. (1990). Swelling and gelatinization of cereal Effects of amylopectin, amylose, and lipids. *Cereal Chemistry*, 67, 551e557.
- Udachan, I. S., & Sahoo, A. K. (2017). Effect of hydrocolloids in the development of gluten free brown rice pasta. *International Journal of ChemTech Research*, 10(6), 407-415.
- Verma, A. K., Pathak, V., & Singh, V. P. (2014). Quality characteristics of value-added chicken meat noodles. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 4(1), 1.
- Verma, A. K., Pathak, V., Umaraw, P., & Singh, V. P. (2015). Quality characteristics of refined wheat flour (maida) based noodles containing chicken meat stored at ambient temperature under aerobic conditions. *Nutrition & Food Science*, 45(5), 753-765.
- Wang, Z., Mhaske, P., Farahnaky, A., Kasapis, S., & Majzoobi, M. (2022). Cassava starch: Chemical modification and its impact on functional properties and digestibility, a review. *Food Hydrocolloids*, 129, 107542.

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

Zhu, F. (2015). Composition, structure, physicochemical properties, and modifications of cassava starch. Carbohydrate polymers, 122, 456-480.





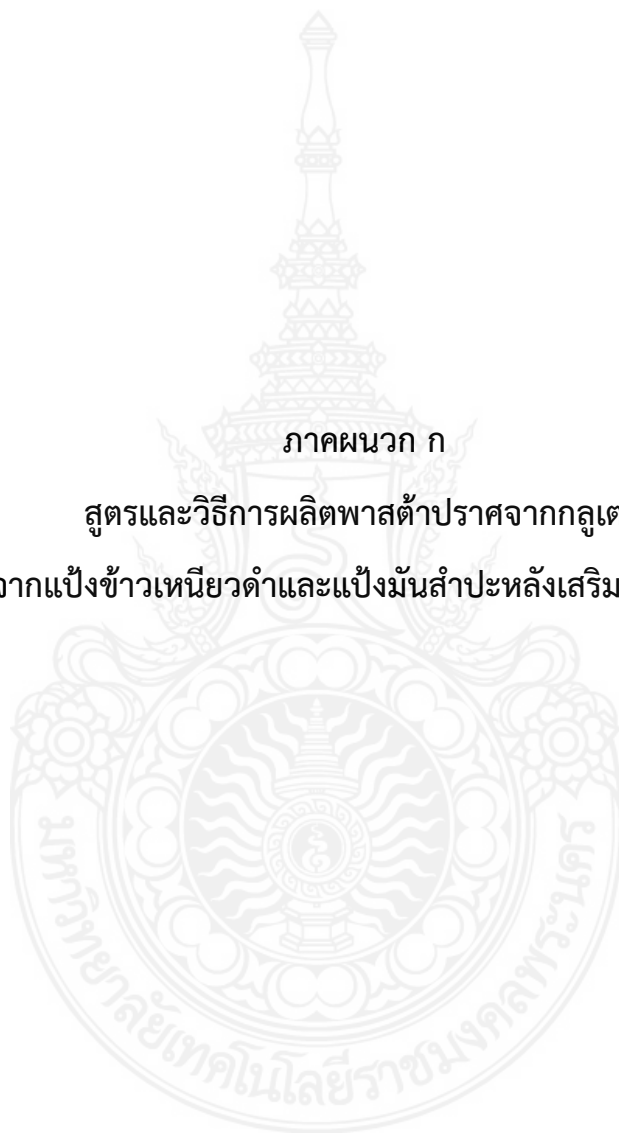
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก สูตรและวิธีการผลิตพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำ
และแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่

ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และแบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค

ภาคผนวก ก

สูตรและวิธีการผลิตพาสต้าปราศจากกลูเตน
จากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่



สูตรมาตรฐานเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตน

ส่วนผสม	กรัม
แป้งสาลีเอนกประสงค์	500
ไข่ไก่	400
เกลือ	5
น้ำมันมะกอก	15
น้ำ	60

วิธีการทำ

1. เทแป้ง และเกลือลงในเครื่องผสมแป้ง
2. เทน้ำและน้ำมันมะกอกใส่เครื่องผสมแป้ง
3. เปิดเครื่องผสมแป้ง นวดส่วนผสมให้เข้ากันด้วยความเร็ว เบอร์ 3 ระยะเวลา 5 นาที
4. แบ่งแป้งโดว์เป็นก้อนขนาด 85 กรัม ปิดด้วยฟิล์มถนอมอาหาร พักในตู้เย็น ระยะเวลา 15 นาที
5. โรยแป้งนวลบนโต๊ะ จากนั้นรีดแป้งโดว์ให้เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้า
6. รีดแผ่นแป้งด้วยเครื่องรีดแป้งที่เบอร์ 0 ถึง 5 ทำซ้ำ 2 รอบ รีดซ้ำตามลำดับ
7. ตัดแป้งให้เป็นเส้นเฟตตูชินี พักเส้นไว้เป็นระยะเวลา 15 นาที
8. ต้มน้ำเดือด ใส่เส้นพาสต้า จับเวลา 2 นาที ตักขึ้นใส่ลงถาดคลุกน้ำมันมะกอก

