การพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

Product Development of Bread Spread from Broken Riceberry Rice with Quinoa

ก้องเกียรติ	จูฑะสุวรรณศิริ
KONGKIAT	JUTHASUWANSIRI
กันตพงศ์	พัฒนจรัสวาณิชย์
KANTAPONG	PATTANAJARATVANIT

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2562

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

Product Development of Bread Spread from Broken Riceberry Rice with Quinoa

ก้องเกียรติ	จูฑะสุวรรณศิริ
KONGKIAT	JUTHASUWANSIRI
กันตพงศ์	พัฒนจรัสวาณิชย์
KANTAPONG	PATTANAJARATVANIT

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อโครงงานพิเศษ ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

ชื่อ นามสกุล ก้องเกียรติ จูฑะสุวรรณศิริ และกันตพงศ์ พัฒนจรัสวาณิชย์

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

ปีการศึกษา 2562

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษได้ให้ความเห็นชอบโครงงานพิเศษฉบับนี้แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(ดร.ธนภพ โสตรโยม)

.....กรรมการ

(อาจารย์ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง)

.....กรรมการ

(ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร)

โครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....

(อาจารย์ดวงกมล ตั้งสถิตพร)

หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

วันที่ 6 เดือน สิงหาคม พ.ศ 2563

.....

(อาจารย์ปิยะธิดา สีหะวัฒนกุล)

คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

วันที่ 9 เดือน ส.ค. พ.ศ ๒๕๖๓

ชื่อโครงงานพิเศษ ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว
ชื่อ นามสกุล ก้องเกียรติ จูฑะสุวรรณศิริ และกันตพงศ์ พัฒนจรัสวาณิชย์
ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาและคณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา *2562*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาการปรับปรุงคุณลักษณะการสเปรดบนหน้าขนมปังของผลิตภัณฑ์โดยใช้แป้งข้าวโพด (2) ศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการโดยใช้ควินัวเสริมในผลิตภัณฑ์ (3) ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ ผลการศึกษาพบว่า เมื่อทำการปรับปรุงคุณลักษณะการสเปรดบนหน้าขนมปังโดยใช้แป้งข้าวโพดในปริมาณแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2 3 และ 4 พบว่า ผลการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส (9 point-hedonic scale) สูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด ในด้านความชอบโดยรวม คือสูตร ร้อยละ 3 ซึ่งมีคะแนน 7.98 ผลการวัดค่าสี มีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 23.19 7.23 และ 2.83 ตามลำดับ มีค่าความข้นหนืด 96,436 เซนติพอยส์ (cp) เมื่อศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการโดยใช้ควินัวเสริมในผลิตภัณฑ์ปริมาณแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1 3 และ 5 พบว่า ผลการประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส (9 point-hedonic scale) สูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด ในด้านความชอบโดยรวม คือ สูตรร้อยละ 5 ซึ่งมีคะแนน 8.14 ผลการวัดค่าสี มีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 24.32 7.59 และ 3.69 ตามลำดับ มีค่าความข้นหนืด 184,800 เซนติพอยส์ (cp) ในด้านองค์ประกอบทางเคมี พบว่า ประกอบไปด้วย ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 49.64 3.83 4.13 1.81 1.56 และ 39.03 ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส ทุกๆ 1 สัปดาห์ พบว่า ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว สามารถเก็บรักษาไว้ได้ 4 สัปดาห์ ยังมีความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเนยถั่ว (มผช.1012/2548)

คำสำคัญ : ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปัง แป้งข้าวโพด ปลายข้าว ข้าวไรซ์เบอรี่ ควินัว

Special project Product Development of Bread Spread from Broken Riceberry Rice with Quinoa
Authors Kongkiat Juthasuwansiri and Kantapong Pattanajaratvanit
Degree Bachelor of Science
Major program Food Science and Technology
Faculty Home Economic Technology
Academic year 2019

ABSTRACT

This research aims to (1) Study the Improved the spreading feature on the bread of products (2) Study the Increase nutrition by using quinoa in products (3) Study the shelf life of products. the study indicated that When improving spreading characteristics on the bread by using different levels of corn starch in 3 levels Include 2, 3 and 4 % From the results, Found that Sensory evaluation results (9 point-hedonic scale). recipe that highest score in terms of overall liking was the 3% at 7.98 points. For the physical properties of the developed product showed that this lightness (L*) redness (a*) and yellowness (b*) were 23.19, 7.23 and 2.83 respectively while a viscosity of 96,436 cp. When Study the Increase nutrition by using quinoa in the product in 3 levels Include 1, 3 and 5 % From the results, Found that Sensory evaluation results (9 point-hedonic scale). recipe that highest score in terms of overall liking was the 5% at 8.14 points. For the physical properties of the developed product showed that this lightness (L*) redness (a*) and yellowness (b*) were 24.32, 7.59 and 3.69 respectively with viscosity of 184,800 cp. In terms of chemical composition, it was found to consist of moisture, protein, fat, coarse fiber, ash and carbohydrates. 49.64, 3.83, 4.13, 1.81, 1.56 and 39.03 % respectively. When stored at temperature 4±1 °C 1 week found that Can be stored for 4 weeks to be safe for consumers According to (peanut butter community product standard)

Keywords : Bread Spread Products, Corn Flour, Broken, Broken Riceberry Rice, Quinoa

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษ เรื่องผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัวฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงงานพิเศษตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ดร.น้อมจิตต์ สุธีบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำและให้คำปรึกษาข้อคิดเห็นต่างๆ ในการศึกษาค้นคว้า และตรวจทาน แก้ไขเนื้อหาด้วยความเต็มใจ ผู้คณะจัดทำโครงงานพิเศษขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ธนภพ โสตรโยม ประธานคณะกรรมการในการสอบโครงงานพิเศษที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำ และคำปรึกษา ตลอดจนคำวิจารณ์ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษา เพื่อให้โครงงานพิเศษฉบับนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ดวงรัตน์ แซ่ตั้ง คณะกรรมการในการสอบโครงงานพิเศษที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำ และคำปรึกษา ตลอดจนคำวิจารณ์ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษา เพื่อให้โครงงานพิเศษฉบับนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบคุณ อาจารย์ดวงกมล ตั้งสถิตพร หัวหน้าสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือ และให้คำแนะนำในการใช้งานมาเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้สนับสนุนทุนการศึกษา ขอบคุณคนในครอบครัวที่คอยอบรม ดูแล เอาใจใส่ ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ให้กำลังใจและการสนับสนุนเป็นอย่างดีจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

ขอขอบพระคุณโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2563 สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้สนับสนุนเงินทุนวิจัย สถานที่ และเครื่องมือในการปฏิบัติการทดลองโครงงานพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องที่ไม่ได้กล่าวนาม เพื่อนๆ และน้องๆ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ทุกคนที่มีส่วนช่วยในการศึกษาโครงงานพิเศษเรื่องผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว และหากโครงงานพิเศษฉบับนี้มีความบกพร่องประการใด คณะผู้จัดทำต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ก้องเกียรติ จูฑะสุวรรณศิริ
กันตพงศ์ พัฒนจรัสวาณิชย์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(7)
สารบัญแผนภาพ	(8)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังเนยถั่วลิสง	4
2.2 ขนมปัง	9
2.3 ปลายข้าว	11
2.4 ข้าวไรซ์เบอรี่	12
2.5 ควินัว	19
2.6 แป้ง	21
2.7 สารเพิ่มความคงตัว	25
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ	29
3.1 วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์	29
3.2 วิธีการทดลอง	31
3.3 สถานที่และระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง	38
4.1 ผลการศึกษาการปรับปรุงคุณลักษณะการสเปรดบนหน้าขนมปังของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้แป้งข้าวโพด	38
4.2 ผลการศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้ควินัวเสริมในผลิตภัณฑ์	41
4.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว	45
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	46
5.1 สรุปผลการทดลอง	46
5.2 ข้อเสนอแนะ	47
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก	51
ภาคผนวก ก สูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่และสูตรผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว	52
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ	59
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี	62
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์	74
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาททสัมผัส	77
ภาคผนวก ฉ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเนยถั่ว (มผช.1012/2548)	80
ภาคผนวก ช ฉลากผลิตภัณฑ์	87
ประวัติผู้ศึกษา	89

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	องค์ประกอบทางอาหารของเนยถั่วลิสง	4
2.2	ลักษณะประจำพันธุ์ข้าวไรซ์เบอรี่	14
2.3	ความยาวของเมล็ดข้าวไรซ์เบอรี่	14
2.4	คุณสมบัติทางโภชนาการของข้าวไรซ์เบอรี่	15
2.5	สารต้านอนุมูลอิสระในข้าวไรซ์เบอรี่	15
2.6	องค์ประกอบของควินัว	19
. 2.7	สมบัติที่แตกต่างกันของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน	22
2.8	คุณสมบัติของแป้งข้าวโพด	24
3.1	สูตรผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่สูตรต้นแบบ	31
3.2	ปริมาณแป้งข้าวโพดในสูตรผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่	33
4.1	ลักษณะปรากฏผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้ปริมาณแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2 3 และ 4	37
4.2	คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้ปริมาณแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2 3 และ 4	38
4.3	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้แป้งข้าวโพดในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2 3 และ 4	39
4.4	ลักษณะปรากฏผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัวโดยใช้ควินัวปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1 3 และ 5	40
4.5	คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัวโดยใช้ควินัวปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1 3 และ 5	41
4.6	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว โดยใช้ควินัวปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1 3 และ 5	42
4.7	ผลการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว	43
4.8	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา ในผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส	44

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กระบวนการสีข้าว	11
2.2	ปลายข้าวไรซ์เบอรี่	12
2.3	ควินัว (Quinoa)	21
2.4	การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเมื่อให้ความร้อน	23
2.5	ขั้นตอนการเกิดรีโทรเกรเดชันของแป้ง	23
ช.1	ฉลากผลิตภัณฑ์	85

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
3.1	กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่สูตรต้นแบบ	32
ก.1	วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว	54

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ขนมปังเป็นอาหารที่นิยมของผู้บริโภคทั่วไป เพราะสามารถรับประทานเป็นขนมและเป็นของว่าง หรือจะรับประทานเป็นมื้อหลักก็ได้ การรับประทานขนมปังโดยส่วนมากจะรับประทานคู่กับแยมที่มักจะทำจากผลไม้หลากหลายชนิด เช่น ส้ม สตรอเบอรี่ บลูเบอรี่ หรือ ผลไม้รวมต่างๆ และครีม เช่น เนยถั่ว ช็อกโกแลต มาร์การีน หรือผลิตภัณฑ์ทาขนมปังอื่นๆ เพื่อเพิ่มรสชาติให้กับขนมปัง นอกจากจะเพิ่มรสชาติให้กับขนมปังแล้ว ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังบางชนิดก็ยังมีคุณค่าทางโภชนาการที่แตกต่างกัน ตามวัตถุดิบที่มีอยู่ในตัวผลิตภัณฑ์

จากรายงานวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาขนมปังเลียนแบบเนยถั่วจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ (วรัมภา, 2560) พบว่า ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังเลียนแบบเนยถั่วจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่มีลักษณะเหลว เมื่อนำไปทาบนขนมปังแล้วเกิดการไหล ไม่คงตัว ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาเพื่อปรับปรุงคุณลักษณะการสเปรดบนหน้าขนมปังโดยใช้แป้งข้าวโพด ซึ่งเมื่อแป้งข้าวโพดได้รับความร้อนจะเกิดการเจลาติไนเซชัน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในภายในโมเลกุลของเม็ดแป้ง (starch granule) เนื่องจากความร้อนทำลายพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของสตาร์ชในเม็ดแป้ง สายพอลิเมอร์ของอะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพกทิน (amylopectin) ที่อัดแน่นอยู่ในเม็ดแป้งจะคลายตัว และรวมกับน้ำที่ล้อมรอบ (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, 2562) และได้ศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ โดยใช้ควินัวเสริมในผลิตภัณฑ์ ซึ่งควินัวหรือที่เรียกกันว่า ต้นหลอด เป็นพืชของชาว “อินคา” มีสารต้านอนุมูลอิสระอยู่มากมาย นอกจากนั้นยังมีสารต้านการอักเสบหรือบาดเจ็บของเซลล์อีกด้วย ช่วยให้เซลล์เจริญเติบโต และซ่อมแซมอาการบาดเจ็บจากการต่อสู้กับเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกาย ควินัวเป็นอาหารโปรตีนสูง เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ควินัวแตกต่างจากธัญพืชอื่นๆ ในควินัวมีโปรตีนบรรจุอยู่ภายในเป็นจำนวนมาก ถึงร้อยละ 12-18 และมีกรดอะมิโนที่จำเป็น เช่น ลิวซีน ไอโซลิวซีน เหมือนที่พบในน้ำนมอีกด้วย จึงเป็นแหล่งอาหารที่สมบูรณ์ (super food)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษา การปรับปรุงคุณลักษณะการสเปรดบนหน้าขนมปังของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้แป้งข้าวโพด ศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้ควินัวเสริมในผลิตภัณฑ์ และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว เพื่อพัฒนา

ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่มีประโยชน์สำหรับผู้สนใจต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาการปรับปรุงคุณลักษณะการสเปรดบนหน้าขนมปังของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้แป้งข้าวโพด

1.2.2 ศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้ควินัวเสริมในผลิตภัณฑ์

1.2.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 พัฒนาผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว โดยดัดแปลงสูตรของวรัมพา (2560)

1.3.2 ปรับปรุงคุณลักษณะการสเปรดบนหน้าขนมปัง โดยใช้แป้งข้าวโพด

1.3.2 เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้ควินัว

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทำให้ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว มีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น

1.4.2 ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

1.4.3 เป็นการเพิ่มมูลค่าของปลายข้าวไรซ์เบอรี่ซึ่งเป็นเศษข้าวส่วนที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการสีข้าว

1.5 นิยามศัพท์

1.5.1 ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปัง หมายถึง อาหารหวานประเภทหนึ่งใช้ทานกับขนมปัง มีลักษณะเป็นครีมแต่ไม่จับตัวเป็นก้อนโดยมีวิธีการผลิตคือนำส่วนผสมที่จะทำเป็นครีมมาเคี่ยวรวมกันเพื่อให้ส่วนผสมทั้งหมดนั้นรวมเป็นเนื้อเดียวกันแล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นก็จะได้ครีมตามที่ต้องการ

1.5.2 ปลายข้าว หมายถึง เศษข้าวที่หักจากส่วนของจมูกข้าว ปลายข้าวมี 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่หรือที่เรียกกันว่าข้าวท่อน ปลายข้าวขนาดเล็กมักมีส่วนของจมูกข้าวซึ่งเป็นต้นอ่อนที่มีโปรตีน ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุ

1.5.3 ข้าวไรซ์เบอรี่ หมายถึง ข้าวเจ้าพันธุ์ใหม่ที่ได้รับการคัดเลือกและพัฒนาพันธุ์ โดยการผสมข้ามพันธุ์ระหว่าง ข้าวเจ้าหอมนิล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พันธุ์พ่อ) กับข้าวขาวดอกมะลิ 105 (ข้าวหอมมะลิ) จากสถาบันวิจัยข้าว (พันธุ์แม่) โดยเริ่มผสมพันธุ์เมื่อปี พ.ศ.2545 ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าวมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม มีลักษณะเป็นเมล็ดเรียวยาว มีสีม่วงเข้ม มีสารต้านอนุมูลอิสระ และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง

1.5.4 ควินัว หมายถึง พืชพวกเดียวกับหัวบีท ผักโขม และทัมเบิ้ลวี้ด ในควินัวมีโปรตีนบรรจุอยู่ภายในเป็นจำนวนมาก ถึงร้อยละ 12-18 เป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการและประโยชน์ต่อสุขภาพอย่างมาก อุดมไปด้วยสารอาหารนานาชนิด ไม่ว่าจะเป็น โปรตีน สารต้านอนุมูลอิสระ วิตามิน และแร่ธาตุ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังเนยถั่วลิสง

เนยถั่วลิสงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วลิสงคั่วและบดละเอียด มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน สีน้ำตาล มีความหนืดและความคงตัวสูง ส่วนใหญ่ใช้ทาขนมปัง แครกเกอร์ และผสมในอาหารชนิดต่างๆ เช่น สลัดไอศกรีม ขนมหวาน และขนมอบหลายชนิด มีการผลิตเนยถั่วลิสงมากในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นเวลานาน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2433 ซึ่งเนยถั่วลิสงแบบดั้งเดิมประกอบด้วยถั่วลิสงเท่านั้น หรืออาจเติมเกลือเล็กน้อย เนยถั่วลิสงมีอายุการเก็บสั้น เนื่องจากน้ำมันจะแยกชั้นออกมาและเกิดการหืนขึ้น ปัจจุบันการผลิตเนยถั่วลิสงทางการค้าได้มีการเติมส่วนผสมอื่น เช่น สารให้ความหวาน และสารให้ความคงตัว (Stabilizer) หรืออิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกลิ่นรส ป้องกันการแยกชั้นของน้ำมันและทำให้ความสามารถในการทา (Spreadability) เพิ่มขึ้น (วรลักษณ์, 2535) ทั้งนี้เนยถั่วลิสงยังจัดเป็นแหล่งอาหารที่มีองค์ประกอบที่สำคัญแสดงดังตารางที่ 2.1 ดังนี้

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบทางอาหารของเนยถั่วลิสง

องค์ประกอบทางอาหาร	ปริมาณ (ร้อยละ)
พลังงาน (แคลลอรี่ต่อ 100 กรัมอาหาร)	623
ความชื้น	1.1
โปรตีน	22.6
ไขมัน	53.7
คาร์โบไฮเดรต	13.1
ใยอาหาร (Dietary fiber)	7.6

ที่มา : วรลักษณ์ (2535)

เนยถั่วลิสงจัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีปริมาณโปรตีนสูง ไขมันที่มีอยู่ในเนยถั่วเป็นไขมันดีเป็นประโยชน์ต่อร่างกายเพราะเป็นไขมันที่ไม่อิ่มตัว ไม่มีคอเลสเตอรอล มีคาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และความชื้น เป็นอาหารที่ให้พลังงาน ทำให้อิ่มท้อง ลดความอยากอาหาร โดยกระบวนการผลิตเนยถั่วลิสงจะใช้เมล็ดถั่วลิสงแก่ที่สะอาดนำไปคั่ว และทำการแยกเปลือกหุ้มเมล็ดออก ลวก แล้วบด

ให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน เติมเกลือ น้ำตาล และการเติมสารเสริม เช่น สารให้ความหวาน สารป้องกันการหืน สารให้กลิ่น สารต้านออกซิเดชัน สารให้ความคงตัวในปริมาณไม่เกินร้อยละ 10 เพื่อป้องกันการแยกชั้นของน้ำมัน และเพิ่มความสามารถในการทาโดยที่ปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายไม่ควรเกินร้อยละ 55 และห้ามเติมสี วิตามินเอ บี ซี ดี และวัตถุกันเสีย โดยปริมาณถั่วลิสงคั่วแล้วบดกำหนดให้มีอย่างน้อยร้อยละ 90 โดยสารให้ความคงตัวมีปริมาณช่วงร้อยละ 1-5 และอาจมีสารอิมัลซิไฟเออร์ประมาณร้อยละ 0.5-1.5 เพื่อป้องกันลักษณะยางเหนียวและติดเพดานปากขณะรับประทาน สารที่นิยมใช้ เช่น เลซิตินซึ่งเป็นตัวกระจายไขมันให้เข้ากับสารละลายน้ำหรือสารที่มีขั้วต่างกัน (Woodroof, 1973) ส่วนสารให้ความหวานมีการเติมในปริมาณร้อยละ 1-3 หรืออาจใช้มากกว่าในกรณีที่ทำเป็นผลิตภัณฑ์ถนอมอาหารที่มีของแข็งละลายในน้ำได้ในปริมาณสูง (Dzurik, 1971) เนยถั่วลิสงมีความคงตัวต่อการเกิดกลิ่นหืนและจุลินทรีย์ได้ประมาณ 3 เดือน และหากเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 38 องศาฟาเรนไฮต์ จะมีความคงตัวต่อการหืนได้นาน 3 ปี (นิธิยา, 2548)