ที่มา: ดัดแปลงจาก ขนิษฐา หมดเอียด (2561)

สูตรในการผลิตเส้นปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่
(สูตรเนื้อไก่ ร้อยละ10ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด)

ส่วนผสม	กรัม
แป้งข้าวเหนียวดำ	350
แป้งมันสำปะหลัง	150
เกลือ	5
แซนแทนกัม	25
เนื้ออกไก่ปั่น	50
น้ำมันมะกอก	15
น้ำ	350

วิธีการทำ

1. เท ข้าวเหนียวดำ แป้งมันสำปะหลัง แซนแทนกัม เกลือ และ เนื้ออกไก่ปั่น ลงในเครื่องผสมแป้ง
2. เทน้ำและน้ำมันมะกอกใส่เครื่องผสมแป้ง
3. เปิดเครื่องผสมแป้ง นวดส่วนผสมให้เข้ากันด้วยความเร็ว เบอร์ 3 ระยะเวลา 5 นาที
4. แบ่งแป้งโดว์เป็นก้อนขนาด 85 กรัม ปิดด้วยฟิล์มถนอมอาหาร พักในตู้เย็น ระยะเวลา 15 นาที
5. โรยแป้งนวลบนโต๊ะ จากนั้นรีดแป้งโดว์ให้เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้า
6. รีดแผ่นแป้งด้วยเครื่องรีดแป้งที่เบอร์ 0 ถึง 5 ทำซ้ำ2รอบ รีดซ้ำตามลำดับ
7. ตัดแป้งให้เป็นเส้นเฟตตูชินี พักเส้นไว้เป็นระยะเวลา 15 นาที
8. ต้มน้ำเดือด ใส่เส้นพาสต้า จับเวลา 2 นาที ตักขึ้นใส่ลงถาดคลุกน้ำมันมะกอก

ที่มา: ดัดแปลงจาก ขนิษฐา หมวดเอียด (2561)

สูตรซอสครีมเห็ด

ส่วนผสม	กรัม
1.วิปปิงครีม	70
2.นมสด	20
3.น้ำสต็อกไก่	50
3.หอมใหญ่หั่นเต๋าละเอียด	10
4.กระเทียมหั่นเต๋าละเอียด	10
5.เห็ดแชมปิญอง	40
6. เกลือ	5
7.น้ำตาล	5
8.พริกไทย	5
9.เนยจืด	30
10. แป้งสาลีอเนกประสงค์	20

วิธีการทำ

1. ตั้งกระทะเปิดไฟกลาง ใส่เนยจืด
2. ใส่หอมใหญ่และกระเทียม ผัดจนสุกใส หลังจากนั้นใส่แป้งสาลีอเนกประสงค์ ผัดจนแป้งสุก
3. ใส่น้ำสต็อกไก่และนมสด คนให้แป้งละลายและเริ่มข้นหนืด
4. ใส่วิปปิงครีม และเห็ดหอม คนให้เข้ากัน ปรงรสด้วยเกลือ น้ำตาล และพริกไทย

กรรมวิธีการผลิตพาสต้าเส้นปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริม
เนื้ออกไก่ (สูตรเนื้อไก่ ร้อยละ10ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด)

ขั้นตอนวิธีการทำ



1. เท ข้าวเหนียวดำ แป้งมันสำปะหลัง
แซนแทนกัม เกลือและเนื้ออกไก่ป่น
ลงในเครื่องผสมแป้ง

2. เทน้ำและน้ำมันมะกอกใส่เครื่องผสมแป้ง



3. เปิดเครื่องผสมแป้ง นวดส่วนผสมให้เข้ากันด้วยความเร็ว เบอร์ 3 ระยะเวลา 5 นาที



4. แบ่งแป้งโดว์เป็นก้อน 85 กรัม ปิดด้วยฟิล์มถนอมอาหาร พักในตู้เย็น ระยะเวลา 15 นาที

ภาพที่ ก.1 ขั้นตอนการผลิตพาสต้าเส้นปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง
เสริมเนื้ออกไก่ (สูตรเนื้อไก่ ร้อยละ10ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด)