2.1.1 ชนิดของเนยถั่วลิสง

การแบ่งชนิดของเนยถั่วลิสงตามลักษณะเนื้อสัมผัส นิยมแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะตามขนาดอนุภาคถั่วลิสง คือ

2.1.1.1 เนยถั่วลิสงแบบเนื้อเรียบ (Smooth) มีเนื้อละเอียดปราศจากอนุภาคถั่วที่รู้สึกได้ขณะรับประทาน

2.1.1.2 เนยถั่วลิสงแบบเนื้อธรรมดา (Regular) จะมีอนุภาคถั่วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 1/16 นิ้วปนอยู่

2.1.1.3 เนยถั่วลิสงแบบเติมชิ้นถั่วลิสง (Chunky หรือ Crunchy) จะมีอนุภาคถั่วลิสงขนาดใหญ่กว่า 1/16 นิ้วปนอยู่ (Woodroof, 1966)

2.1.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเนยถั่วลิสง

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเนยถั่วลิสงมีผลต่อคุณภาพของเนยถั่วลิสงจึงจำเป็นต้องมีการคัดเลือกวัตถุดิบโดยคำนึงถึงคุณภาพและคุณสมบัติของวัตถุดิบแต่ละชนิดวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเนยถั่วลิสงทั่วไปประกอบด้วยถั่วลิสง เกลือ สารให้ความหวาน สารให้ความคงตัว และอิมัลซิไฟเออร์

2.1.2.1 ถั่วลิสง เป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตเนยถั่วลิสงในต่างประเทศนิยมใช้ถั่วลิสงพันธุ์ Runner, Spanish และ Virginia สัดส่วนของปริมาณน้ำมันและองค์ประกอบอื่นในเมล็ดถั่วเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตเนยถั่วลิสง โดยเกี่ยวข้องกับปริมาณสารให้ความคงตัวที่เติมเพื่อป้องกันการแยกชั้นน้ำมัน และยังเกี่ยวข้องกับคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส และความสามารถในการทาของเนยถั่วลิสงที่ได้โดยเนยถั่วลิสงจะทาได้ง่ายขึ้นเมื่อมีปริมาณน้ำมันเพิ่มขึ้น เมล็ดถั่วลิสงมีองค์ประกอบทางเคมีเฉลี่ย คือ ความชื้น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และใยอาหารในปริมาณร้อยละ 4.5, 24.3, 49.0, 8.6 และ 8.1 ตามลำดับ ขนาดของเมล็ดถั่วมีผลต่อความสามารถในการลอกผิวภายหลังการคั่ว

และมีผลต่อกลิ่นรสและสีของผลิตภัณฑ์เนยถั่วลิสง ปัญหาที่พบโดยทั่วไปของถั่วลิสง คือ อะฟลาทอกซิน ซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค กระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทยกำหนดไว้ให้มีได้ไม่เกิน 20 ppb

2.1.2.2 สารให้ความหวานที่ใช้ในการผลิตเนยถั่วลิสงมีหลายชนิด เช่น corn syrup solid ที่ค่า DE 28, 38 หรือ 48 มีน้ำตาลเด็กโตรสในรูป Hydrate มีน้ำผลึกร้อยละ 10 หรือรูป Anhydrous น้ำตาลซูโครส และน้ำผึ้งซึ่งมีผลต่อลักษณะกลิ่นรสของเนยถั่วลิสงมากกว่าสารให้ความหวานอื่นๆ น้ำตาลที่ใช้ควรอยู่ในรูปผงละเอียดเพื่อป้องกันการเกิดลักษณะเป็นทราย (Gritiness) เนื่องจากปริมาณน้ำในเนยถั่วลิสงไม่เพียงพอต่อการละลาย

2.1.2.3 สารให้ความคงตัวเนยถั่วลิสงประกอบด้วยอนุภาคถั่ว และน้ำมันซึ่งแยกออกจากเซลล์ระหว่างการบด เมื่อตั้งผลิตภัณฑ์ทิ้งไว้จะเกิดการแยกชั้นขึ้นโดยมีน้ำมันอยู่ที่ผิวหน้าส่วนชั้นล่างเป็นชั้นของแข็งที่อัดแน่น การแยกชั้นในขั้นแรกสามารถสังเกตเห็นได้ในระยะสั้นหลังจากนั้นภายใน 3-4 สัปดาห์ จะเห็นได้ชัดเจนขึ้นโดยเกิดการแยกชั้นของน้ำมันประมาณ ร้อยละ 60-70 ของการแยกชั้นสมบูรณ์ ซึ่งเป็นผลเสียต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ทั้งในด้านเนื้อสัมผัสและความสามารถในการทา สารให้ความคงตัว และอิมัลซิไฟเออร์จะทำหน้าที่ป้องกันการแยกชั้นน้ำมัน สารให้ความคงตัวเป็นองค์ประกอบไขมันแข็ง (Hard fatty compounds) ทำหน้าที่เป็นโครงผลึก (Spongy matrix) พยุงอนุภาคถั่วและของแข็งอื่นๆ ให้กระจายและไม่แยกออกจากส่วนน้ำมัน ส่วนอิมัลซิไฟเออร์ เช่น เลซิตินซึ่งเป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่มักใช้ในเนยถั่วลิสงที่มีน้ำผึ้งเป็นองค์ประกอบทำหน้าที่จับโปรตีน ไม่ได้จับน้ำดังเช่นทั่วไป เนื่องจากสภาพเนยถั่วลิสงซึ่งมีน้ำในปริมาณต่ำ ทำให้โปรตีนจับน้ำได้ดีกว่า และอิมัลซิไฟเออร์จะจับตัวกับโปรตีนเกิดเป็นของแข็งที่กระจายตัวได้ดีในน้ำมัน (อารีย์, 2544)

2.1.3 ขั้นตอนการผลิตเนยถั่วลิสง

การผลิตเนยถั่วลิสงเริ่มจากการกะเทาะเปลือกคัดเลือกและทำความสะอาดเมล็ดถั่วลิสง แล้วนำมาผ่านขั้นตอนการคั่ว การลอกผิว การคัดเลือก และแยกสิ่งเจือปน การบด การทำให้เย็น และการบรรจุซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

2.1.3.1 การคั่วมีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดกลิ่นรสและสี การคั่วทำได้ทั้งเป็นแบบชุดๆ (Batch) และแบบต่อเนื่อง (Continuous) การคั่วแบบเป็นชุดๆ สามารถปรับให้เข้ากับความผันแปรในการผลิตได้ง่ายส่วนการคั่วแบบต่อเนื่องเหมาะสำหรับผู้ผลิตรายใหญ่ที่ต้องการผลิตในปริมาณมาก อุณหภูมิ และเวลาในการคั่วขึ้นกับขนาดและความชื้นของถั่ว ขนาดของเครื่องคั่ว ปริมาณถั่วที่คั่วในแต่ละครั้ง และความต้องการของผู้ผลิต เช่น การคั่วถั่วขนาดกลางประมาณ 180 กิโลกรัมในเครื่องคั่วที่มีอุณหภูมิ 427 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 40 - 60 นาทีให้อุณหภูมิของถั่วถึง 160 องศาเซลเซียส เมื่อคั่วถั่วเสร็จแล้วต้องใช้ลมเย็นเป่าเพื่อป้องกันไม่ให้ถั่วมีสีเข้มเกินความต้องการ และให้ได้ผลิตภัณฑ์

ที่สม่ำเสมอ ถั่วที่คั่วแล้วควรนำมาทำผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง และรวดเร็วเพราะกลิ่นรสของถั่วระเหยได้ง่าย การนำถั่วที่คั่วแล้วและเก็บไว้เป็นเวลานานมาทำผลิตภัณฑ์จะทำให้เนยถั่วลิสงมีกลิ่นอับ

2.1.3.2 การคัดเลือกและแยกสิ่งเจือปนเป็นการคัดเลือกและแยกสิ่งเจือปนต่าง ๆ รวมทั้งเมล็ดถั่วที่ไม่ต้องการออก ได้แก่ ถั่วอ่อนซึ่งมีขนาดเล็ก และเหี่ยว ถั่วที่เน่าเสียหรือมีเชื้อรา เครื่องแยกถั่วมีลักษณะเป็นตะแกรงเขย่าที่มีช่องเปิดขนาดเล็กสำหรับแยกถั่วอ่อน และหลังจากขั้นตอนการแยกผิวแล้วจะผ่านตะแกรงเขย่าที่มีช่องเปิดขนาดพอเหมาะให้ถั่วซีกผ่านได้ ซึ่งถ้าหากไม่แยกทำให้เมื่อบดถั่วเมล็ดอ่อนที่มีผิวเหี่ยวติดแน่น และเมล็ดแก่ที่มีผิวติดจะทำให้เนยถั่วลิสงมีจุดสีน้ำตาล

2.1.3.3 การลอกผิวทำได้โดยการขัดถู เมล็ดถั่วจะแตกออกเป็น 2 ซีก แล้วใช้ลมเป่าแยกส่วนผิวออกในขณะเดียวกันก็ร่อนแยกส่วนคัพภะออก การลอกผิวช่วยขจัดเขม่า ขี้เถ้า น้ำมันที่เปื้อนติดถั่วจากการคั่วออก การลอกผิวและคัพภะออกทำให้เนยถั่วลิสงมีปริมาณน้ำมันเพิ่มขึ้น กรดไขมันอิสระลดลง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะที่เนียนและมีความเหนียวลดลง เมล็ดถั่วเมื่อผ่านขั้นตอนการลอกผิวจะสูญเสียน้ำหนักไปประมาณร้อยละ 12 ของเมล็ดถั่วก่อนคั่ว โดยแยกเป็นส่วนผิวร้อยละ 5 คัพภะร้อยละ 4 และความชื้นร้อยละ 3

2.1.3.4 การนำถั่วลิสงมาบดเพื่อผลิตเนยถั่วลิสงอาจใช้เครื่องบดซึ่งมีหลายชนิด เช่น comminuters, aftrictionnutts, homogenizers, disintegretors, hammer mill และ colloid mill ซึ่งมีประสิทธิภาพแตกต่างกันรวมทั้งมีผลต่อปริมาณน้ำมันที่แยกออกมาจากถั่ว และความละเอียดของผลิตภัณฑ์ เครื่องบดที่นิยม คือ steel burr mill นอกจากนี้ยังมีการใช้ stone mill และ multibladed Cutting mill การทำเนยถั่วลิสงนิยมบด 2 ขั้นตอน โดยขั้นแรกจะเป็นการลดขนาดของถั่วลิสง และขั้นที่สองจะเป็นการบดละเอียด ซึ่งการบดวิธีนี้จะทำให้อุณหภูมิของถั่วที่บดได้ (60 - 77 องศาเซลเซียส) ไม่สูงเท่ากับใช้เครื่องบดครั้งเดียว (82 องศาเซลเซียส) ขนาดของถั่วลิสงที่ได้มีส่วนสำคัญต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ การบดถั่วลิสงอย่างหยาบมีสีอ่อน และกลิ่นรสอ่อนกว่าชนิดที่บดละเอียด เนยถั่วลิสงที่ประกอบด้วยถั่วบดละเอียดจะเกิดการแยกชั้นน้ำมันสูงกว่าเนยถั่วลิสงที่ประกอบด้วยถั่วบดหยาบ เมื่อเก็บไว้ระยะเวลาหนึ่งในขั้นตอนการบดนี้จะเติมส่วนผสมอื่นลงไป คือ เกลือ สารให้ความหวาน และสารให้ความคงตัว มักเติมก่อนการบดโดยให้ความร้อนที่เกิดขึ้นในระหว่างการบดไปหลอมละลายหรือใช้สารให้ความคงตัวในลักษณะหลอมละลายหรือกระจายในน้ำมันที่เป็นของไหล อุณหภูมิที่เหมาะสมของสารให้ความคงตัว คือ 60-74 องศาเซลเซียส ส่วนสารให้ความหวานต้องใช้การบด 2 ครั้ง หรือผสมสารให้ความหวานหลังการบด

2.1.3.5 การทำให้เย็นและบรรจุเนยถั่วลิสงภายหลังการบดจะมีอุณหภูมิสูงและมีสภาพไหลได้ สามารถนำมาบรรจุโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก แต่ควรมีการขจัดความร้อนที่เกิดขึ้นในช่วงการบดทันทีโดยลดอุณหภูมิเนยถั่วลิสงจาก 77 องศาเซลเซียสเป็น 49 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่า

ก่อนบรรจุเพื่อให้ไขมันเกิดการตกผลึกอย่างเหมาะสมอุณหภูมิที่เหมาะสมในการบรรจุ คือ 29 - 43 องศาเซลเซียส การลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์โดยการทำให้เย็นอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาบรรจุจะช่วยลดการหดตัวของผลิตภัณฑ์หลังบรรจุได้ การลดอุณหภูมิต่ำก่อนการบรรจุต้องใช้ความดันช่วยในการบรรจุ แต่ถ้าบรรจุโดยไม่ใช้ความดันจะต้องลดอุณหภูมิไม่มากทำให้เนยถั่วลิสงอยู่ในสภาพไหลได้ ชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวมีบทบาทต่อการบรรจุ เช่น กลีเซอรอล โมโนสเตียเรต (Glycerol monostearate) ร้อยละ 1.8 - 2 แข็งตัวที่อุณหภูมิสูงกว่าไตรกลีเซอไรด์ จึงบรรจุที่อุณหภูมิสูงกว่าคือ 49 - 54 องศาเซลเซียส และสามารถแข็งตัวได้โดยไม่ต้องใช้ความเย็นอีก ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุเสร็จแล้วต้องทิ้งให้เกิดการ Set ตัวใช้เวลาประมาณ 48 ชั่วโมงหรือตั้งทิ้งไว้จนเกิดผลึกอย่างสมบูรณ์ จะช่วยป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์แข็งกระด้างหรือเกิดการแยกชั้นน้ำมัน (วิชัย และเพ็ญขวัญ, 2546)

ภาชนะที่บรรจุเนยถั่วลิสงอาจเป็นขวดแก้วหรือพลาสติก เนยถั่วลิสงที่บรรจุในขวดแก้วจะมีอายุการเก็บนานกว่าบรรจุในขวดพลาสติก ซึ่งออกซิเจนสามารถซึมผ่านได้ทำให้เนยถั่วลิสงเหม็นหืน โดยปกติเนยถั่วลิสงในขวดแก้วมีอายุการเก็บ 2 ปี ส่วนการบรรจุในขวดพลาสติกมีอายุการเก็บ 9-12 เดือน (Weiss, 1980)

2.1.4 คุณภาพเนยถั่วลิสง

คุณภาพเนยถั่วลิสงพิจารณาจากคุณสมบัติหลายด้าน เช่น สี กลิ่น ลักษณะเนื้อ การแยกชั้นน้ำมันรวมทั้งการเสื่อมเสียในระหว่างการเก็บรักษาคุณภาพด้านสี และกลิ่นของเนยถั่วลิสงขึ้นกับระดับการคั่วถั่ว การคั่วน้อยเกินไปจะทำให้เนยถั่วลิสงมีสีอ่อนกลิ่นอ่อน แต่มีความชื้นสูงทำให้เนยถั่วลิสงมีความหนืดมาก ส่วนการคั่วมากไปจะทำให้เนยถั่วลิสงมีสีเข้มกลิ่นไหม้ และอาจมีรสขม ลักษณะเนื้อมีผลต่อคุณภาพเนยถั่วลิสง โดยเนยถั่วลิสงที่แข็งหรือแห้งเกินไปทำให้ทายาก และเนยถั่วลิสงที่นิ่มเหลวเกินไปมีแนวโน้มจะเกิดการแยกชั้นน้ำมัน การวัดลักษณะของเนื้อของเนยถั่วลิสงอาจทำได้โดยการใช้ penetrometer และ bloom Consistometer ตัวอย่างเช่น การใช้ Universal penetro meter ในการวัดโดยปล่อยเข็มรูปกรวยน้ำหนัก 47 กรัม ให้เคลื่อนแทงผ่านตัวอย่างในเวลา 10 วินาทีที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส ถ้า penetration ที่อ่านได้แสดงถึงระยะทางที่เข็มเคลื่อนแทงผ่านตัวอย่างมีหน่วยเป็น 1 ส่วน 10 มิลลิเมตร ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า penetration อยู่ในช่วง 175 - 300 แสดงว่ามีความสามารถในการทาดี และต้านทานการแยกชั้นน้ำมันถ้าค่าต่ำกว่า 175 แสดงว่าผลิตภัณฑ์แข็งเกินไป และถ้าสูงกว่า 300 แสดงว่าผลิตภัณฑ์จะเกิดการแยกชั้นน้ำมันได้ง่ายภายในสภาวะขนส่งทั่วๆ ไป การแยกชั้นน้ำมันมีผลต่อคุณภาพเนยถั่วลิสง เป็นปัญหาสำคัญที่สุดของการผลิตเนยถั่วลิสง ซึ่งการศึกษาในปัจจุบันเน้นถือกระบวนการในการป้องกันการแยกชั้นของน้ำมัน เช่น การเติมส่วนผสมต่างๆ ลงในเนยถั่วลิสง ได้แก่ น้ำ น้ำผึ้ง กลีเซอรีน โมโนกลีเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์

และน้ำมันพืชที่ผ่านการไฮโดรจีเนชั่นในระดับต่างๆ กันหรือการปรับปรุงขั้นตอนการผลิต คือ การบดถั่วแบบพิเศษ หรือการให้ความร้อนเนยถั่วลิสงหลังการบรรจุ (อารีย์, 2544)

2.1.5 การเสื่อมเสียของเนยถั่วลิสง

การสลายตัวของไขมันเกิดเป็นกรดไขมันอิสระและเกิดการหืน (Rancidity) เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน เนยถั่วลิสงจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างรวดเร็วในระยะ 3 เดือนแรก จนกระทั่งออกซิเจนที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ และที่ช่องว่างเหนือผลิตภัณฑ์ลดลง ความคงตัวจะเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย เนยถั่วลิสงที่เก็บอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสงสามารถเก็บได้เป็นเวลา 2 ปี โดยที่เนยถั่วลิสงยังมีความคงตัวดี คุณภาพเนยถั่วลิสงที่วางจำหน่ายจะพบว่าจะเกิดกลิ่นเก่า กลิ่นอับ และหืนเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 300 วัน สามารถป้องกันโดยการกำจัดออกซิเจนหรือใส่สารป้องกันการหืน (วรลักษณ์, 2535)

2.2 ขนมปัง

ขนมปังเป็นอาหารที่ทำจากแป้งสาลีที่ผสมกับน้ำ และยีสต์ หรือผงฟู นอกจากนี้ยังมีการใช้ส่วนผสมอื่นๆ เพื่อแต่งสี รสชาติ และกลิ่นแตกต่างกันไปตามประเภทของขนมปัง ตามประเทศที่ทำโดยนำส่วนผสมมาตีให้เข้ากัน และนำไปอบ ขนมปังมีหลายประเภท เช่น ขนมปังฝรั่งเศส ขนมปังไรย์ หรือแม้กระทั่งเพรตเซิล ของขึ้นชื่อประเทศเยอรมนี เป็นต้น ชาวสวิสที่อาศัยอยู่ตามทะเลสาบในยุคหิน เป็นผู้ริเริ่มนำเมล็ดข้าวสาลีมาบดโดยใช้ครกหยาบๆ ตำ และนำไปผสมน้ำ แล้วเทลงบนหินร้อนๆ เพื่อให้สุก ผลที่ได้คือขนมปังที่ขึ้นฟูโดยไม่ได้ตั้งใจ ซึ่งค้นพบมากว่า 3,000 ปีก่อนคริสตกาล ประวัติที่ยอมรับสืบเนื่องกันมาก็คือ พวกทาสในสมัยราชวงศ์อิยิปต์ได้ผสมก้อนแป้งที่ลืมทิ้งไว้ลงไปในแป้งที่ผสมเสร็จใหม่ๆ ผลที่ได้คือแป้งที่เบาและรสชาติดี

2.2.1 ส่วนผสมที่สำคัญของขนมปัง

2.2.1.1 ข้าวสาลี ขนมปังเกิดจากโปรตีนของแป้งสาลีที่มีชื่อว่ากลูเตนโปรตีนชนิดนี้มีอยู่สูงในข้าวสาลี ในขณะที่ข้าวเจ้าที่คนไทยรับประทานในทุกวันมีกลูเตนอยู่น้อยมาก นี่จึงเป็นสาเหตุว่าทำไมข้าวเจ้าจึงไม่สามารถนำมาทำขนมปังได้

2.2.1.2 ยีสต์ ยีสต์จะถูกเติมลงไปในขนมปังเพื่อให้ขนมปังพองฟูเพราะยีสต์จะกินน้ำตาลที่อยู่ในแป้ง และผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทำให้ขนมปังมีรูปร่างเป็นก้อน ยีสต์ที่ใช้ในการทำขนมปังมีหลายรูปแบบทั้งแบบสด และแบบผง เป็นต้น การใช้ยีสต์ที่ถูกต้องจะต้องทำการปลุกยีสต์เสียก่อนโดยการละลายน้ำในอุณหภูมิประมาณ 38 องศาเซลเซียส การใช้ยีสต์จึงทำได้ยากกว่าแต่ให้ผลดีที่จะให้เนื้อขนมปัง และรสชาติดีกว่าการใช้ผงฟู ยีสต์ที่ใช้โดยทั่วไป คือ *Saccharomyces cerevisiae*

2.2.1.3 ผงฟู คือ โซเดียมไบคาร์บอเนต ถูกใช้ในการทำขนมปังเพื่อแทนการใช้ยีสต์ เพราะเมื่อผงฟูผสมกับน้ำจะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เช่นเดียวกับที่ยีสต์ทำ แต่จะมีผลข้างเคียง คือ หากใส่มากเกินไปจะทำให้มีรสชาติเปื้อนขม และการฟูของขนมปังก็จะหยาบกว่าการใช้ยีสต์ แต่ข้อดีคือ ใช้ได้ง่ายกว่าและก็เก็บรักษาได้นานกว่ากัน ผงฟูมีด้วยกันสองสูตรคือ สูตรหนึ่ง คือผงฟูที่จะปล่อยก๊าซออกมาครั้งเดียวทั้งหมดตอนที่เราผสมเข้ากับเนื้อขนมปัง สูตรสอง คือ ผงฟูที่จะปล่อยก๊าซออกมาสองครั้ง คือ ตอนที่ผสมกับเนื้อขนมปัง และอีกครั้งตอนที่โดนความร้อนในเตาอบ (พงษ์พัฒน์, 2555)

2.2.2 ชนิดของขนมปัง

2.2.2.1 ขนมปังผิวแข็งเป็นขนมปังที่มีโปรตีนสูง ทนต่อการหมัก การพักตัว และการขึ้นฟู ของโด มีปริมาณน้ำตาล ร้อยละ 0-2 ปริมาณไขมัน ร้อยละ 0-3 มีรูปร่างเป็นท่อนกลมยาวหรือสั้น ลักษณะผิว และเนื้อค่อนข้างแข็ง เช่น ขนมปังฝรั่งเศส ขนมปังขาไก่ ขนมปังเวียนนา ถ้าเป็นก้อนกลม เรียกว่า “ฮาร์ดโรล”

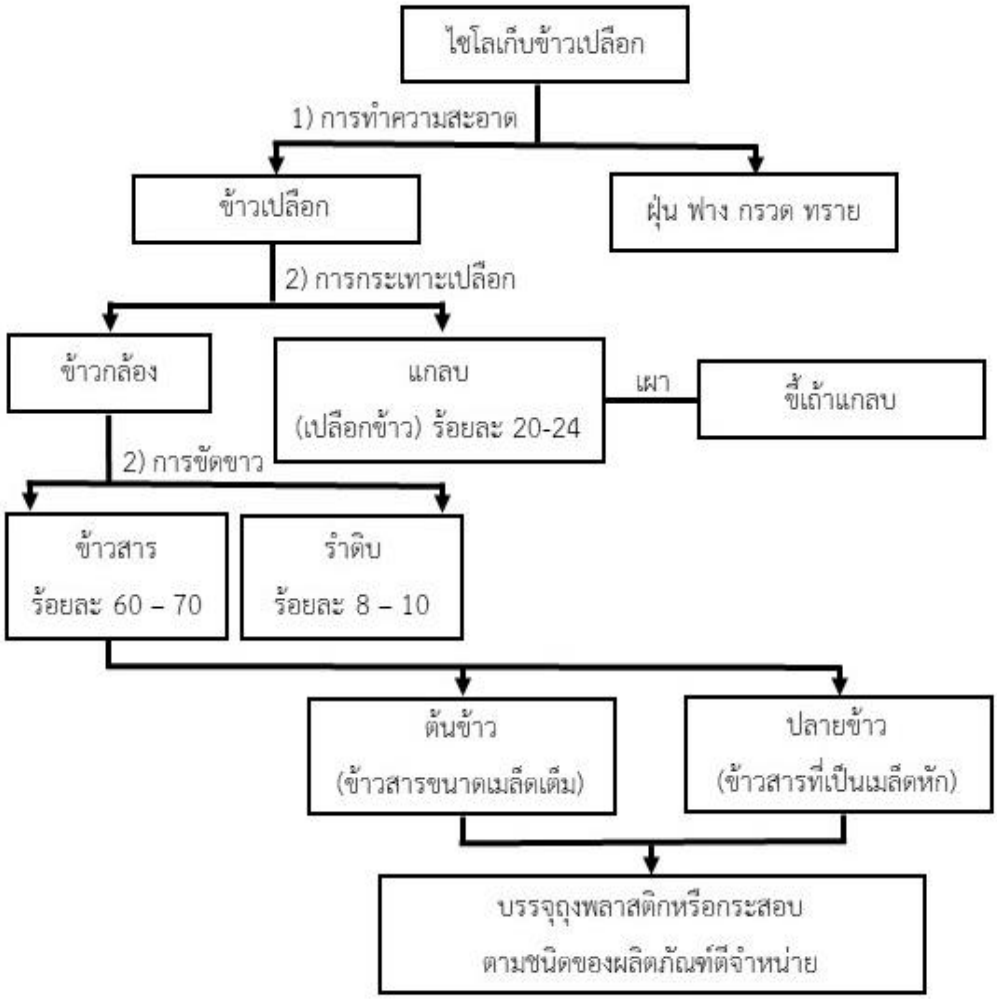
2.2.2.2 ขนมปังจืด เป็นขนมปังที่มีปริมาณน้ำตาล ร้อยละ 4-10 ไขมัน ร้อยละ 3-6 ผิวและเนื้อขนมปังจะนุ่มกว่าชนิดแรก (ความนุ่มขึ้นอยู่กับชนิดของแป้งที่ใช้) มีรูปร่างเป็นกะโหลกและแบบสี่เหลี่ยม เพราะมักใช้พิมพ์ขนาดยาวแคบ เพื่อบังคับรูปร่าง และปริมาตรของโดให้เสมอกัน ขนมปังประเภทนี้ได้แก่พวกขนมปังจุดต่างๆ มักใช้ทำแซนวิช เช่น ขนมปังปอนด์แบบแถว ขนมปังแซนด์วิช ขนมปังหัวกะโหลก ขนมปังรำ เป็นต้น

2.2.2.3 ขนมปังซอฟท์โรล หรือขนมปังยิ่งหวาน ขนมปังทำจากแป้งที่มีปริมาณโปรตีนปานกลาง มีปริมาณน้ำตาล ร้อยละ 10-15 ไขมัน ร้อยละ 6–12 มีลักษณะเนื้อนุ่มกว่า ขนมปังปอนด์ มีรสหวานเล็กน้อย นิยมนำมาทำขนมปังที่มีไส้ เช่น ซอฟท์บัน ขนมปังลูกเกด ขนมปังไส้หมูหยอง ขนมปังไส้ไก่ เป็นต้น

2.2.2.4 ขนมปังหวานเป็นขนมปังที่มีปริมาณโปรตีนปานกลางและใช้ยีสต์มากที่สุด ลักษณะคล้ายกับ Soft Roll ต่างกันตรงที่หวานกว่า มีปริมาณน้ำตาล ร้อยละ 16-22 ไขมัน ร้อยละ 12-24 ขนมปังชนิดนี้มักใส่ส่วนผสมที่เข้ากันได้ดีกับรสหวาน เช่นส่วนผสมพวกผลไม้แห้ง ถั่วป่น อบเชย เป็นต้น เป็นขนมปังที่คนไทยนิยมบริโภคมากที่สุดด้วยรสชาติที่เข้มข้นกว่าขนมปังชนิดอื่น เนื่องจากขนมปังประเภทนี้จะใช้ปริมาณน้ำตาล นม ไขมัน และไข่สูงกว่าขนมปังชนิดอื่นๆ ขนมปังหวานสูตรเดียวสามารถดัดแปลงให้เป็นรูปร่างต่างๆ มากมาย อีกทั้งยังสามารถบรรจุไส้ต่างๆ เพื่อเป็นการเพิ่มรสชาติ ส่วนการตั้งชื่อขนมปังนั้นส่วนใหญ่จะเรียกชื่อตามไส้ที่บรรจุ เช่น ขนมปังมะพร้าว ขนมปังชินนามอน ขนมปังสังขยา เป็นต้น (พงษ์พัฒน์, 2555)

2.3 ปลายข้าว

ในปี พ.ศ. 2553 ประเทศไทยสามารถผลิตข้าวได้สูงเป็นอันดับ 6 ของเอเชีย สามารถผลิตข้าวเปลือกได้ 19 ล้านตัน และข้าวเปลือกเมื่อผ่านกระบวนการขัดสีแล้วได้ข้าวประมาณร้อยละ 65 - 75 ปลายข้าว ร้อยละ 15 และรำข้าว ร้อยละ 10 ที่เหลือ ร้อยละ 1 เป็นส่วนประกอบอื่นๆ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตข้าวสารที่ผลิตได้ในประเทศ พบว่าประเทศไทยมีผลพลอยได้จากการสีข้าวสูงถึง 5.82 ล้านตัน (กอบสุข, 2553)



ภาพที่ 2.1 กระบวนการสีข้าว

ที่มา : ดัดแปลงจากอรอนงค์ (2547)

ปลายข้าวจัดได้ว่าเป็นวัตถุดิบให้พลังงานที่มีความสำคัญยิ่ง เกิดจากการขัดข้าวกล้องหรือข้าวแดง ที่นำไปกะเทาะเปลือกออกให้เป็นข้าวขาว ปลายข้าวประกอบด้วยละอองข้าว หรือเยื่อหุ้มเมล็ด เศษชิ้นของเมล็ดข้าวที่หัก และจมูกข้าว (Embryo) ปลายข้าวมีโปรตีนประมาณร้อยละ 9-10 มีไขมันต่ำ โดยมีประมาณร้อยละ 0.9 ปลายข้าวมีสองขนาด คือ ขนาดใหญ่ และขนาดเล็ก มีพลังงานทัดเทียมกับข้าวโพด และข้าวฟ่าง จึงสามารถใช้ทดแทนกับข้าวโพดได้ทั้งหมด (อรอนงค์, 2547)

ภาพที่ 2.2 ปลายข้าวไรซ์เบอรี่
ที่มา : นิรนาม (ม.ป.ป.)

2.4 ข้าวไรซ์เบอรี่

2.4.1 ความเป็นมาของข้าวไรซ์เบอรี่

อุทกภัย คือ ภัยธรรมชาติจากน้ำที่มีผลกระทบร้ายแรงต่อผู้มีอาชีพเกษตรกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกษตรกร มักได้รับความเดือดร้อน เพราะนาข้าวได้รับผลกระทบต่ออุทกภัยอยู่เสมอ ต้องใช้เวลาในการฟื้นตัวเป็นเวลานาน เพราะนอกจากต้องรอฤดูฝนใหม่ข้ามปี เพื่อให้มีน้ำเพียงพอต่อการเพาะปลูกแล้ว ด้านกระบวนการปลูกข้าวก็มีขั้นตอนต่างๆ มากมาย อีกทั้งยังมีปัจจัยที่ทำให้ผลผลิตต่อไร่ตกต่ำอีกหลายประการ ซึ่งล้วนแล้วแต่ส่งผลให้เกิดต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นแก่เกษตรกร มูลนิธิอาสาเพื่อนพึ่ง (ภาฯ) ยามยาก สภากาชาดไทย ในพระดำริ พระเจ้าวรวงศ์เธอพระองค์เจ้าโสมสวลี พระวรราชาทินัดดามาตุ และพระเจ้าหลานเธอพระองค์เจ้าพัชรกิติยาภา มีความตั้งใจที่จะหาพันธุ์พืชที่สามารถสร้างอนาคตให้กับชาวนาผู้ประสบอุทกภัยเหล่านั้น จนมาพบว่ามีพันธุ์ข้าวที่พัฒนา และขึ้นทะเบียนคุ้มครองพันธุ์พืชใหม่โดยคนไทยอย่างน้อยพันธุ์หนึ่งที่ตรงกับพระประสงค์ โดยพันธุ์ข้าวนี้มี ชื่อว่า พันธุ์ไรซ์เบอรี่

ข้าวไรซ์เบอรี่ เป็นผลงานการปรับปรุงพันธุ์ของรองศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ วรรณวิจิตร ผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว และคณะนักวิจัย โดยเริ่มผสมพันธุ์เมื่อปี พ.ศ.2545 ณ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม และยื่นจดทะเบียนคุ้มครองพันธุ์พืชใหม่ตั้งแต่ปี 2550 ข้าวไรซ์เบอรี่เป็นข้าวเจ้าพันธุ์ใหม่ที่ได้รับการคัดเลือกพัฒนาพันธุ์ โดยการผสมข้ามระหว่างข้าวเจ้าหอมนิล (พันธุ์พ่อ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กับข้าวขาวดอกมะลิ 105 (พันธุ์แม่) จากสถาบันวิจัยข้าว และด้วยคุณสมบัติด้านโภชนาการที่โดดเด่น คือ มีโปรตีนเป็นสองเท่าของข้าวหอมมะลิ มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีดัชนีน้ำตาลต่ำ-ปานกลาง และมีสารอาหารที่เป็นประโยชน์มากมายต่อร่างกาย ซึ่งจากคุณสมบัติข้อนี้นอกจากจะใช้รับประทานเพื่อเสริมสร้างสุขภาพที่ดีแล้ว ยังช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคโรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือด โรคสมองเสื่อม และบำรุงร่างกายชะลอความแก่ ด้วยเหตุนี้จึงได้รับความนิยมจากผู้บริโภคเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีการปลูกข้าวพันธุ์นี้กระจายไปทั่วประเทศ ซึ่งสามารถปลูกข้าวไรซ์เบอรี่ไว้บริโภคในพื้นที่ครัวเรือนประชาชนได้ แต่ผู้ที่ตั้งเป้าปลูกข้าวไรซ์เบอรี่เพื่อต้องการขายความมีคุณค่าโภชนาการสูงนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีความรู้ในการผลิตที่ถูกต้องตามลักษณะพันธุ์ ไม่เช่นนั้นอาจได้ข้าวไรซ์เบอรี่ที่มีลักษณะผิดไปจากพันธุ์เดิม ทั้งสีสัน และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ จึงมีข้อจำกัดในการปลูกข้าวพันธุ์นี้ต้องอาศัยการเอาใจใส่เป็นพิเศษ โดยปลูกแบบเกษตรอินทรีย์ และต้องมีสภาพอากาศเย็น เพื่อสร้างสีเมล็ด ลักษณะประจำพันธ์ข้าวไรซ์เบอรี่ ซึ่งการทำแบบอินทรีย์จะได้ข้าวไรซ์เบอรีที่มีคุณค่าทางโภชนาการในปริมาณสูงตามลักษณะพันธุ์มากที่สุด จึงเกิดเป็น “โครงการพัฒนาระบบการผลิตข้าวโภชนาการสูงแบบอินทรีย์ครบวงจรจากเกษตรกรสู่ผู้บริโภค” ภายใต้ความร่วมมือของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มูลนิธิอาสาเพื่อนพึ่ง (ภาฯ) ยามยาก สภากาชาดไทย ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรชาวนาในพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าวไรซ์เบอรี่ให้มีคุณภาพสูงสุด ด้วยระบบเกษตรอินทรีย์ โดยปลูกในฤดูนาปีเท่านั้นเพื่อให้ได้คุณค่า และคุณภาพที่ดีที่สุด โดยข้าวไรซ์เบอรี่ที่ได้ส่งเสริมโดยโครงการฯ จะได้รับตรามาตรฐาน “ธัญโอสถ” ใบรับรองจากศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนี้ (ปัณณธร และคณะ, 2557)

2.4.1.1 เป็นผลผลิตจากเมล็ดพันธุ์เกษตรอินทรีย์ที่บริสุทธิ์ร้อยละ 99 และไม่ได้เกิดจากการตัดต่อพันธุกรรม จนได้ข้าวเปลือกที่เป็นพันธุ์บริสุทธิ์ร้อยละ 95 (ปัณณธร และคณะ, 2557)

2.4.1.2 ผ่านกระบวนการขัดสีแปรรูปที่ได้มาตรฐานโลก GMP และ HACCP

2.4.1.3 ต้องตรวจผลการวิเคราะห์ทางโภชนาการให้เป็นปัจจุบันมากที่สุด

2.4.1.4 ผลผลิตทั้งหมดจะผ่านกระบวนการแปรรูปโดยโรงสีข้าวธัญโอสถ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ซึ่งเป็นโรงสีข้าวอินทรีย์ และมีมาตรฐาน GMP และ HACCP ข้าวทั้งหมดจะผ่านระบบการบรรจุถุงสุญญากาศก่อนออกจากโรงสีข้าว

2.4.2 ลักษณะของข้าวไรซ์เบอรี่

ลักษณะเป็นข้าวเจ้าสีม่วงเข้ม เมล็ดข้าวเรียวยาว ผิวมันวาว และมีความนุ่มนวล และยืดหยุ่นเพราะลักษณะของเส้นใย ทำให้มีรสชาติอมหวานกล่อมกล่อมชวนรับประทานเป็นอย่างยิ่ง ข้าวไรซ์เบอรี่นี้สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี อายุเก็บเกี่ยว 130 วัน ให้ผลผลิตปานกลาง สามารถต้านทานต่อโรคไหม้ แต่ไม่ต้านทานโรคหลาว ข้าวไรซ์เบอรรี่มีลักษณะเด่น คือ เป็นข้าวสีม่วงโดยธรรมชาติ เพราะมีสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งเป็นรงค์วัตถุหรือสารให้สีตามธรรมชาติ ซึ่งให้สีกับส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ดอก ใบ ราก ลำต้น จนถึงผล และเมล็ด โดยที่สารแอนโทไซยานินของข้าวไรซ์เบอรี่ จะพบที่ Pericarb ของรำข้าวไรซ์เบอรี่ (Riceberry Bran) ซึ่งสารแอนโทไซยานินนี้มีความสามารถในการละลายในน้ำได้ ซึ่งจัดอยู่กลุ่มของฟลาโวนอยด์ (flavonoid) โดยมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสะที่ให้สีม่วง แดงเข้ม โดยทั่วไปแล้วสีของแอนโทไซยานินนั้นจะมีการเปลี่ยนไปตามความเป็นกรดเป็นด่าง กล่าวคือ เมื่ออยู่สภาวะความเป็นเมื่ออยู่ในสภาวะความเป็นกรดจะมีสีแดงเข้ม แต่หากอยู่ในสภาวะความเป็นกลางจะมีสีม่วง และเมื่ออยู่ในสภาวะความเป็นด่างก็จะมีสีน้ำเงินถึงน้ำเงินเข้ม (ปัณณธร และคณะ, 2557)