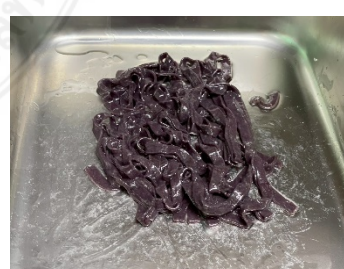
5.โรยแป้งนวลบนโต๊ะ จากนั้นรีดแป้งโดว์ให้เป็นแผ่นสีเหลี่ยมผืนผ้า



6.รีดแผ่นแป้งด้วยเครื่องรีดแป้งที่เบอร์ 0 ถึง 5 ทำซ้ำ2รอบ รีดซ้ำตามลำดับ



7.ทำการตัดแบ่งให้เป็นเส้นเฟตตูชินี พักเส้นไว้เป็นระยะเวลา 15 นาที



8.ต้มน้ำเดือด ใส่เส้นพาสต้า จับเวลา 2 นาที ตักขึ้นใส่ลงถาดคลุกน้ำมันมะกอก

ภาพที่ ก.1 (ต่อ)

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และ

แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค



ชุดที่.....

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ พาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลัง

วันที่ เวลา

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอในตารางจากซ้ายไปขวา และให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุดโดยกำหนดให้

9 คะแนน = ชอบมากที่สุด

8 คะแนน = ชอบมาก 7 คะแนน = ชอบปานกลาง

6 คะแนน = ชอบเล็กน้อย

5 คะแนน = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

4 คะแนน = ไม่ชอบเล็กน้อย

3 คะแนน = ไม่ชอบปานกลาง

2 คะแนน = ไม่ชอบมาก

1 คะแนน = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์			
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะที่ปรากฏ				
สี				
กลิ่นรส				
รสชาติ				
เนื้อสัมผัส (ความเหนียวนุ่ม)				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามผู้วิจัย

ดิณณภพ สมพงษ์

ชุดที่.....

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ พาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่

วันที่ เวลา

คำแนะนำ

กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอในตารางจากซ้ายไปขวา และให้คะแนนตามความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุดโดยกำหนดให้

9 คะแนน = ชอบมากที่สุด

8 คะแนน = ชอบมาก 7 คะแนน = ชอบปานกลาง

6 คะแนน = ชอบเล็กน้อย

5 คะแนน = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ

4 คะแนน = ไม่ชอบเล็กน้อย

3 คะแนน = ไม่ชอบปานกลาง

2 คะแนน = ไม่ชอบมาก

1 คะแนน = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์		
	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะที่ปรากฏ			
สี			
กลิ่นรส			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความเหนียวนุ่ม)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามผู้วิจัย

ดิณณภาพ สมพงษ์

แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่

คำอธิบาย

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เพื่อนำผลสำรวจไปใช้ในเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่ จึงใคร่ขอความร่วมมือตอบแบบสอบถามฉบับนี้ให้ครบถ้วนตามความเป็นจริง และขอความคิดเห็นเพื่อนำไปเป็นประโยชน์และในกรณีทำการศึกษาดังกล่าว ผู้ศึกษาจะนำข้อมูลที่ท่านได้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดเก็บไว้เป็นความลับและใช้ในการศึกษาเท่านั้น

คำชี้แจง

1. ผู้ศึกษาใคร่ขอความกรุณาจากท่านในการตอบแบบสอบถาม ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

2. ผู้ศึกษาใคร่ขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามทุกคำตอบของท่านเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง โปรดตอบคำถามตามความเป็นจริง เพื่อเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางให้แก่ผู้ศึกษาได้นำเส้นพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่ มาปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณผู้ตอบแบบสอบถาม ที่ให้ความร่วมมือ และสละเวลาในการตอบแบบสอบถามเพื่อการศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณที่กรุณาสละเวลาในการตอบแบบทดสอบ

นายดิณณภพ สมพงษ์

ผู้ทำวิจัย

คำแนะนำ กรุณาใส่เครื่องหมาย / ลงใน () หน้าคำตอบที่เห็นว่าเหมาะสม

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

- () 1. ชาย () 2. หญิง

2. อายุ

- () 1. ต่ำกว่า 20 ปี () 2. 20-25 ปี () 3. 26-30 ปี
() 4. 31-35 ปี () 5. 36-40 () 6. มากกว่า 41 ปี

3. ระดับการศึกษา

- () 1. ต่ำกว่า ปวช./ม.ปลาย () 2. ปวช./ม.ปลาย () 3. ปวส./อนุปริญญา
() 4. ปริญญาตรี () 5. สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

- () 1. นักเรียน/นักศึกษา () 2. รัฐวิสาหกิจ () 3. ข้าราชการ
() 4. พนักงานเอกชน () 5. ธุรกิจส่วนตัว () 6. รับจ้าง
() 7. ไม่ได้ประกอบอาชีพ () 8. อื่น ๆ (โปรดระบุ)