2.4.3 ลักษณะประจำพันธุ์ข้าวไรซ์เบอรี่

ตารางที่ 2.2 ลักษณะประจำพันธุ์ข้าวไรซ์เบอรี่

ลักษณะประจำพันธุ์ข้าวไรซ์เบอรี่	**ปริมาณ/หน่วย**	
ความสูง	105 – 110	เซนติเมตร
อายุเก็บเกี่ยว	130	วัน
ผลผลิต	300 – 500	กิโลกรัม/ไร่
ข้าวกล้อง	76	ร้อยละ
ต้นข้าวหรือข้าวเต็มเมล็ด	50	ร้อยละ

ที่มา : ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว (2559)

ตารางที่ 2.3 ความยาวของเมล็ดข้าวไรซ์เบอรี่

ความยาวของเมล็ดข้าวไรซ์เบอรี่	**ปริมาณ/หน่วย**	
ข้าวเปลือก	11	มิลลิเมตร
ข้าวกล้อง	7.5	มิลลิเมตร
ข้าวขัด	7.5	มิลลิเมตร

ที่มา : ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว (2559)

2.4.4 คุณสมบัติทางโภชนาการในข้าวไรซ์เบอรี่

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติทางโภชนาการของข้าวไรซ์เบอรี่

คุณสมบัติทางโภชนาการ	**ปริมาณ/หน่วย**	
ปริมาณอะไมโลส	15.6	ร้อยละ
อุณหภูมิแป้งสุก	<70	องศาเซลเซียส
ธาตุเหล็ก	13-18	มิลลิกรัม/กิโลกรัม
ธาตุสังกะสี	31.9	มิลลิกรัม/กิโลกรัม
โอเมก้า-3	25.51	มิลลิกรัม/100กรัม
วิตามินอี	687	ไมโครกรัม/100กรัม
โฟเลต	48.1	ไมโครกรัม/100กรัม
เบต้าแคโรทีน	63	ไมโครกรัม/100กรัม
โพลีฟีนอล	113.5	มิลลิกรัม/100กรัม
แทนนิน	89.33	มิลลิกรัม/100กรัม
แกมม่า-โอไรซานอล	462	ไมโครกรัม/กรัม

ที่มา : ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว (2559)

ตารางที่ 2.5 สารต้านอนุมูลอิสระในข้าวไรซ์เบอรี่

สารต้านอนุมูลอิสระในข้าวไรซ์เบอรี่	**ปริมาณ/หน่วย**	
ชนิดละลายน้ำ (Ascorbic Acid)	47.5	มิลลิกรัม/100กรัม
ชนิดละลายในน้ำมัน (Trolox)	33.4	มิลลิกรัม/100กรัม

ที่มา : ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว (2559)

2.4.5 ประโยชน์และสารอาหารที่สำคัญของข้าวไรซ์เบอรี่

2.4.5.1 ธาตุเหล็กมีประโยชน์โดยตรงต่อระบบเลือด ช่วยเสริมสร้างพลังงานให้กับร่างกาย โดยช่วยเสริมสร้างเอ็นไซม์หลายชนิดให้สามาระถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยป้องกันอาการอ่อนเพลีย เสริมสร้างภูมิต้านทานให้กับร่างกาย ผิวพรรณสดใส

2.4.5.2 ธาตุสังกะสีเป็นตัวช่วยควบคุมให้กระบวนการต่างๆในร่างกายดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ และคอยช่วยซ่อมบำรุงระบบเอนไซม์และเซลล์ต่างๆ ช่วยเสริมสร่างภูมิต้านทานให้กับร่างกาย กระตุ้นให้แผลหายเร็วขึ้น ป้องกันผมร่วง นอกจากนั้นยังสามารถใช้รักษาสิวได้อีกด้วย

2.4.5.3 โอเมก้า-3 เป็นกรดไขมันที่สำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของสมอง ตับ และระบบประสาทเกี่ยวกับการพัฒนาเรียนรู้ รวมทั้งเกี่ยวกับเรตินาในการมองเห็น อีกทั้งยังช่วยลดระดับโคเลสเตอรอล และไตรเอธิลกลีเซอรอลในพลาสมา ควบคุมระดับไลโปโปรตีน และมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบและหน้าที่ของเกล็ดเลือด ทำให้ช่วยลดอันตรายของโรคทางเดินหายใจ โรคไขมันในเส้นเลือด โรคหัวใจ และโรคซึมเศร้า

2.4.5.4 วิตามินอี ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยยับยั้งเซลล์มะเร็ง ป้องกันภาวะหัวใจล้มเหลว ป้องกันโรคอัลไซเมอร์ ลดความเสี่ยงของการเป็นโรคเบาหวาน ลดระดับคลอเรสเตอรอลในเลือด และช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย ชะลอความเสื่อมถอยของเซลล์สมอง และหัวใจ ชะลอความแก่ ช่วยทำให้ผิวพรรณสดใส นอกจากนั้นวิตามินอียังมีส่วนในการสร้างภูมิคุ้มกันการซ่อม DNA

2.4.5.5 วิตามินบี 1 จำเป็นต่อการทำงานของสมอง ระบบประสาท ระบบย่อย ป้องกันโรคเหน็บชา

2.4.5.6 โฟเลต อยู่ในกลุ่มของวิตะมินบี ช่วยเสริมสร้างเซลใหม่ ๆ และเนื้อเยื่อให้กับร่างกายโดยเฉพาะไขกระดูก ช่วยป้องกันโรคโลหิตจาง ป้องกันโรคหัวใจ และหลอดเลือด

2.4.5.7 เบต้าแคโรทีน เป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ มีประโยชน์ต่อร่างกาย และผิวพรรณ ช่วยบำรุงสายตา ลดความเสี่ยงของการเป็นต้อกระจก นอกจากนี้ยังช่วยรักษาสภาพปกติของเซลล์เยื่อบุตาขาว กระจกตา ปาก ทางเดินอาหาร ทางเดินหายใจ รวมถึงทางเดินปัสสาวะให้เป็นปกติ และยังช่วยให้ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายทำงานได้ดีอีกด้วย

2.4.5.8 ลูทีน ป้องกันจอประสาทตาเสื่อม บำรุงการไหลเวียนของเส้นเลือดฝอยที่หล่อเลี้ยงตา

2.4.5.9 โพลีฟีนอล เป็นสารที่ต้านอนุมูลอิสระ ต้านมะเร็ง ป้องกันโรคหัวใจ ลดระดับของคลอเรสเตอรอล และไตรกรีเซอไรด์ (ไขมันไม่ดี) ในเลือด ต้านโรคเบาหวาน กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน ต้านแบคทีเรีย ไวรัส ป้องกันฟันผุ ต้านโรคอ้วน กระตุ้นการสร้างความร้อนของร่างกาย ซึ่งช่วยเผาผลาญพลังงาน และช่วยการจัดการกับโรคอ้วนได้อีกด้วย

2.4.5.10 แทนนิน มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย และเชื้อราได้ ใช้เป็นยาแก้ท้องร่วง แก้บิด สมานแผล แผลเปื่อย

2.4.5.11 แกมมา-โอไรซานอล เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง ลดความเสื่อมสภาพของเซลผิวทำให้ช่วยชะลอความแก่ก่อนวัย ช่วยลดระดับไขมันในเลือด ป้องกันการเกิดโรคหัวใจ เบาหวาน ความดันโลหิตสูง สมองเสื่อม อีกทั้งยังช่วย ป้องกันโรคกระดูกพรุน

2.4.5.12 เส้นใยอาหาร ช่วยลดระดับไขมัน และโคเลสเตอรอล ป้องกันโรคหัวใจ ช่วยควบคุมน้ำหนัก ช่วยระบบขับถ่าย (ปัณณธร และคณะ, 2557)

2.4.6 ประโยชน์ของข้าวไรซ์เบอรี่ที่เหมาะกับกลุ่มผู้บริโภค

ข้าวไรซ์เบอรี่เป็นอาหารสุขภาพที่ดี เหมาะกับทุกเพศทุกวัย สามารถรับประทานเพื่อบำรุงสุขภาพ และทดแทนข้าวขาวหรือข้าวกล้องปกติ เป็นข้าวที่มีสารอาหารสูง และประโยชน์สูง ซึ่งข้าวไรซ์เบอรี่ยังเหมาะกับกลุ่มผู้บริโภค ดังนี้

2.4.6.1 ผู้สูงวัยควรรับประทาน ข้าวไรซ์เบอรี่มีสารอาหารมากมายที่ช่วยบำรุงร่ายกาย เสริมสร้างประสิทธิภาพในการไหลเวียนของโลหิต ชะลอความแก่ บำรุงสายตา และระบบประสาท

2.4.6.2 ผู้ป่วยโรคเบาหวาน และโรคอ้วน จะช่วยควบคุมน้ำตาล และน้ำหนัก เนื่องจากข้าวไรซ์เบอรี่มีดัชนีน้ำตาลต่ำกว่าข้าวทั่วไป

2.4.6.3 สตรีมีครรภ์ จะช่วยให้บุตรในครรภ์มีสุขภาพแข็งแรง และสามารถป้องกันป้องกันโรคปากแหว่งเพดานโหว่ เพราะข้าวไรซ์เบอรี่มีสารโฟเลต มีน้ำตาลต่ำ จะช่วยให้มารดาควบคุมน้ำหนักเพื่อไม่เกิดครรภ์เป็นพิษ และมีธาตุเหล็กสูง ซึ่งหญิงมีครรภ์ต้องการมากกว่าคนปกติ

2.4.6.4 ส่วนผู้ที่เป็นโรคโลหิตจางจากการขาดธาตุเหล็ก หากรับประทานข้าวไรซ์เบอรี่เป็นประจำจะได้สารอาหาร โดยเฉพาะธาตุเหล็กธรรมชาติ ซึ่งจะช่วยในการบำรุงโลหิต และบำรุงร่างกายให้แข็งแรง

จากการศึกษาพบว่า ข้าวยิ่งมีสีม่วงเข้มมากเท่าใดประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระจะยิ่งมีมากขึ้นเท่านั้น โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 35.3-214.7 umole/กรัม เมื่อนำเข้าข้าวสายพันธุ์ต่างๆ มาเปรียบเทียบกับน้ำผลไม้พร้อมดื่ม หรือน้ำชาเขียวพบว่า ข้าวไรซ์เบอรี่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าเกือบ 100 เท่าเลยที่เดียว ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอรี่จึงเป็นแหล่งอาหารที่ให้สารต้านอนุมูลอิสระสูง การที่ร่างกายได้รับสารต้านอนุมูลอิสระพอเพียงต่อความต้องการในแต่ละวันจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวาน ช่วยลดระดับไขมันและโคเลสเตอรอล ป้องกันโรคมะเร็ง โรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วยควบคุมน้ำหนัก ช่วยระบบขับถ่าย (ปัณณธร และคณะ, 2557)

2.4.7 สารต้านอนุมูลอิสระในข้าวไรซ์เบอรี่

สารอนุมูลอิสระเกิดจากกลไกการขจัดสิ่งแปลกปลอม และรวมถึงมลพิษต่างๆ ได้แก่ มลพิษในอากาศ ความเครียด การเจ็บป่วย โรคมะเร็ง การดื่มสุรา และสารเสพติด อนุมูลอิสระเหล่านี้จะสะสมมากในเซลล์ จนเป็นพิษอาจเป็นสาเหตุโรคสำคัญในยุคโลกาภิวัตน์ เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน และมะเร็งชนิดต่างๆ ได้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบสารต้านอนุมูลอิสระในผัก ผลไม้ และธัญพืช พบว่า ข้าวดำ (ข้าวก่ำ) เป็นแหล่งของสารโภชนาการที่ดีที่สุด เช่น quinolone alkaloid, vitamin E, phytate, ɣ-oryzonal, polyphenol และ anthocyanin อยู่สูง (อภิชาติ และคณะ, 2553)

2.4.8 ค่าดัชนีน้ำตาลของข้าวไรซ์เบอรี่

ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอรี่เป็นข้าวที่มีธาตุเหล็กสูง โดยใช้ทั้งข้าวกล้องและข้าวขัดสี นำมาทำเป็นมื้ออาหารเช้าให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 และมีไขมันในเลือดสูง จำนวน 16 ราย ผู้ป่วยกินข้าวแต่ละชนิดกับกับข้าวคือผัดกระเพราไก่ แล้วเก็บตัวอย่าง เลือดในเวลาต่างๆ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ภายใต้การดูแลอย่างใกล้ชิดจากนักวิจัยของโรงพยาบาลรามาธิบดี ข้าวไรซ์เบอรี่มีดัชนีน้ำตาลต่ำกว่าข้าวขัดสีพันธุ์เดียวกัน ทั้งนี้เพราะใยอาหารที่อยู่ในรำข้าว ช่วยชะลอการดูดซึมน้ำตาลทำให้น้ำตาลในเลือดขึ้นช้ากว่า นอกจากข้าวกล้องจะมีใยอาหารมากกว่าข้าวขัดสีแล้ว ข้าวกล้องยังมีวิตามิน และเกลือแร่มากกว่า โดยเฉพาะวิตามินบีหนึ่ง หรือไธอะมิน (B1) ซึ่งช่วยป้องกันโรคเหน็บชาได้ จึงเป็นทางเลือกใหม่ของผู้ป่วยเบาหวานจากการค้นพบพันธุ์ข้าวดัชนีน้ำตาลต่ำจากข้าวไรซ์เบอรี่ และยังพบว่าในข้าวพันธุ์เดียวกัน ข้าวกล้องจะมีดัชนีน้ำตาลที่ต่ำกว่าข้าวขัด ทำให้สรุปได้ว่าปัจจัยสำคัญในรำข้าวมีผลต่อการลดดัชนีน้ำตาล จึงเกิดแนวความคิดในการพัฒนารำข้าวให้เป็นเม็ดยา เพื่อใช้ร่วมกับการบริโภค อาหารประจำวันแทนการบริโภคข้าวกล้องได้ ดังนั้นคนไทยรับประทานข้าวกล้องให้บ่อยขึ้น เพราะมีดัชนีน้ำตาลต่ำกว่าและมีสารต้านอนุมูลมากกว่าข้าวขัดสี โดยเฉพาะข้าวพันธุ์ใหม่ คือ ข้าวกล้องพันธุ์ไรซ์เบอรี่ ซึ่งดัชนีน้ำตาลต่ำและสารต้านอนุมูลอิสระสูง เพื่อสุขภาพที่ดีในระยะยาว (ปัณณธร และคณะ, 2557)

2.4.9 วิธีหุงข้าวไรซ์เบอรี่

ข้าวพันธุ์ไรซ์เบอรี่ เมื่อหุงสุกแล้วยังมีสารต้านอนุมูลอิสระเหลืออยู่ ไม่ได้ถูกความร้อนทำลายหมด จึงเป็นแหล่งอาหารที่ให้สารต้านอนุมูลอิสระสูง การที่ร่างกายได้รับสารต้านอนุมูลอิสระพอเพียงต่อความต้องการในแต่ละวัน

2.3.9.1 ซาวน้ำเพียง 1 ครั้ง ไม่ควรซาวมากเพราะจะทำให้คุณค่าทางอาหารสูญเสียไปและรินน้ำออกให้หมด

2.3.9.2 หุงในอัตราส่วนข้าว 1 ส่วนต่อน้ำสะอาด 1.5 ส่วนเมื่อข้าวสุกให้พักหรืออุ่นไว้ประมาณ 10 นาที จะได้ข้าวสีเข้มที่นุ่ม (ถ้าชอบข้าวนิ่มมากๆ แช่ข้าวในน้ำสะอาดผสมเกลือเล็กน้อยประมาณ 20 นาที ก่อน หุงจะทำให้ข้าวนุ่มยิ่งขึ้น แต่ไม่ควรแช่นานเพราะสารอาหารที่มีประโยชน์จะถูกละลายไปกับน้ำ)

2.4.10 การเก็บรักษา

ควรเก็บไว้ในภาชนะที่แห้งสะอาด ปิดมิดชิด หากเปิดแล้วรับประทานไม่หมดควรเก็บในตู้เย็นเพื่อรักษาคุณภาพของข้าว (ทัศวรรณ, 2557)

2.5 ควินัว (Quinoa)

ควินัว หรือที่เรียกกันว่าต้นหลอด เป็นพืชของชาว “อินคา” ชนเผ่าพื้นเมืองโบราณ ปลูกในแถบอเมริกาใต้ เช่น ประเทศเปรู ชิลี และโบลีเวีย ซึ่งควินัวนี่มีคุณประโยชน์มากมาย จนได้รับการกล่าวขานว่าเป็น “ซุปเปอร์ธัญพืช” ควินัวใช้รับประทานแบบเดียวกับข้าวโอ๊ต หรือข้าวสาลี แต่ที่จริงแล้วมันไม่ใช่ธัญพืช แต่คือ pseudocereal เป็นพืชพวกเดียวกับหัวบีท ผักโขม ทัมเบิ้ลวี้ด tumbleweed และ Swiss chard ในธัญพืชเทียมชนิดนี้มีสารต้านอนุมูลอิสระอยู่มากมาย นอกจากนั้นยังมีสารต้านการอักเสบหรือบาดเจ็บของเซลล์อีกด้วย ช่วยให้เซลล์เจริญเติบโต และซ่อมแซมอาการบาดเจ็บจากการต่อสู้กับเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกาย ควินัวเป็นอาหารโปรตีนสูง เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ควินัวแตกต่างจากธัญพืชอื่นๆ ในควินัวมีโปรตีนบรรจุอยู่ภายในเป็นจำนวนมาก ร้อยละ 12-18 และมีกรดอะมิโนที่จำเป็น เช่น ลิวซีน ไอโซลิวซีน เหมือนที่พบในน้ำนมอีกด้วย จึงเป็นแหล่งอาหารที่สมบูรณ์ (super food) อย่างที่กล่าวกันนอกจากนั้นควินัวยังมีแคลเซียมมากกว่าธัญพืชชนิดอื่น โดยมีแคลเซียมมากกว่าข้าวสาลีถึง 2 เท่า เพราะในเมล็ดเล็กๆ ยังประกอบไปด้วยเส้นใย หรือ Fiber ที่เป็นอาหารช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดี ควบคุมระบบการย่อยอาหาร ป้องกันและบรรเทาอาการท้องผูก ควินัวมีเส้นใยมากเป็นสองเท่าของธัญพืชอื่นๆ และเป็นอาหารที่มีคลอเลสเตอรอลต่ำ ช่วยลดน้ำหนัก อีกทั้งยังทำให้มีสุขภาพดีอีกด้วย นอกจากควินัวจะเป็นอาหารที่เหมาะสำหรับคนที่กำลังลดน้ำหนักแล้ว ยังเหมาะกับคนที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานด้วย เพราะควินัวมีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ เส้นใยสูง และอิ่มท้อง สามารถใช้ทดแทนอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตได้เป็นอย่างดี องค์ประกอบของควินัวแสดงดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 องค์ประกอบของควินัว

องค์ประกอบทางเคมี	**ปริมาณ (กรัม)**
คาร์โบไฮเดรต	64
ไขมัน	6
โปรตีน	17
น้ำ	13

ที่มา : พีรศักดิ์ (2544)

2.5.1 ควินัวกับประโยชน์ต่อสุขภาพ

นอกจากควินัวจะมีประโยชน์ในเชิงโภชนาการแล้ว การรับประทานควินัวอาจส่งผลดีต่อสุขภาพได้อีกด้วย โดยมีข้อมูลทางการแพทย์บางส่วนที่ศึกษาคุณประโยชน์ด้านต่าง ๆ ของควินัวไว้ ดังนี้

2.5.1.1 ควินัวอาจช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด การรับประทานควินัวอาจช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคเบาหวานประเภทที่ 2 และช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยมีงานวิจัยหนึ่ง พบว่า การบริโภคเส้นใยอาหารจากควินัวปริมาณ 16 กรัมต่อวัน อาจช่วยลดความเสี่ยงโรคเบาหวานประเภทที่ 2 ได้ นอกจากนั้น งานวิจัยอีกชิ้นหนึ่งที่ทดสอบคุณสมบัติด้านเดียวกันนี้ในหนูทดลอง พบว่า ควินัวอาจช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดและลดผลกระทบอื่นๆ ที่เกิดจากการรับประทานอาหารที่มีน้ำตาลสูงได้ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าวเป็นเพียงการทดลองขนาดเล็ก จึงควรมีการค้นคว้าเพิ่มเติมกับกลุ่มคนจำนวนมากต่อไป เพื่อยืนยันประสิทธิผลดังกล่าวให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2.5.1.2 ควินัวอาจช่วยลดน้ำหนัก ควินัวอาจมีคุณสมบัติช่วยลดน้ำหนักได้ เนื่องจากควินัวมีโปรตีนปริมาณมากเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารที่คล้ายคลึงกันอย่างข้าว ข้าวโพด และธัญพืชไม่ขัดสี ซึ่งงานวิจัยหนึ่งพบว่าโปรตีนเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการลดน้ำหนัก โดยจะช่วยกระตุ้นกระบวนการเผาผลาญในร่างกาย ช่วยลดความหิว และอาจช่วยป้องกันการเกิดโรคอ้วนและโรคอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ควินัวยังมีเส้นใยอาหารสูง หากรับประทานอาหารที่มีเส้นใยสูงอย่างควินัวจะช่วยให้รู้สึกอิ่มนานขึ้น ดีต่อสุขภาพลำไส้และการขับถ่ายอีกด้วย

2.5.1.3 ควินัวอาจช่วยลดระดับไขมันในเลือด การรับประทานควินัวอาจเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้ที่เผชิญภาวะไขมันในเลือดสูง โดยมีงานวิจัยที่พบว่าการรับประทานควินัววันละ 50 กรัมติดต่อกันนาน 6 สัปดาห์ อาจช่วยลดระดับไขมันคอเลสเตอรอลรวม คอเลสเตอรอลชนิดไม่ดี และไขมันไตรกลีเซอไรด์ด้วย อย่างไรก็ตาม ระดับไขมันต่าง ๆ ลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และการรับประทานควินัวอาจไปลดระดับของไขมันคอเลสเตอรอลชนิดที่ดีอีกด้วย

2.5.1.4 ควินัวอาจช่วยต้านการอักเสบ มีความเชื่อว่าอาหารที่อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระอาจช่วยต้านการอักเสบในร่างกายได้ ซึ่งควินัวก็ขึ้นชื่อว่ามีสารต้านอนุมูลอิสระสูงเช่นกัน โดยงานวิจัยชิ้นหนึ่ง กล่าวว่าสารซาโปนิน (Saponin) ในควินัวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และอาจช่วยยับยั้งการผลิตสารที่ก่อให้เกิดการอักเสบของเซลล์ในร่างกายได้ถึงร้อยละ 25-90

ภาพที่ 2.3 ควีนัว (Quinoa)
ที่มา : healthgossip (2559)

2.6 แป้ง (flour)

แป้ง คือผงละเอียดที่มี สตาร์ช (starch) เป็นส่วนประกอบหลัก ได้จากการนำส่วนต่างๆ ของพืช เช่น เมล็ด ราก หัว มาบด และยังมีส่วนประกอบอื่น เช่น โปรตีน (protein) ลิพิด (lipid) รวมอยู่ด้วย หากมีกระบวนการสกัดโปรตีน และลิพิดออก เหลือแต่ส่วนที่เป็นคาร์โบไฮเดรต มักเรียกว่า starch แป้งที่ใช้มากในอาหารได้แก่ แป้งข้าวสาลี (wheat flour) แป้งข้าวเจ้า (rice flour) สตาร์ชมันสำปะหลัง (tapioca starch) สตาร์ชดัดแปร (modified starch) (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, 2562)

2.6.1 สตาร์ช (Starch)

คือพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ที่พบในพืช เช่น เมล็ดธัญพืช พืชหัว และถั่วเมล็ดแห้ง มีน้ำตาลกลูโคส (glucose) เป็นมอโนเมอร์ ของน้ำตาลกลูโคส ที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ (glycosidic bond) ที่ตำแหน่งแอลฟา 1,4 ได้เป็นโครงสร้างแบบอะไมโลส (amylose) ส่วนที่ตำแหน่ง แอลฟา 1,4 และแอลฟา 1,6 ได้เป็นอะไมโลเพกทิน (amylopectin) เม็ดสตาร์ชของพืชแต่ละชนิดจะมีอะไมโลส และอะไมโลเพกทินนอัดแน่นอยู่ โดยมีสัดส่วนของอะไมโลส และอะไมโลเพกตินแตกต่างกัน ทำให้มีสมบัติด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำไปใช้ประโยชน์ต่างกัน เช่น การเกิดเจลาติไนเซชัน (gelatinization) ความหนืด (viscosity) อะไมโลส และอะไมโลเพกทินมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันดังแสดงดังตารางที่ 2.7

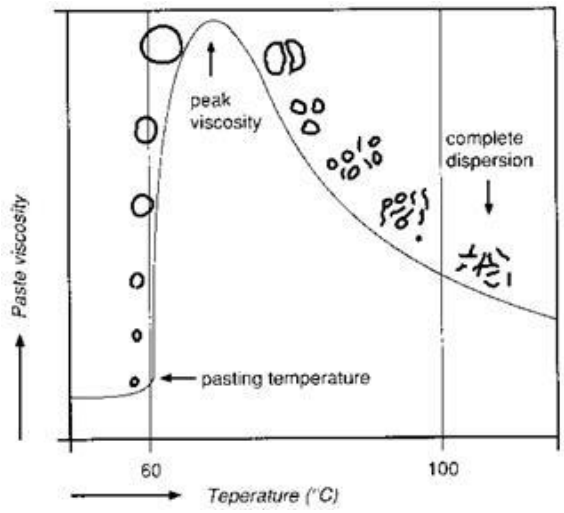
ตารางที่ 2.7 สมบัติที่แตกต่างกันของอะไมโลสและอะไมโลเพกทิน

อะไมโลส	อะไมโลเพกทิน
Glucose มาต่อกันเป็นเส้นตรง glycosidic bond แบบ alpha 1,4 อย่างเดียว	Glucose มาต่อกันเป็นกิ่งก้านสาขา glycosidic bond แบบ alpha 1,4 และ alpha 1,6
ทำปฏิกิริยากับไอโอดีนให้สีน้ำเงิน	ทำปฏิกิริยากับไอโอดีนให้สีม่วงแดง
สตาร์ชสุกมีลักษณะขาวขุ่น เป็นเจลที่แข็งแรง	สตาร์ชสุกมีลักษณะใส เหนียว เจลอ่อน
เกิดรีโทรเกรเดชัน (retrogradation) ได้ง่าย	เกิดรีโทรเกรเดชัน (retrogradation) ยาก
สตาร์ชที่มี amylose สูง ได้แก่ ข้าวเจ้า ข้าวโพด	สตาร์ชที่มี amylopectin สูง ได้แก่ ข้าวเหนียว ข้าวโพด ข้าวเหนียว

ที่มา : พิมพ์เพ็ญ และคณะ (2562)

2.6.2 การเกิดเจลาติไนเซชัน (gelatinization)

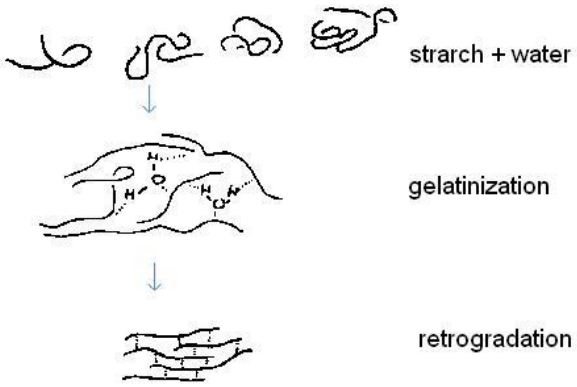
คือปรากฏการณ์ของน้ำแป้งเมื่อได้รับความร้อน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในภายในโมเลกุลของเม็ดแป้ง (starch granule) เนื่องจากความร้อนทำลายพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของสตาร์ชในเม็ดแป้ง สายพอลิเมอร์ของอะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพกทิน (amylopectin) ที่อัดแน่นอยู่ในเม็ดแป้งจะคลายตัวและรวมกับน้ำที่ล้อมรอบ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏ เม็ดแป้งพองตัว และความหนืดของน้ำแป้งเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อุณหภูมิที่สตาร์ชเริ่มเกิดเจลาติไนเซชัน เรียกว่า gelatinization temperature หรือ pasting temperature อยู่ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 60-70 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ช่วงนี้เม็ดแป้งยังคงมีสภาพอยู่ได้โดยไม่แตกออก เมื่อเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นเม็ดแป้งจะพองตัวเพิ่มขึ้นและมีความหนืดสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เกิดลักษณะของน้ำแป้งข้น (starch paste) ความหนืดจะเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งถึงจุดที่เม็ดแป้งเกิดการพองตัวสูงสุด และให้ความหนืดสูงสุด (maximum viscosity) จากนั้นเม็ดแป้งจะแตกถึงจุดสูงสุด ซึ่งไม่สามารถคืนสภาพได้ หรือมีการกวนอย่างรุนแรงจนเม็ดแป้งแตกออก การเกิดเจลาติไนเซชัน เป็นการสุกของสตาร์ช ซึ่งเกิดจากการให้ความร้อนแก่อาหารที่มีแป้งเป็นส่วนประกอบเกิดในการให้อาหารสุก (cooking) ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การนึ่ง การทอด การอบ การทำให้สุกด้วยเอกซ์ทรูเดอร์ และไมโครเวฟ เป็นต้น (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, 2562)



ภาพที่ 2.4 การเปลี่ยนแปลงความหนืดของแป้งเมื่อให้ความร้อน
ที่มา : พิมพ์เพ็ญ และคณะ (2555)

2.6.3 การรีโทรเกรเดชัน (retrogradation)

การเกิดการรีโทรเกรเดชัน หรือการคืนตัวของสตาร์ช (starch) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อนำสตาร์ช ที่ผ่านการเจลาติไนเซชัน (gelatinization) มาแล้ว ปล่อยให้เย็นลง โมเลกุลของอะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพกทิน (amylopectin) ซึ่งเคยรวมตัวกับน้ำแล้วเกิดเป็นเจล จะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้กัน โมเลกุลน้ำตาลกลูโคสในสายจะมาเชื่อมต่อกันเองใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจน และขับน้ำที่เคยจับอยู่ออกจากโมเลกุล เรียกว่า syneresis ทำให้เกิดเป็นผลึกใหม่



ภาพที่ 2.5 ขั้นตอนการเกิดรีโทรเกรเดชันของแป้ง
ที่มา : พิมพ์เพ็ญ และคณะ (2555)

2.6.3.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดรีโทรเกรเดชัน

สัดส่วนของอะไมโลส และอะไมโลเพกทินในสตาร์ช เนื่องจากโมเลกุลของอะไมโลส (amylose) ซึ่งเป็นเส้นตรง มีผลต่อการเกิดรีโทรเกรเดชันได้มากกว่าโมเลกุลของอะไมโลเพกทิน (amylopectin) ซึ่งโครงสร้างโมเลกุลมีลักษณะเป็นกิ่งก้านสาขา เกะกะ ขัดขวางการเคลื่อนที่กลับมารวมกันใหม่ของโมเลกุลน้ำตาลกลูโคส (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, 2562)

อุณหภูมิที่เก็บรักษาสตาร์ช ที่ทำให้เกิดเจลาติไนเซชัน (gelatinization) แล้วที่อุณหภูมิต่ำ เช่น เก็บรักษาแบบแช่เย็น (cold stroage) หรือแช่เยือกแข็ง (freezing) จะเร่งทำให้เกิดการรีโทรเกรเดชันได้เร็วขึ้น

สภาวะ และส่วนผสม ได้แก่ อุณหภูมิที่เกิดเจลาติไนเซชัน ปริมาณน้ำที่ใช้และส่วนผสมอื่น เช่น ไขมัน โปรตีน เกลือ น้ำตาล กรด และวัตถุเจือปนอาหาร

สตาร์ชดัดแปร (modified starch) โมเลกุลของสตาร์ชธรรมชาติอาจถูกดัดแปร เพื่อลดการเกิดรีโทรเกรเดชัน เพื่อให้ได้สตาร์ชที่มีสมบัติเหมาะสมกับการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เช่น อาหารแช่เย็น อาหารแช่เยือกแข็ง

2.6.4 แป้งข้าวโพด (corn flour)

แป้งข้าวโพด (corn flour อาจเรียกว่า maize flour) เป็นแป้ง (flour) ที่ผลิตจากเมล็ดข้าวโพด (*Zea may* Lin.) โดยการบดแห้ง (dry milling) มีลักษณะเป็นผงละเอียดสีขาว มีไขมัน และโปรตีน สูงกว่า สตาร์ชข้าวโพด (corn starch) ซึ่งมีแต่คาร์โบไฮเดรต หรือสตาร์ชเท่านั้น แป้งข้าวโพดมีคุณสมบัติดังแสดงดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 คุณสมบัติของแป้งข้าวโพด

คุณสมบัติ	แป้งข้าวโพด
ขนาดเม็ดแป้ง (ไมครอน)	3-26
ปริมาณอะไมโลส (ร้อยละ)	28
ขนาดของอะไมโลส (Degree of polymerization)	800
อุณหภูมิเริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืด (Pasting temperature, องศาเซลเซียส)	79.18
ความหนืดสูงสุด (Peak viscosity, RVU)	271.13
ความหนืดสุดท้าย (Final viscosity, RVU)	195.21
ความหนืดต่ำสุด (Trough viscosity, RVU)	145.67
อุณหภูมิเริ่มต้นเกิดเจลาติไนเซชัน (Onset temperature, องศาเซลเซียส)	49
อุณหภูมิสุดท้ายที่เกิดเจลาติไนซ์ (Conclusion temperature, องศาเซลเซียส)	67

ที่มา : กล้าณรงค์ และเกื้อกูล (2550)

2.7 สารเพิ่มความคงตัว

2.7.1 สารให้ความคงตัว

เป็นส่วนประกอบโดยส่วนใหญ่เป็นสารพวก polysaccharide food gum ที่ช่วยให้ความคงตัวกับผลิตภัณฑ์ โดยเพิ่มความหนืดให้ผลิตภัณฑ์

2.7.2 อิมัลซิไฟเออร์

สารที่ทำให้ส่วนผสมที่ไม่สามารถผสมกันได้ สามารถรวมตัวกัน หรือกระจายตัวได้ดี เช่น ในกรณีของน้ำและน้ำมัน ซึ่งเป็นระบบอิมัลชั่นที่พบได้บ่อย เช่น เนยขาว หรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้ทาขนมปัง เป็นระบบที่หยดน้ำกระจายตัวอยู่ในส่วนของน้ำมัน และระบบอิมัลชั่นแบบน้ำมันในน้ำที่หยดน้ำมันกระจายตัวอยู่ในส่วนของน้ำ เช่น มายองเนส และนม นอกจากนี้ยังมีระบบอิมัลชั่นก็ยังมีแบบอื่นอีก เช่น ระบบโฟมที่มีอากาศที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นระบบที่มีส่วนผสม 3 อย่างอยู่ด้วยกัน ได้แก่ ไอศกรีม ขนมหวานที่ขึ้นฟูด้วยอากาศ หรือเค้ก เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีระบบของอิมัลชั่นที่ซับซ้อนมากขึ้น

อิมัลซิไฟเออร์ยังมีคุณสมบัติที่ช่วยปรับปรุงลักษณะของอาหาร อิมัลซิไฟเออร์โดยเฉพาะ monoglycerides และ stearoyl-lactylates จะถูกนำไปใช้ค่อนข้างมาก เนื่องจากมีคุณสมบัติสามารถเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับแป้งได้ โดยอิมัลซิไฟเออร์จะทำปฏิกิริยากับอะไมโลสที่อยู่ในแป้ง ทำให้เกิดลักษณะที่ดีในอาหาร ได้แก่

1) ยืดอายุการเก็บรักษา
2) ผลิตภัณฑ์ขนมอบทั้งทำให้นุ่มหรือทำให้แข็ง
3) ช่วยการกระจายตัวของแป้งในผลิตภัณฑ์
4) ทำให้กระบวนการผลิตง่ายขึ้น
5) ช่วยปรับเนื้อสัมผัสที่แข็ง
6) ช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสในขนมขบเคี้ยวแบบขึ้นรูป, ปรับปรุงความยืดหยุ่นเส้นก๋วยเตี๋ยวสำเร็จรูป หรือพาสต้ากระป๋อง

ในส่วนการทำปฏิกิริยาระหว่างอิมัลซิไฟเออร์กับโปรตีน เช่น ปฏิกิริยาของ DATEIM, eator-lactylates และ polysorbates กับโปรตีนกลูเตนในแป้งสาลี ซึ่งมีความสำคัญมากในขนมให้ความคงตัว และความแข็งแรงที่เป็นผลจากปฏิกิริยา โดยช่วยให้โดยืนหยุ่นได้ดี หรือทนต่อแรงผสม ทนต่อการบ่ม เพราะในขั้นตอนสุดท้ายโดต้องขึ้นฟูอย่างเต็มที่เมื่อผ่านการอบ โดยดูได้จากปริมาตรที่เพิ่มขึ้นของก้อนขนมปัง หรือโรลที่เพิ่มขึ้น อิมัลซิไฟเออร์ยังมีผลต่อการเกิดผลึกของไขมัน หรือการเติมอากาศในระบบอาหาร ผลด้านการเกิดผลึกไขมันมักพบในมาการีน ผลิตภัณฑ์ทาขนมปังเนยถั่ว ไอศครีม และผลิตภัณฑ์ขนม (พรหล้า, 2558)

2.7.3 สารเสริมคุณภาพเอสพี (SP)

เป็นสารที่นิยมใช้ในการทำเค้กที่มีไข่เป็นส่วนผสมองค์ประกอบหลัก เป็นสารที่ทำให้ไขมันรวมตัวกับน้ำได้ดี หรือเรียกว่าเป็นอิมัลซิไฟเออร์ ซึ่งการผสมเค้กไข่ ถ้าตีปกติต้องใช้เวลาประมาณ 10-15 นาทีขึ้นไป แต่ถ้าเติมสารเสริมคุณภาพเอสพีเข้าไป จะใช้เวลาเหลือเพียง 5-7 นาที ช่วยให้ระยะเวลาในการตีไข่ให้ขึ้นฟูน้อยลงกว่าเดิม และยังสามารถตั้งทิ้งไว้ก่อนอบ 2-3 ชั่วโมง ลักษณะทั่วไปเป็นครีมใส สีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอมอ่อนๆ ควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิแช่เย็น

2.7.4 คุณสมบัติสารเสริมคุณภาพเอสพี (SP)

2.7.4.1 ปริมาณที่ควรใช้ร้อยละ 2 ของน้ำหนักไข่ น้ำตาล แป้ง ใช้เติมไปพร้อมกับการตีไข่ น้ำตาลทราย น้ำ หรือร้อยละ 3-5 ของน้ำหนักแป้ง และวิธีการใช้ผสมพร้อมกับของเหลวในช่วงแรก ผสมส่วนผสมจะข้น

2.7.4.2 ขนมที่ได้จะมีปริมาตรดี และขึ้นฟูสวย ใช้กับเค้ก หรือขนมที่ขึ้นฟูด้วยฟองอากาศ ช่วยให้เกิดฟองได้ปริมาณมาก

2.7.4.3 ช่วยให้ใช้ในการผสมส่วนผสมแบบขั้นตอนเดียว ทำให้ไม่ยุ่งยาก ประหยัดเวลาและแรงงานในการผสม เพราะทำหน้าที่เป็นอิมัลซิไฟเออร์ช่วยให้ส่วนผสมทุกอย่างเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน จึงใส่ส่วนผสมทุกอย่างได้พร้อมกันทั้งหมด

2.7.4.4 สามารถตั้งส่วนผสมทิ้งไว้เพื่อรออบได้ประมาณ 2-3 ชั่วโมง โดยขนมไม่ยุบตัว จะกระจายตัวได้ดีช่วยให้เนื้อขนมละเอียด นุ่ม และเก็บความชื้นได้นาน