5. รายได้เฉลี่ย / เดือน

- () 1. น้อยกว่า 5,000 บาท () 2. 5,000 - 10,000 บาท () 3. 10,001 - 15,000 บาท
() 4. 15,001 - 20,000 บาท () 5. มากกว่า 20,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเชิงพฤติกรรม และทัศนคติของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. ท่านมีความรู้สึกอย่างไรต่อการรับประทานเส้นพาสต้า

- () ชอบ () บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ () ไม่ชอบ

2. ความถี่ในการรับประทานเส้นพาสต้าของท่านมีในระดับใด

- () 6 ครั้ง/เดือน () 5 ครั้ง/เดือน () 4 ครั้ง/เดือน
() 3 ครั้ง/เดือน () น้อยกว่า 1-2 ครั้ง/เดือน

3. ปัจจัยที่มีผลต่อความถี่ในการรับประทานเส้นพาสต้าคืออะไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () รสชาติ () สะดวกในการรับประทาน () ให้พลังงานสูง
() มีคุณค่าทางโภชนาการ () ราคาไม่แพง

4. หากท่านรับประทานเส้นพาสต้า ท่านจะพิจารณาจากสิ่งใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () รสชาติ () ลักษณะรูปร่าง () ความเหนียว/นุ่ม
() สี () สถานที่ () ราคา/ปริมาณที่บรรจุ () คุณค่าทางโภชนาการ

5. ค่าใช้จ่ายแต่ละครั้งที่ท่านซื้อเส้นพาสต้า

- () 1. น้อยกว่า 100 บาท () 2. 100 - 300 บาท () 3. มากกว่า 300 บาท

6. ผู้ที่มีอิทธิพลในการเลือกซื้อเส้นพาสต้า (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- () 1. ครอบครัว () 2. เพื่อน () 3.ญาติ

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. กรุณาชิมเส้นพาสต้าปราศจากกลิ่นเตาจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้อออกไก่ แล้วใส่เครื่องหมาย / ลงใน () ตามระดับความรู้สึกที่มีต่อผลิตภัณฑ์

- () ชอบมากที่สุด () ชอบมาก () ชอบปานกลาง () ชอบเล็กน้อย
() บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ () ไม่ชอบเล็กน้อย () ไม่ชอบปานกลาง
() ไม่ชอบมาก () ไม่ชอบมากที่สุด

2. เหตุผลในการยอมรับผลิตภัณฑ์ เส้นพาสต้าปราศจากกลิ่นเตาจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้อออกไก่ (ใส่เครื่องหมาย /)

ปัจจัย	ระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
เนื้อสัมผัส					
คุณค่าทางโภชนาการ					

3. ถ้ามีผลิตภัณฑ์เส้นพาสต้าปราศจากกลิ่นเตาจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้อออกไก่ จำหน่ายท่านสนใจที่จะรับประทานหรือไม่

- () สนใจ () ไม่สนใจ

4. ถ้าราคาจำหน่ายพาสต้าสดพร้อมบริโกล ต่อ 1 หน่วยบริโกลอยู่ที่ 69.00 บาท ราคาที่เหมาะสมในการจัดจำหน่ายของพาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่ ต่อ 1 หน่วยบริโกล ควรอยู่ที่เท่าไร



() 69.00 บาท

() 79.00 บาท

() 89.00 บาท

() 99.00 บาท

5. ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์พาสต้าปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวเหนียวดำและแป้งมันสำปะหลังเสริมเนื้ออกไก่ วางจำหน่ายในสถานที่ใดบ้าง (สามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

() ศูนย์อาหารตามห้างสรรพสินค้า () ร้านอาหารประเภทจานด่วน () ซูเปอร์มาร์เก็ต

ขอขอบคุณที่กรุณาใช้เวลาในการตอบแบบทดสอบถาม

นายดิณณภพ สมพงษ์

ผู้ทำวิจัย

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นามสกุล นาย ตินณภพ สมพงษ์
วัน เดือน ปีเกิด 2 มิถุนายน 2535
ที่อยู่ปัจจุบัน 88/120 ซอยรามอินทรา 65 แขวงท่าแร้ง เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ศึกษาศาสตรบัณฑิต (พลศึกษา)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน	2548
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2544

ประวัติการทำงาน

ตำแหน่งงาน	สถานที่ทำงาน	ปีที่ทำงาน
Cook & barista	โฮมเบเกอรี่ สวนดุสิต	2563-ปัจจุบัน
Cook helper	คอร์ทยาร์ด บาย แมริออท กรุงเทพ	2561-2563
Cook helper	ศาลาริมน้ำ โรงแรมโอเรียนเต็ล	2560-2561