2.7.5 การเลือกซื้อเอสพี

วัน เดือน ปีที่ผลิต และอายุการใช้งานของเอสพีบนภาชนะที่บรรจุผลิตภัณฑ์

2.7.6 การเก็บรักษาเอสพี

ควรเก็บเอสพีในที่อากาศเย็น และแห้ง จะทำให้เก็บไว้ได้นาน อย่าให้ถูกแสงแดด และอากาศ เพราะจะทำให้เสื่อมคุณภาพ (วนิดา, 2530)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อรุณรัตน์ และคณะ (2561) การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสูตรมาตรฐานอาหารว่างสาคูไส้หมู และข้าวเกรียบปากหม้อ 2) ศึกษากรรมวิธีการผลิตสาคูไส้หมูและข้าวเกรียบปากหม้อ 3) ศึกษาอัตราส่วนของสาคูไส้หมูและข้าวเกรียบปากหม้อเสริมควินัว 4) ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการด้านโปรตีน เส้นใย ของสาคูไส้หมูและข้าวเกรียบปากหม้อเสริมควินัว 5) ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสาคูไส้หมูและข้าวเกรียบปากหม้อเสริมควินัว โดยศึกษากรรมวิธีการทำสาคูไส้หมูและข้าวเกรียบปากหม้อและคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร ซึ่งสาคูไส้หมูได้เสริมควินัว 3 ระดับ คือ ร้อยละ 75 ร้อยละ 50 ร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก และข้าวเกรียบปากหม้อเสริมควินัว 2 ระดับ คือ ร้อยละ 50 ร้อยละ 25 ของน้ำหนัก ประเมินผลทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Hedonic Scale test และ Scoring โดยผู้ที่ได้รับการฝึกฝนด้านอาหาร และผู้เชี่ยวชาญคุณภาพด้านความเหนียวนุ่ม คุณค่าทางโภชนาการด้านโปรตีนและเส้นใย และได้นำไปทดสอบกับผู้บริโภคทั่วไปผลการวิจัยพบว่า สาคูไส้หมูเสริมควินัวร้อยละ 50 และข้าวเกรียบปากหม้อเสริมควินัวร้อยละ 25 มีคุณภาพด้านประสาทสัมผัส สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส มีความขอบมากที่สุด และการประเมินด้านความเหนียวนุ่ม ทั้งสาคูไส้หมูและข้าวเกรียบปากหม้อเสริมควินัวผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่ามีความเหนียวนุ่มที่เหมาะสม คุณค่าทางโภชนาการของสาคูไส้หมูเสริมควินัว มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 1.32 ปริมาณเส้นใยร้อยละ 0.84 ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค และคุณค่าทางโภชนาการของข้าวเกรียบปากหม้อเสริมควินัว มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 1.38 ปริมาณเส้นใยร้อยละ 0.54 ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค การประเมินสาคูไส้หมูและข้าวเกรียบปากหม้อของผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 30 คน ด้านการประเมินทางประสาทสัมผัสของสาคูไส้หมูเสริมควินัว พบว่าให้การยอมรับที่ชอบมาก และด้านการประเมินทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบปากหม้อเสริมควินัว พบว่าชอบมาก และให้ความสนใจซื้อร้อยละ 84 หากมีสาคูไส้หมูและข้าวเกรียบปากหม้อเสริมควินัวเป็นอาหารว่างในบรรจุภัณฑ์รูปแบบกล่องพลาสติกใสที่มีฉลากโภชนาการ ในราคา 35 บาท

วรัมพา (2560) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือก (1) ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ (2) ศึกษาการเพิ่มความคงตัวของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังเลียนแบบเนยถั่วจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ (3) ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังเลียนแบบเนยถั่วจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ (4) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังเลียนแบบเนยถั่วจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ (5) ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์สำหรับทาขนมปังเลียนแบบเนยถั่วจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ ผลการศึกษาพบว่า เมื่อนำปลายข้าวไรซ์เบอรี่มาศึกษาปริมาณที่เหมาะสมสำหรับสูตรพื้นฐานผลิตภัณฑ์ทาขนมปังทำการทดสอบคุณภาพโดยการวัด ค่าสี ค่าความหนืด และประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส (9 point-hedonic Scale) พบว่า ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ทาขนมปังเลียนแบบเนยถั่วสูตรที่พัฒนาได้

และได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดในด้านความชอบโดยรวมที่ระดับคะแนน 7.94 ซึ่งเป็นสูตรที่ประกอบด้วยปลายข้าวไรซ์เบอรี่ร้อยละ 30.7 น้ำสะอาดร้อยละ 27.7 นมข้นหวานร้อยละ 29.5 เนยละลาย (เค็ม) ร้อยละ 5.9 ผงโกโก้ร้อยละ 1.9 นมผงร้อยละ 1.9 กลิ่นวานิลลาร้อยละ 1.1 น้ำตาลทรายร้อยละ 0.9 เกลือร้อยละ 0.4 และสารเสริมเอสพีร้อยละ 1.2 ผลการวัดค่าสี มีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 24.62 11.89 และ 11.85 ตามลำดับ มีค่าความข้นหนืด 26,544 เซนติพอยส์ (cp) เมื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการพบว่าผลิตภัณฑ์นี้ 100 กรัม ประกอบด้วยไขมัน โปรตีน ใยอาหาร และ คาร์โบไฮเดรต 2.56 0.96 2.77 และ 47.38 กรัม ตามลำดับ และมีปริมาณวิตามินอี 0.81 มิลลิกรัม และแอนติออกซิแดนท์ 95.80 มิลลิกรัม เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส ทุกๆ 1 สัปดาห์ พบว่าเมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 6 สัปดาห์ คุณภาพทางจุลินทรีย์ยังผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเนยถั่ว (มผช.1012/2548) ยังคงมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคซึ่งเป็นกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 77 ช่วงอายุสูงสุด 30-39 ปี และ 40-49 ปี ร้อยละ 25 ส่วนใหญ่ระดับการศึกษาอยู่ที่ระดับปริญญาตรี ร้อยละ 59 และรับราชการ/รัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 52 มีรายได้สูงกว่า 25,000 บาท ร้อยละ 36 ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์ทาขนมปังเลียนแบบเนยถั่วจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ในด้านความแปลกใหม่มากที่สุด โดยให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 100 และผู้บริโภคร้อยละ 97 ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ทาขนมปังเลียนแบบเนยถั่วจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ โดยบรรจุภัณฑ์แบบขวดแก้วน้ำหนักบรรจุ 200 กรัม ราคาจำหน่าย 70-89 บาท

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

3.1 วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 ปลายข้าวไรซ์เบอรี่ (ไร่พระจันทร์ ต.เขาทราย อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร)

3.1.1.2 ควินัว (ตรา Mc Garrett)

3.1.1.3 สารเสริมคุณภาพเอสพี (SP) (ตรา เอสพี)

3.1.1.4 นมข้นหวาน (ตรา คาร์เนชั่น)

3.1.1.5 เนยแข็งชนิดเค็ม (ตรา อลาวรี่)

3.1.1.6 ผงโกโก้ชนิดสีเข้ม (ตรา ทิวลิป)

3.1.1.7 นมผง (ตรา KSDK Bakery Mart)

3.1.1.8 แป้งข้าวโพด (ตรา คนอร์)

3.1.1.9 น้ำตาลทราย (ตรา มิตรผล)

3.1.1.10 เกลือป่น (ตรา ปรุงทิพย์)

3.1.1.11 กลิ่นวานิลลา (ตรา วินเนอร์)

3.1.1.12 น้ำสะอาด

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.2.1 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น secura

3.1.2.2 เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท

3.1.2.3 หม้อหุงข้าว ยี่ห้อ SKG

3.1.2.4 เครื่องปั่น ยี่ห้อ Vita-Max รุ่น VM 0104 ขวดแก้วบรรจุอาหาร

3.1.2.5 เตาแก๊ส

3.1.2.6 อ่างผสมสแตนเลส

3.1.2.7 หม้อสแตนเลส พร้อมลังถึง

3.1.2.8 ตะกร้อมือ

3.1.2.9 พายไม้

3.1.2.10 ผ้าขาวบาง

3.1.2.11 ช้อนตักอาหาร

3.1.2.12 โหลแก้วบรรจุอาหาร

3.1.3 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.1.3.1 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น secura

3.1.3.2 เครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer) ยี่ร้อยละห้อ KONICA MINOLTA รุ่น CM-3500d โปรแกรมเวอร์ชั่น CM-S100 W1.700.0001

3.1.3.2 Target ของแข็ง ที่ใช้สำหรับการวัดวัดค่าการสะท้อนของวัตถุ (Reflectance) ของเครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer)

3.1.3.3 เครื่องวัดค่าความหนืด Brookfield Viscometer รุ่น DV2T (LV)

3.1.4 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.1.4.1 ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ยี่ห้อ BINDER รุ่น BD1150

3.1.4.2 เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น ED224S

3.1.4.3 ภาชนะอลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (Moisture Can)

3.1.4.4 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Crucible)

3.1.4.5 โถดูดความชื้น (Desiccator)

3.1.4.6 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ยี่ห้อ Foss รุ่น Soxtec 205

3.1.4.7 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน

1) เครื่องย่อย (Digestion Unit) ยี่ห้อ BUCHI รุ่น K-435
2) เครื่องดักจับไอกรด (Scrubber) ยี่ห้อ BUCHI รุ่น B-414
3) ชุดกลั่น (Distillation) ยี่ห้อ BUCHI รุ่น B-324

3.1.4.8 เครื่องวัดปริมาณเถ้า (muffin furnace) ยี่ห้อ CARBOLITE รุ่น CWF11/13

3.1.4.9 ตู้ดูดควัน Fume cupboard MODEL 252 S/N 25366 TRAND international.co.Ltd

3.1.4.10 เครื่องวัดปริมาณเส้นใยอาหาร Foss Fibertec 1020 และ Foss Cold Extraction Unit 1021 ประเทศสวีเดน

3.1.4.11 ชุดเครื่องแก้ว ได้แก่ บีกเกอร์ขนาด 50, 100, 500 และ 1,000 มิลลิลิตร ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร กระบอกตวงขนาด 10, 20, และ 500 มิลลิลิตร บิวเรต ปิเปต หลอดหยดสาร แท่งแก้วคนสาร/ช้อนตักสาร

3.1.5 อุปกรณ์วิเคราะคุณภาพทางจุลินทรีย์

3.1.5.1 ตู้ปลอดเชื้อ Heal Force รุ่น A2

3.1.5.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate Count Agar)

3.1.5.3 อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextrose Agar)

3.1.5.4 สารละลาย NaCl

3.1.5.5 จานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

3.1.5.6 ปิเปตฆ่าเชื้อ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร และ 1 มิลลิลิตร

3.1.5.7 หลอดทดลอง

3.1.5.8 แท่งแก้วรูปตัวแอล

3.1.5.9 บีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร และ 600 มิลลิลิตร

3.1.5.10 ขวดปรับปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร

3.1.5.11 แท่งแก้วคนสาร

3.1.5.12 แอลกอฮอล์

3.1.5.13 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.1.5.14 ขวด Duran

3.1.5.15 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (Autoclave) ยี่ห้อ Zealway รุ่น Gl Series

3.1.5.16 ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) ยี่ห้อ BINDER รุ่น BD 115

3.1.5.17 เครื่องตีบดตัวอย่าง (Stomacher) ยี่ห้อ Seward รุ่น 400 Circulater

3.1.5.18 เครื่องเขย่าหลอดทดลอง (Vortex Mixer) ยี่ห้อ HERMONY รุ่น VTX-3000L.

3.1.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.1.6.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.1.6.2 แบบประเมินผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.1.6.3 เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จทางสถิติ

3.1.6.4 ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

3.1.6.5 ขนมปังแผ่น (ตรา ฟาร์มเฮ้าส์)

3.1.8 เครื่องมือและอุปกรณ์ประมวลข้อมูล

3.1.8.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมสำหรับประมวลผลทางสถิติ

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 ศึกษาการปรับปรุงคุณลักษณะการสเปรดบนหน้าขนมปังของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ โดยใช้แป้งข้าวโพด

ทดลองผลิตผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่จากสูตรต้นแบบโดยดัดแปลงจากสูตรของ วรัมภา (2560) โดยหุงปลายข้าวไรซ์เบอรี่ (ซาวน้ำ 1 ครั้ง) ให้สุกด้วย

หม้อหุงข้าว 25 นาที ปั่นปลายข้าวไรซ์เบอรี่ที่หุงสุกกับน้ำสะอาดจนละเอียดด้วยเครื่องปั่น (Vita-Max) กรองแยกกากออกด้วยผ้าขาวบาง ผสมสารเสริมคุณภาพ (SP) กับน้ำตาลทราย และน้ำตีให้ตั้งยอด ละลายเนยเค็มด้วยการให้ความร้อนแบบไอน้ำ ใส่ส่วนผสมทั้งหมดตีให้เป็นเนื้อเดียวกัน ในอ่างผสม วางอ่างผสมลงบนหม้อน้ำเดือด ใช้ตะกร้อมือตีให้ส่วนผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน 8 นาที โดยใช้ความร้อนแบบไอน้ำ จากนั้นยกอ่างผสมลงจากหม้อน้ำเดือด ใส่กลิ่นวนิลา คนต่ออีก 5 นาที จนส่วนผสมเย็นลง และหนืดขึ้น บรรจุใส่ภาชนะขวดแก้ว ปิดฝาให้สนิท นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น (4±1 องศาเซลเซียส) ได้สูตรเบื้องต้นของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สูตรผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่สูตรต้นแบบ

ส่วนผสม	**ปริมาณ (กรัม)**	**คิดเป็นร้อยละ**
ปลายข้าวไรซ์เบอรี่	220	22.28
น้ำสะอาด	330	33.42
นมข้นหวาน	270	27.34
เนยละลาย (เค็ม)	60	6.07
ผงโกโก้	20	2.03
นมผง	20	2.03
กลิ่นวานิลลา	10	1.01
น้ำตาลทราย	10	1.01
เกลือ	3.5	0.35
สารเสริมคุณภาพ (SP)	22	2.23
น้ำสำหรับผสมกับ (SP)	22	2.23

แผนภาพที่ 3.1 กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่สูตรต้นแบบ
ที่มา : ดัดแปลงจากวรัมภา (2560)

ทำการปรับปรุงคุณลักษณะการสเปรดบนหน้าขนมปังของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ โดยทำการศึกษาปริมาณแป้งข้าวโพดที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2 3 และ 4 โดยผสมลงไปกับส่วนผสมต่างๆ ตามตารางที่ 3.2 โดยใช้วิธีการผลิตดังภาพที่ 3.1 เพื่อหาสูตรที่ดีที่สุดสำหรับการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

ตารางที่ 3.2 ปริมาณแป้งข้าวโพดในสูตรผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่

ส่วนผสม	ปริมาณแป้งข้าวโพดในแต่ละสูตร (กรัม)		
	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 2)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ 3)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ 4)
ปลายข้าวไรซ์เบอรี่	220	220	220
แป้งข้าวโพด	20	30	40
น้ำสะอาด	330	330	330
นมข้นหวาน	270	270	270
เนยละลาย (เค็ม)	60	60	60
ผงโกโก้	20	20	20
นมผง	20	20	20
กลิ่นวานิลลา	10	10	10
น้ำตาลทราย	10	10	10
เกลือ	3.5	3.5	3.5
สารเสริมคุณภาพ (SP)	22	22	22
น้ำสำหรับผสมกับ (SP)	22	22	22

3.2.1.1 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1) ตรวจวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ที่มีแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2 3 และ 4 โดยวางแผนการทดสอบแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วัดค่าการสะท้อนของวัตถุ (Reflectance) ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น CM-3500d โปรแกรมเวอร์ชั่น CM-S100 W1.700.0001 โดยใส่ตัวอย่างลงในภาชนะใส่ตัวอย่างชนิดของแข็ง (Target) ทำการทดลองวัดค่าตัวอย่างละ 3 ครั้ง ค่าที่วัดได้แก่ ค่าสี L* (แสดงค่า สีขาว-ดำ มีค่าตั้งแต่ 0-100) a* (แสดงค่า สีแดง เมื่อ a* มีค่าเป็น +, สีเขียว เมื่อ a* มีค่าเป็น –) b* (แสดงค่า สีเหลือง เมื่อ b* มีค่าเป็น +, สีน้ำเงิน เมื่อ b* มีค่าเป็น –)

2) ตรวจวัดค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ที่มีแป้งข้าวโพด ในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2 3 และ 4 โดยวางแผนการทดสอบแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วัดค่าความหนืดด้วยเครื่องวัดค่าความหนืด (Brookfield Viscometer) รุ่น DV2T (LV) โดยเตรียมตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร ใช้หัววัดค่า LV-03 (63) ในการวัดค่าของตัวอย่าง ทำการทดลองวัดค่าตัวอย่างละ 3 ครั้ง

3.2.1.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

นำมาวางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อค (Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษาของคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยนำผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ที่มีแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2 3 และ 4 มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความหนืด) การกระจายตัวบนหน้าขนมปัง และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 - Point Hedonic Scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุดไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3.2.2 ศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้ควินัวเสริมในผลิตภัณฑ์

ศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้ควินัวเสริมลงในผลิตภัณฑ์ โดยทำการศึกษาปริมาณควินัวที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1 3 และ 5 เติมลงในส่วนผสมตามสูตรที่ได้จากข้อ 3.2.1 และใช้ขั้นตอนการผลิตดังภาพที่ 3.1 โดยนำควินัวล้างน้ำให้สะอาด หุงให้สุก และนำไปปั่นรวมกับปลายข้าวไรซ์เบอรี่หุงสุก เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

3.2.2.1 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

1) ตรวจวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว ที่มีควินัวในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1 3 และ 5 โดยวางแผนการทดสอบแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วัดค่าการสะท้อนของวัตถุ (Reflectance) ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่น CM-3500d โปรแกรมเวอร์ชั่น CM-S100 W1.700.0001 โดยใส่ตัวอย่างลงในภาชนะใส่ตัวอย่างชนิดของแข็ง (Target) ทำการทดลองวัดค่าตัวอย่างละ 3 ครั้ง ค่าที่วัดได้แก่ ค่าสี L* (แสดงค่า สีขาว-ดำ มีค่าตั้งแต่ 0-100) a* (แสดงค่า สีแดง เมื่อ a* มีค่าเป็น +, สีเขียว เมื่อ a* มีค่าเป็น –) b* (แสดงค่า สีเหลือง เมื่อ b* มีค่าเป็น +, สีน้ำเงิน เมื่อ b* มีค่าเป็น –)

2) ตรวจวัดค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว ที่มีควินัวในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1 3 และ 5 โดยวางแผนการทดสอบแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วัดค่าความหนืดด้วย

เครื่องวัดค่าความหนืด (Brookfield Viscometer) รุ่น DV2T (LV) โดยเตรียมตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร โดยใช้หัววัดค่า LV-03 (63) ในการวัดค่าของตัวอย่าง ทำการทดลองวัดค่าตัวอย่างละ 3 ครั้ง

3.2.2.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี โดยนำผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว จากข้อที่ 3.2.2 ที่ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ในด้านความชอบโดยรวมมากที่สุด มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ตามวิธีการของ AOAC (2000) โดยวางแผนการทดสอบแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำการทดลองวัดค่าตัวอย่างละ 3 ครั้ง โดยวิเคราะห์ค่าดังต่อไปนี้

1) ความชื้น
2) โปรตีน
3) ไขมัน
4) เถ้า
5) เส้นใยหยาบ
6) คาร์โบไฮเดรต

3.2.2.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

วางแผนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อค (Randomized Complete Block Design, RCBD) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ซึ่งเป็นอาจารย์ และนักศึกษาของคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร โดยนำผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว ที่มีควินัวในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1 3 และ 5 มาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความหนืด) การกระจายตัวบนหน้าขนมปัง และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการทดสอบแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 - Point Hedonic Scale) นำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (Analysis of Variance - ANOVA) และวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan’s New Multiple Range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อเลือกสูตรที่ดีที่สุดไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

3.2.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

นำผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว ที่ได้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส ในด้านความชอบโดยรวมมากที่สุด จากข้อ 3.2.2 ซึ่งบรรจุในขวดแก้วที่มีฝาปิด ขนาดบรรจุ 200 กรัม เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพ ทุกๆ 7 วัน วิเคราะห์หาจุลินทรีย์โดยตรวจหาปริมาณเชื้อยีสต์และรา และตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000) โดยเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.1012/2548) ซึ่งจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.3 สถานที่และระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

3.3.1 สถานที่ทำการทดลอง

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ห้องปฏิบัติการ 521 621 622 และ 1401

3.3.2 ระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง

การทดลองนี้เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2562 ถึง กุมภาพันธ์ 2563

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์และอภิปรายผล

4.1 ผลศึกษาการปรับปรุงคุณลักษณะการสเปรดบนหน้าขนมปังของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้แป้งข้าวโพด

ผลศึกษาการปรับปรุงคุณลักษณะการสเปรดบนหน้าขนมปังของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ โดยใช้แป้งข้าวโพดในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2 3 และ 4 แล้วนำตัวอย่างที่ได้ไปประเมินคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ การวัดค่าสี ค่าความข้นหนืด และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) การกระจายตัวบนหน้าขนมปัง และความชอบโดยรวม ผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ในปริมาณต่างกัน แสดงดังตารางที่ 4.1 4.2 และตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 ลักษณะปรากฏผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ โดยใช้แป้งข้าวโพดในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2 3 และ 4

คุณลักษณะ	ปริมาณของแป้งข้าวโพด		
	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 2)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ 3)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ 4)
ลักษณะปรากฏ			
	มีสีน้ำตาลอมแดง มีความมันวาว มีความข้นหนืดน้อยกว่าสูตร 2 และสูตร 3	มีสีน้ำตาลอมแดง มีความมันวาว มีความข้นหนืดน้อยกว่าสูตร 3	มีสีน้ำตาลอมแดง มีความมันวาว มีความข้นหนืดมากที่สุด

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้ปริมาณแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2 3 และ 4

คุณภาพทางกายภาพ		ปริมาณของแป้งข้าวโพด		
		สูตรที่ 1 (ร้อยละ 2)	**สูตรที่ 2 (ร้อยละ 3)**	**สูตรที่ 3 (ร้อยละ 4)**
ค่าสี	L*	23.76 ± 0.03 [a]	23.19 ± 0.02 [b]	22.96 ± 0.02 [c]
	a*	7.39 ± 0.06 [a]	7.23 ± 0.02 [b]	6.92 ± 0.02 [c]
	b*	3.01 ± 0.01 [a]	2.83 ± 0.03 [b]	2.69 ± 0.02 [c]
ความข้นหนืด (cps.)		68,693 ± 440 [c]	96,436 ± 545 [b]	115,033 ± 776 [a]

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการศึกษาจากตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวโพดในปริมาณแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2 3 และ 4 โดยนำผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ไปวัดค่าสี พบว่า ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวโพดในปริมาณแตกต่างกัน 3 ระดับ มีค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 22.96 - 23.76 ค่าสีแดง (a*) อยู่ในช่วง 6.92 - 7.39 ค่าสีเหลือง (b*) อยู่ในช่วง 2.69 - 3.01 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้ปริมาณแป้งข้าวโพดที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่มีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) มีการลดลงตามลำดับ

ในส่วนของความข้นหนืด พบว่าค่าความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวโพดในปริมาณแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2 3 และ 4 มีค่าระหว่าง 68,693 - 115,033 cps. โดยการใช้ปริมาณแป้งข้าวโพดที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่มีความข้นหนืดเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเกิดเจลาติไนเซชันของเม็ดแป้งเมื่อแป้งได้รับความร้อน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในภายในโมเลกุลของเม็ดแป้ง (starch granule) เนื่องจากความร้อนทำลายพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของสตาร์ชในเม็ดแป้ง สายพอลิเมอร์ของอะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพกทิน (amylopectin) ที่อัดแน่นอยู่ในเม็ดแป้งจะคลายตัวและรวมกับน้ำที่ล้อมรอบ (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, 2562) ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏ และความหนืดเพิ่มสูงขึ้น

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้แป้งข้าวโพดในปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2 3 และ 4

คุณลักษณะ	ปริมาณของแป้งข้าวโพด		
	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 2)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ 3)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ 4)
สี [ns]	7.66 ± 1.10	7.82 ± 1.22	7.62 ± 1.16
กลิ่น	7.08 ± 1.18 [b]	7.60 ± 1.29 [a]	7.46 ± 1.16 [ab]
รสชาติ	7.08 ± 1.12 [b]	7.66 ± 1.41 [a]	7.44 ± 0.99 [ab]
เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด)	7.10 ± 1.15 [b]	7.64 ± 1.19 [a]	7.42 ± 1.18 [ab]
การกระจายตัว	7.46 ± 0.97 [ab]	7.90 ± 1.15 [a]	7.30 ± 1.22 [b]
ความชอบโดยรวม	7.34 ± 0.87 [b]	7.98 ± 0.98 [a]	7.70 ± 0.95 [ab]

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ผลการศึกษาจากตารางที่ 4.3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ที่ใช้ปริมาณแป้งข้าวโพดในปริมาณต่างกัน จำนวน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 2 3 และ 4 พบว่า ปริมาณแป้งข้าวโพดที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อผู้ทดสอบชิม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวโพดไม่มีผลต่อคุณลักษณะทางด้านสี ส่วนคุณลักษณะทางด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) การกระจายตัว และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผู้ทดสอบชิมให้ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบ สูตรที่ 2 (ร้อยละ 3) มากที่สุดในคุณลักษณะด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความหนืด) การกระจายตัว และความชอบโดยรวม เนื่องจากสูตรที่ 2 (ร้อยละ 3) มีปริมาณของแป้งข้าวโพดที่เหมาะสม โดยเมื่อแป้งข้าวโพดได้รับความร้อน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในภายในโมเลกุลของเม็ดแป้ง (starch granule) เนื่องจากความร้อนทำลายพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของสตาร์ชในเม็ดแป้ง สายพอลิเมอร์ของอะไมโลส (amylose) และ อะไมโลเพกทิน (amylopectin) ที่อัดแน่นอยู่ในเม็ดแป้งจะคลายตัวและรวมกับน้ำที่ล้อมรอบ (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, 2562) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่มีความหนืด และการกระจายตัวดีที่สุด ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้คะแนนมากที่สุด ผู้วิจัยจึงได้เลือกผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ สูตรที่ 2 (ร้อยละ 3) เพื่อนำไปศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการโดยใช้ควินัวเสริมในผลิตภัณฑ์ต่อไป

4.2 ผลการศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้ควินัวเสริมในผลิตภัณฑ์

ผลการศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้ควินัวเสริมในผลิตภัณฑ์ปริมาณแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1 3 และ 5 ตามลำดับแล้วแล้วนำตัวอย่างที่ได้ไปประเมินคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ การวัดค่าสี ค่าความข้นหนืด ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) การกระจายตัวบนหน้าขนมปัง และความชอบโดยรวม ได้แก่ ผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัวในปริมาณต่างกัน แสดงดังตารางที่ 4.4 4.5 และตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.4 ลักษณะปรากฏผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว โดยใช้ควินัวปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1 3 และ 5

คุณลักษณะ	ปริมาณของควินัว		
	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 1)	**สูตรที่ 2 (ร้อยละ 3)**	**สูตรที่ 3 (ร้อยละ 5)**
ลักษณะปรากฏ			
	มีสีน้ำตาลอมแดง มีความมันวาว มีความข้นหนืดน้อยกว่าสูตร 2 และสูตร 3	มีสีน้ำตาลอมแดง มีความมันวาว มีความข้นหนืดน้อยกว่าสูตร 3	มีสีน้ำตาลอมแดง มีความมันวาว มีความข้นหนืดมากที่สุด

ตารางที่ 4.5 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว โดยใช้ควินัวปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1 3 และ 5

คุณภาพทางกายภาพ		ปริมาณของควินัว		
		สูตรที่ 1 (ร้อยละ 1)	**สูตรที่ 2 (ร้อยละ 3)**	**สูตรที่ 3 (ร้อยละ 5)**
ค่าสี	L*	23.17 ± 0.03 [b]	24.34 ± 0.14 [a]	24.32 ± 0.02 [a]
	a*	7.09 ± 0.01 [b]	6.59 ± 0.06 [c]	7.59 ± 0.02 [a]
	b*	2.90 ± 0.06 [b]	2.64 ± 0.15 [c]	3.69 ± 0.01 [a]
ความข้นหนืด (cps.)		146,833 ± 709 [c]	171,133 ± 1,205 [b]	184,800 ± 721 [a]

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการศึกษาจากตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว ที่ใช้ควินัวเสริมในผลิตภัณฑ์ปริมาณแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1 3 และ 5 โดยนำผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว ไปวัดค่าสี พบว่า ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว จำนวน 3 สูตร มีค่าความสว่าง (L*) อยู่ในช่วง 23.17 - 24.34 ค่าสีแดง (a*) อยู่ในช่วง 6.59 - 7.59 ค่าสีเหลือง (b*) อยู่ในช่วง 2.64 - 3.69 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้ปริมาณของควินัวที่แตกต่างกัน จึงทำให้มีค่าสีที่แตกต่างกันเล็กน้อย

ในส่วนของความข้นหนืด พบว่าค่าความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว ที่ใช้ควินัวเสริมในผลิตภัณฑ์ปริมาณแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1 3 และ 5 มีค่าระหว่าง 146,833 - 184,800 cps. ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) อาจเนื่องมาจากเมล็ดของควินัวมีส่วนประกอบของแป้งซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรต เมื่อแป้งได้รับความร้อน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในภายในโมเลกุลของเม็ดแป้ง (starch granule) เนื่องจากความร้อนทำลายพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของสตาร์ชในเม็ดแป้ง สายพอลิเมอร์ของอะไมโลส (amylose) และ อะไมโลเพกทิน (amylopectin) ที่อัดแน่นอยู่ในเม็ดแป้งจะคลายตัวและรวมกับน้ำที่ล้อมรอบ (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, 2562) ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏ และความหนืดเพิ่มสูงขึ้น

ตารางที่ 4.6 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว โดยใช้ควินัวปริมาณต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1 3 และ 5

คุณลักษณะ	ปริมาณของควินัว		
	สูตรที่ 1 (ร้อยละ 1)	สูตรที่ 2 (ร้อยละ 3)	สูตรที่ 3 (ร้อยละ 5)
สี [ns]	8.00 ± 1.09	8.18 ± 0.70	8.34 ± 0.59
กลิ่น [ns]	7.88 ± 1.02	7.82 ± 1.00	8.04 ± 0.97
รสชาติ	7.56 ± 1.20 [b]	7.96 ± 0.81 [ab]	8.12 ± 1.06 [a]
เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด)	7.44 ± 1.07 [b]	7.46 ± 0.93 [b]	8.18 ± 0.87 [a]
การกระจายตัว	7.56 ± 0.91 [b]	7.64 ± 0.94 [b]	8.12 ± 1.02 [a]
ความชอบโดยรวม	7.42 ± 0.95 [b]	7.54 ± 0.84 [b]	8.14 ± 0.97 [a]

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ผลการศึกษาจากตารางที่ 4.6 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว ที่ใช้ควินัวเสริมในผลิตภัณฑ์ปริมาณแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1 3 และ 5 พบว่าปริมาณของควินัวที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อผู้ทดสอบชิม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากการเพิ่มปริมาณของควินัวไม่มีผลต่อคุณลักษณะทางด้านสี และกลิ่น ส่วนคุณลักษณะทางด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) การกระจายตัว และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผู้ทดสอบชิมให้ค่าเฉลี่ยคะแนนความชอบ สูตรที่ 3 (ร้อยละ 5) มากที่สุดในคุณลักษณะด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด) การกระจายตัว และความชอบโดยรวม เนื่องจากสูตรที่ 3 (ร้อยละ 5) มีปริมาณของควินัวที่เหมาะสม ทำให้ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว มีความข้นหนืด และการกระจายตัวดีที่สุด ส่งผลให้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนมากที่สุด ผู้วิจัยจึงได้เลือกผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว สูตรที่ 3 (ร้อยละ 5) เพื่อนำไปศึกษาอายุการเก็บรักษาต่อไป

ผลการศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ โดยใช้ควินัวเสริมในผลิตภัณฑ์ปริมาณแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 1 3 และ 5 ตามลำดับ แล้วนำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์เปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ (ร้อยละ)	
	ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่	ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว
ความชื้น	49.51 ± 0.57 [b]	49.64 ± 0.23 [a]
โปรตีน	2.35 ± 0.05 [b]	3.83 ± 0.11 [a]
ไขมัน	4.09 ± 0.46 [b]	4.13 ± 0.56 [a]
เส้นใยหยาบ	1.73 ± 0.03 [b]	1.81 ± 0.01 [a]
เถ้า	1.49 ± 0.01 [b]	1.56 ± 0.01 [a]
คาร์โบไฮเดรต	40.83 ± 0.01 [a]	39.03 ± 0.01 [b]

หมายเหตุ : ตัวอักษรในแนวนอนที่ต่างกัน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการศึกษาจากตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ และผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว โดยนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ เถ้า และคาร์โบไฮเดรต พบว่า ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใยหยาบ ที่เพิ่มมากขึ้นจากสูตรผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ ซึ่งควินัวมีคุณค่าทางโภชนาการมาก อุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมากมาย ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เส้นใยอาหาร ซึ่งสารอาหารเหล่านี้มีส่วนช่วยในการบำรุงร่างกาย นอกจากนั้นยังมีสารต้านการอักเสบหรือบาดเจ็บของเซลล์อีกด้วย ช่วยให้เซลล์เจริญเติบโตและซ่อมแซมอาการบาดเจ็บจากการต่อสู้กับเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกาย ควินัวเป็นอาหารโปรตีนสูงเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ควินัว

แตกต่างจากธัญพืชอื่นๆ (พีรศักดิ์ วรสุนทโรสถ, 2544) เมื่อเสริมควินัวลงไปในผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มขึ้น

4.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส และทำการสุ่มตัวอย่างสำหรับตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) และปริมาณยีสต์และรา ทุกๆ 1 สัปดาห์ ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.8 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และรา ในผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-8 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาการเก็บ (สัปดาห์)	ปริมาณจุลินทรีย์ (CFU/กรัม)	ยีสต์รา (CFU/กรัม)
0	< 10	< 10
1	< 10	< 10
2	< 10	< 10
3	< 10	< 10
4	< 10	< 10
5	1×10^4	< 10

หมายเหตุ : CFU / กรัม หมายถึง Colony-forming unit ต่อตัวอย่างอาหาร 1 กรัม

ผลการศึกษาจากตารางที่ 4.8 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส นำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) และปริมาณยีสต์และรา ทุกๆ 1 สัปดาห์ พบว่า เมื่อเก็บรักษาไว้เป็นเวลา 5 สัปดาห์ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีมากกว่า 1×10^4 CFU/กรัม และมีจำนวนยีสต์และราเกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของเนยถั่ว (มผช.1012/2548) ที่มีการกำหนดให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 CFU/กรัม ดังนั้น ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว สามารถเก็บรักษาไว้ได้ 4 สัปดาห์ จึงจะมีความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 ผลการศึกษาการปรับปรุงคุณลักษณะการสเปรดบนหน้าขนมปังของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้แป้งข้าวโพด

ผู้ทดสอบชิมจำนวนที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 50 คน ให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ สูตรที่ 2 ซึ่งมีส่วนผสมของปลายข้าวไรซ์เบอรี่หุงสุก ร้อยละ 21.51 น้ำเปล่า ร้อยละ 32.27 นมข้นหวาน ร้อยละ 26.41 เนย (เค็ม) ร้อยละ 5.87 ผงโกโก้ ร้อยละ 1.96 นมผง ร้อยละ 1.96 กลิ่นวนิลา ร้อยละ 0.98 น้ำตาลทราย ร้อยละ 0.98 เกลือ ร้อยละ 0.34 สารเสริมคุณภาพ (SP) ร้อยละ 2.15 น้ำที่ใช้ผสมสารเสริมคุณภาพ (SP) ร้อยละ 2.15 แป้งข้าวโพด ร้อยละ 3.42

5.1.2 ผลการศึกษาการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้ควินัวเสริมในผลิตภัณฑ์

ผู้ทดสอบชิมจำนวนที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 50 คน ให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่ สูตรที่ 3 ซึ่งมีส่วนผสมของ ปลายข้าวไรซ์เบอรี่หุงสุก ร้อยละ 20.51 น้ำเปล่า ร้อยละ 30.80 นมข้นหวาน ร้อยละ 25.17 เนย (เค็ม) ร้อยละ 5.59 ผงโกโก้ ร้อยละ 1.86 นมผง ร้อยละ 1.86 กลิ่นวนิลา ร้อยละ 0.93 น้ำตาลทราย ร้อยละ 0.93 เกลือ ร้อยละ 0.33 สารเสริมคุณภาพ (SP) ร้อยละ 2.05 น้ำที่ใช้ผสมสารเสริมคุณภาพ (SP) ร้อยละ 2.05 แป้งข้าวโพด ร้อยละ 3.26 ควินัว ร้อยละ 4.66

ในส่วนของผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว มีปริมาณความชื้นร้อยละ 49.64±0.23 โปรตีนร้อยละ 3.83±0.11 ไขมันร้อยละ 4.13±0.56 เส้นใยหยาบร้อยละ 1.81±0.01 เถ้าร้อยละ 1.56±0.01 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 39.03±0.01

5.1.3 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว โดยบรรจุในขวดแก้วใส สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส ได้ 4 สัปดาห์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาการปรับปรุงคุณลักษณะการสเปรดบนหน้าขนมปัง โดยใช้สารให้ความคงตัวชนิดอื่นๆ

5.2.2 การหุงปลายข้าวไรซ์เบอรี่ ควรศึกษาปริมาณปลายข้าว และปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการหุงปลายข้าวไรซ์เบอรี่

5.2.3 ควรทดลองนำปลายข้าวไรซ์เบอรี่ไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหารอื่นๆ ให้หลากหลาย

เอกสารอ้างอิง

กองพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว. 2559. **ข้าวไรซ์เบอรี่.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://brpd.ricethailand.go.th/index.php/standard-rice/92-rice berry, 9 สิงหาคม 2562.

กอบสุข เอี่ยมสุรีย์. 2553. **ตลาดข้าวโลกในปัจจุบัน.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.thai-aec.com/371, 9 สิงหาคม 2562.

กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2546. **เทคโนโลยีของแป้ง.** พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทัศวรรณ ลีลาสอน. 2557. **การหุงข้าวกล้องสีเข้ม.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.rakbankerd.com/agriculture/page.php?id = 5458&s= tblrice, 12 กันยายน 2562.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2548**. วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน.** พิมพ์ครั้งที่ 1. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ปัณณธร ไชยบุญเรือง และคณะ, บรรณาธิการ. 2557. **ไรซ์เบอร์รี่ : ข้าวหอมสายพันธุ์ใหม่พลิกชีวิตชาวนาไทย.** สำนักพิมพ์ปัญญาชน. กรุงเทพฯ.

พงษ์พัฒน์ จันทร์ไทย. 2555**. เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับขนมปัง.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://blog.janthai.com/82-2381.html, 19 กันยายน 2562.

พรหล้า ขาวเธียร. 2557. **สารให้ความคงตัวและอิมัลซิไฟเออร์.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://buffbridge.wordpress.com/2012/09/12, 2 พฤศจิกายน 2562.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2555. **รีโทรเกรเดชัน.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0591/ Retrogradation, 8 พฤศจิกายน 2562.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2555. **การเกิดเจลาติไนซ์.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0350/ gelatinization, 8 พฤศจิกายน 2562.

พีรศักดิ์ วรสุนทโรสถ และคณะ. 2554. **ทรัพยากรพืชในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

วิชัย ทฤทัยธนาสันติ์ และเพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2540. "การถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์จากถั่วลิสง." ใน **คู่มือวิชาการเรื่อง อะฟลาทอกซินในถั่วลิสง.** หน้า 178-198. กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.

วิชัย หฤทัยธนาสันติ์ และเพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2546. **โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงปลอดสารพิษ Aflatoxin.** สถาบันผลิตผลเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วนิดา โกศัย. 2530. **ขนมอบ.** วิทยาลัยครูนครราชสีมา, นครราชสีมา.

วรลักษณ์ มันตาดิลก. 2535. **"การพัฒนาเนยถั่วลิสงผสมมะพร้าว."** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรัมพา เล้าสุขศรี. 2560. **"การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาขนมปังเลียนแบบเนยถั่วจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่."** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2559. **ข้าวไรซ์เบอรี่.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://dna.kps.ku.ac.th/v2016/index.php/news-articles-rice-rsc-rgdu-knowledge/rice-breeding-lab/rice berry-variety, 2 กันยายน 2562.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2548. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเนยถั่ว มผช. 1012/2548.** กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. 2561. **องค์ความรู้เรื่องข้าว.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.ricethailand.go.th/Rkb/product/index.php-file-content.php&id=3. htm, 24 สิงหาคม 2562.

องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ. 2560. **ข้าวไรซ์เบอรี่.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.nsm.or.th/index.php?option=com_k2&view=item&id=6033:2017-02-02-05-17-05&ltemid=217, 4 พฤศจิกายน 2562.

อภิชาติ วรรณวิจิตร และคณะ. 2553. **รายงานการวิจัยโครงการบูรณาการเทคโนโลยีชีวภาพในการสร้างพันธุ์ข้าวเพื่อเพิ่มมูลค่าและคุณค่าสูง ปีงบประมาณ 2551.** สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

อรอนงค์ นัยวิกูล. 2547. **ข้าว.** พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

อรุณรัตน์ บุญจริง, นันทวุฒิ เจนกิจเจริญชัย, นวลนภัทร แตงสมบูรณ์ และกัมปนาท จ่างสะเดา. 2561. **“สาคูไส้หมูและข้าวเกรียบปากหม้อเสริมควินัว.”** งานวิจัยปริญญาตรี**.** สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

อารีย์ วรัญญวัฒก์. 2544. **ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และละหุ่ง.** โรงพิมพ์โชติวงศ์, กรุงเทพฯ.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International.** 17th Ed. Gaithersgurg, MD, USA: Official Methods.

Dzurik, J. G. 1971. **Peanut Butter Containing Homogenized Peanut paste.** U.S. Patent 3, 691, 207.

Weiss, T. J. 1980. **Food Oil and Their Uses.** 2nd ed. Eastern Graphics, USA

Woodroof, J.G. 1973. **Peanuts Production, Processing, Products.** 3th Ed. Experimental Station Experiment. Department of Food Science. University of Gorgia Agricultural, Gorgia.

Woodroof, J. G. 1966. **Peanuts: Production, Processing, Product.** AVI Publishing Company, Westport.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก สูตรผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่
สูตรผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

ภาคผนวก ข การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

ภาคผนวก จ แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ฉ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

ภาคผนวก ช ฉลากผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ก

สูตรผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่
สูตรผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

สูตรผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่

ส่วนผสม			**ร้อยละ**
ปลายข้าวไรซ์เบอรี่หุงสุก	220	กรัม	21.51
น้ำเปล่า	330	กรัม	32.27
นมข้นหวาน	270	กรัม	26.41
เนย (เค็ม)	60	กรัม	5.87
ผงโกโก้	20	กรัม	1.96
นมผง	20	กรัม	1.96
กลิ่นวนิลา	10	กรัม	0.98
น้ำตาลทราย	10	กรัม	0.98
เกลือ	3.5	กรัม	0.34
สารเสริมคุณภาพ (SP)	22	กรัม	2.15
น้ำที่ใช้ผสม สารเสริมคุณภาพ (SP)	22	กรัม	2.15
แป้งข้าวโพด	35	กรัม	3.42

ขั้นตอนการทดลอง

1. นำปลายข้าวไรซ์เบอรี่ซาวน้ำ 1 ครั้ง หุงให้สุกกับน้ำอัตราส่วน 1:1.5 ส่วน ประมาณ 25 นาที
2. นำปลายข้าวไรซ์เบอรี่หุงสุกมาพักให้เย็นประมาณ 10 นาที แล้วนำไปปั่นกับน้ำให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน และกรองปลายข้าวไรซ์เบอรี่ที่ปั่นจนละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันด้วยผ้าขาวบาง
3. นำสารเสริมคุณภาพ (SP) ผสมน้ำตาลทราย และน้ำ ตีให้ตั้งยอด
4. นำเนย (เค็ม) ไปละลายด้วยการให้ความร้อนแบบไอน้ำ
5. ใส่ส่วนผสมทั้งหมด ตีให้ส่วนผสมเข้ากันในอ่างผสม จากนั้นนำไปให้ความร้อนแบบไอน้ำโดยวางอ่างผสมลงบนหม้อน้ำเดือด ใช้ตะกร้อมือตีให้ส่วนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันและหนืดขึ้นเป็นเวลา 8 นาที
6. ยกอ่างผสมลงจากหม้อน้ำเดือด ใส่กลิ่นวนิลา ตีด้วยตะกร้อมือต่ออีก 5 นาที จนส่วนผสมเย็นลง
7. บรรจุใส่ขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น (4-8 องศาเซลเซียส)

สูตรผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

ส่วนผสม			**ร้อยละ**
ปลายข้าวไรซ์เบอรี่หุงสุก	220	กรัม	20.51
น้ำเปล่า	330	กรัม	30.80
นมข้นหวาน	270	กรัม	25.17
เนย	60	กรัม	5.59
ผงโกโก้	20	กรัม	1.86
นมผง	20	กรัม	1.86
กลิ่นวนิลา	10	กรัม	0.93
น้ำตาลทราย	10	กรัม	0.93
เกลือ	3.5	กรัม	0.33
สารเสริมคุณภาพ (SP)	22	กรัม	2.05
น้ำที่ใช้ผสม สารเสริมคุณภาพ (SP)	22	กรัม	2.05
แป้งข้าวโพด	35	กรัม	3.26
ควินัว	50	กรัม	4.66

ขั้นตอนการทดลอง

1. นำปลายข้าวไรซ์เบอรี่ซาวน้ำ 1 ครั้ง หุงให้สุกกับน้ำอัตราส่วน 1:1.5 ส่วน ประมาณ 25 นาที
2. นำควินัวซาวน้ำ 1 ครั้ง หุงให้สุกกับน้ำอัตราส่วน 1:2 ส่วน ประมาณ 15 นาที
3. นำปลายข้าวไรซ์เบอรี่และควินัวที่หุงสุกมาพักให้เย็นประมาณ 10 นาที แล้วนำไปปั่นกับน้ำให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน และกรองปลายข้าวไรซ์เบอรี่ที่ปั่นจนละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันด้วยผ้าขาวบาง
4. นำสารเสริมคุณภาพ (SP) ผสมน้ำตาลทราย และน้ำ ตีให้ตั้งยอด
5. นำเนย (เค็ม) ไปละลายด้วยการให้ความร้อนแบบไอน้ำ
6. ใส่ส่วนผสมทั้งหมด ตีให้ส่วนผสมเข้ากันในอ่างผสม จากนั้นนำไปให้ความร้อนแบบไอน้ำโดยวางอ่างผสมลงบนหม้อน้ำเดือด ใช้ตะกร้อมือตีให้ส่วนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันและหนืดขึ้นเป็นเวลา 8 นาที จากนั้นยกอ่างผสมลงจากหม้อน้ำเดือด ใส่กลิ่นวนิลา ตีด้วยตะกร้อมือต่ออีก 5 นาที จนส่วนผสมเย็นลง
7. บรรจุใส่ขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น (4-8 องศาเซลเซียส)

กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

เตรียมวัตถุดิบ ปลายข้าวไรซ์เบอร์รี่หุงสุก ควินัวหุงสุก นมข้นหวาน เนย (เค็ม) ผงโกโก้ นมผง แป้งข้าวโพด น้ำตาล เกลือ สารเสริมคุณภาพ (SP)

⬇

นำปลายข้าวไรซ์เบอรี่หุงสุก 230 กรัม ควินัวหุงสุก 50 กรัม ปั่นกับน้ำสะอาด 330 กรัม ให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น

⬇

นำปลายข้าวหุงสุก และควินัวหุงสุกที่ปั่นรวมกับน้ำสะอาดจนละเอียด มากรองแยกกากออกด้วยผ้าขาวบาง

⬇

นำสารเสริมคุณภาพ (SP) ผสมน้ำตาลทราย และน้ำ ตีให้ตั้งยอด

นำเนย (เค็ม) มาละลายด้วยการให้ความร้อนแบบไอน้ำ

ใส่ส่วนผสมทั้งหมด ตีให้ส่วนผสมเข้ากันในอ่างผสม จากนั้นนำไปให้ความร้อนแบบไอน้ำ
โดยวางอ่างผสมลงบนหม้อน้ำเดือดใช้ตะกร้อมือตีให้ส่วนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน
และหนืดขึ้น เป็นเวลา 8 นาที

ยกอ่างผสมลงจากหม้อน้ำเดือด ใส่กลิ่นวนิลา ตีด้วยตะกร้อมือต่ออีก 5 นาที จนส่วนผสมเย็นลง

บรรจุใส่ขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิท เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น (4-8 องศาเซลเซียส)

แผนภาพที่ ก.1 วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

ส่วนผสม

ปลายข้าวไรซ์เบอรี่หุงสุก	220	กรัม	ราคา	10.40	บาท
น้ำเปล่า	330	กรัม	ราคา	4.47	บาท
นมข้นหวาน	270	กรัม	ราคา	12.83	บาท
เนย (เค็ม)	60	กรัม	ราคา	10	บาท
ผงโกโก้	20	กรัม	ราคา	5.84	บาท
นมผง	20	กรัม	ราคา	1.9	บาท
กลิ่นวนิลา	10	กรัม	ราคา	4.17	บาท
น้ำตาลทราย	10	กรัม	ราคา	0.35	บาท
เกลือ	3.5	กรัม	ราคา	0.06	บาท
สารเสริมคุณภาพ (SP)	22	กรัม	ราคา	2.97	บาท
น้ำที่ใช้ผสม (SP)	22	กรัม	ราคา	0.3	บาท
แป้งข้าวโพด	30	กรัม	ราคา	3	บาท
ควินัว	50	กรัม	ราคา	43.75	บาท
ขวดแก้วบรรจุ ขนาด 6 oz (200 กรัม)			ราคา	10	บาท
ค่าโสหุ้ย ร้อยละ			ราคา	10	บาท
	รวมต้นทุนทั้งหมด		**ราคา**	**117.04**	**บาท**

ราคาต้นทุนของการผลิตผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว รวมราคา 117.04 บาท ต่อ 1 สูตร ซึ่ง 1 สูตรผลิตได้ 5 กระปุก กระปุกละ 200 กรัม ต้นทุนขวดละ 24 บาท

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer CM-3500d

วิธีการทดสอบค่าสี

1. เปิดสวิตช์เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องวัดค่าสี

2. เข้าโปรแกรม Spectra Magic ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ คลิกที่ปุ่ม Connect (ที่แถบด้านบน) เพื่อเป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องวัดค่าสี จากนั้นสังเกตที่แถบล่างขวาจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นเขียว

3. ทำการสอบเทียบเครื่อง (Calibration) โดยคลิกปุ่ม Calibration (ที่แถบด้านบน) ใส่แผ่นกระจกใสไว้ที่ซ่องด้านบนภายใน Target Mask

4. เมื่อสอบเทียบเสร็จแล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม Measure Target ตั้งชื่อตัวอย่างใหม่ พร้อมใส่ตัวอย่างชนิดแห้งหรือชนิดเหลวลงใน Target (ภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง)

5. จากนั้นปิดด้วยกระบอกสีดำข้างบน (กรณีวัดการสะท้อนของวัตถุ ด้านบน), ปิดด้วยตลับสีขาวด้านบน (กรณีวัดการส่งผ่านของวัตถุ ด้านบน)

6. จากนั้นเข้าที่ปุ่ม Measure Sample ตั้งชื่อซ้ำของตัวอย่างเดิม (กรณีเป็นซ้ำของตัวอย่าง)

7. จากนั้นทำตามข้อที่ 6 บันทึกผลการทดลองจากตารางในคอมพิวเตอร์ ค่า L* a* b*

** กรณีวัดค่าการสะท้อนของวัตถุ (Reflectance Calibration) ตัวอย่างที่ทึบแสง

Zero Calibration Box คือ กระบอกสีดำนำมาวางครอบไว้ด้านบนของเครื่อง คลิก OK

White calibration Plate คือ ตลับสีขาว จะใช้หลังจากที่ Zero calibration เสร็จแล้ว

** กรณีวัดค่าการส่องผ่านของวัตถุ (Transmittance Calibration) ตัวอย่างโปร่งแสง หรือโปร่งใส

Zero Calibration Box คือ กระบอกสีดำนำมาวางครอบไว้ด้านบนของเครื่อง จากนั้นนำแผ่นสีดำมาเสียบไว้ในเครื่องคลิก OK

White calibration Plate คือ ตลับสีขาวจะใช้หลังจากที่ Zero Calibration เสร็จแล้วต้องนำแผ่นสีดำออกจากตัวเครื่องด้วย

เครื่องวัดค่าความหนืด Brookfield Viscometer Model DV2T (LV)

วิธีใช้

1. ปรับลูกน้ำ ให้อยู่กึ่งกลางของกรอบวงกลม เพื่อความแม่นยำในการวัดค่าของตัวอย่าง

2. ก่อนเปิดเครื่องให้ใส่ Spindle Guard Leg

3. เปิดเครื่องสำรองไฟ และเปิด Switch ซึ่งอยู่ด้านหลังของเครื่องทางด้านขวามือ ที่หน้าจอจะขึ้นคำว่า Auto Zero ให้กด Next เมื่อเสร็จแล้วจะขึ้นคำว่า AutoZero Compleat ให้กด Next จากนั้นที่หน้าจอจะไปที่หน้า Configure Viscosity Test

4. เปิดฝาครอบหัววัดที่เครื่องวัดค่า ทำการเลือก Spindle ให้เหมาะสมกับตัวอย่าง นำ Spindle ที่เลือกมาต่อเข้ากับแกนของมอเตอร์ โดยใช้มือหนึ่งจับแกนของมอเตอร์ให้นิ่ง หมุน Spindle ตามเข็มนาฬิกาเข้ากับแกนของมอเตอร์ พร้อมตั้งค่าที่หน้าจอให้ตรงกับ Spindle ที่เลือกใช้ในการวัดค่าของตัวอย่าง

5. เตรียมตัวอย่างที่ต้องการนำมาทำการวัดค่า (การเตรียมตัวอย่างใช้บีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร ใส่ตัวอย่างปริมาตร 500 มิลลิลิตร) จุ่ม Spindle ลงไปในตัวอย่างให้ถึงระดับขีด Mark ที่กึ่งกลางของ Spindle โดยการจุ่ม Spindle ลงไปในตัวอย่าง ควรเอียงตัวอย่าง 45 องศา เพื่อไม่ให้เกิดฟองอากาศ

6. ทำการเลือก Speed (RPM) และ End condition (ถ้า Speed น้อยกว่า 5 RPM ใช้ End condition 1 นาที ถ้า Speed มากกว่า 5 RPM ใช้ End condition 2 นาที) จากนั้นทำการวัดค่าของตัวอย่างโดยกดที่ RUN หน้าจอจะขึ้นคำว่า Confirm ให้กด No เครื่องจะเริ่มทำการวัดค่าของตัวอย่าง

- ถ้า Torque ขึ้น EEE แสดงว่า Speed (RPM) มากเกินไป ต้องปรับลด Speed (RPM)

- ถ้า Torque มีค่าต่ำขณะที่ตั้ง Speed (RPM) สูงสุดแล้ว แสดงว่า Spindle ที่ใช้นั้นไม่เหมาะสม ต้องเปลี่ยน Spindle ที่ใช้ในการวัดค่าใหม่ โดยต้องเปลี่ยนขณะที่เครื่องไม่ได้ทำการวัดค่าอยู่ ในการเลือกค่าที่ได้ ควรเลือกค่าที่มี Torque ใกล้ 100 เปอร์เซ็นต์ มากที่สุด (ถ้าหากเลือกค่า Torque ใกล้ 100 เปอร์เซ็นต์ มากจนเกินไป ในการวัดค่าของตัวอย่างแบบนี้สูตรนี้ในครั้งต่อๆไป Torque อาจจะเกิน 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดการ over range ส่งผลโดย spindle และ Speed (RPM) ที่เลือกไว้ใช้ไม่ได้)

7. เมื่อเครื่องทำการวัดค่าเสร็จจะขึ้นคำว่า Notification ให้กด Ok จากนั้นหน้าจอจะไปที่หน้า Results Table ให้ทำการจดบันทึกค่าที่ได้ลงในสมุด

8. เมื่อวัดค่าเสร็จ ให้ทำการปิดเครื่องให้เรียบร้อย และทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ให้สะอาด และจัดเก็บให้เป็นระเบียบอย่างถูกต้อง

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น
(Determination of moisture content)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. ภาชนะอะลูมิเนียมสำหรับหาความชื้น (Moisture can)
2. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
3. ตู้อบสุญญากาศ (Vacuum oven)
4. โถดูดความชื้น (Desiccator) ที่มีสารดูดความชื้น
5. เครื่องชั่งไฟฟ้า

วิธีการวิเคราะห์

1. อบจานหาความชื้นอะลูมิเนียมพร้อมด้วยฝาปิดในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส ประมาณ 30 นาที ทำให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักจานและฝาปิดให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน

2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนใส่ในจานอลูมิเนียม ประมาณ 2 กรัม นำกลับไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 5 ชั่วโมง โดยเปิดฝาอลูมิเนียมเล็กน้อย จากนั้นปิดฝาแล้วนำไปทิ้งให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักจานและฝาปิดให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ทำการอบซ้ำนานครั้งละ 30 นาที และชั่งน้ำหนักจนกว่าจะได้น้ำหนักที่แตกต่างกันไม่ควรเกิน 2 มิลลิกรัม คำนวณปริมาณร้อยละของความชื้นของตัวอย่างอาหาร

สูตรคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{100\ (W_1 - W_2)}{W_1 - W}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด (กรัม)

เมื่อ W_1 คือ น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)

เมื่อ W_2 คือ น้ำหนักของจานอลูมิเนียมพร้อมฝาปิดและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน
(Determination of Crude fat)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (Soxhlet)
2. ทิมเบิล (Thimble)
3. กระดาษกรอง
4. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
5. โถดูดความชื้น (Desiccator) ที่มีสารดูดความชื้น
6. เครื่องชั่งไฟฟ้า
7. ปิโตรเลียมอีเทอร์อีเทอร์ หรือเฮกเซน (Petroleum ether or Hexane)

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบไล่ความชื้นแล้วให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน โดยใช้กระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักรองรับ ชั่งตัวอย่างประมาณ 1-2 กรัม ถ้าตัวอย่างเป็นชนิดที่มีไขมันต่ำให้ชั่งประมาณ 3-5 กรัม ห่อตัวอย่างให้มิดชิดด้วยกระดาษกรองแล้วใส่ลงในทิมเบิล จากนั้นใส่ทอมเบิลในช่องกลั่นของเครื่อง Soxhlet

2. ชั่งน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมสำหรับวิเคราะห์ไขมัน ที่อบให้แห้งสนิทแล้ว นำไปประกอบกับเครื่อง Soxhlet

3. จากนั้นกดปุ่ม Preheat รอให้อุณหภูมิขึ้นถึง 135 องศาเซลเซียส (ขณะเดียวพร้อมกับเปิด Cooling bath) ค่อยๆ เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ปริมาณ 80 มิลลิลิตรโดยแบ่งออกเป็นสองรอบ รอบละ 40 มิลลิลิตร เพื่อไม่ให้ปิโตรเลียมอีเทอร์ชะล้างตัวอย่างเร็วเกินไป เมื่ออุณหภูมิที่กำหนดได้แล้วให้เลือกรูปแบบในการใช้งาน รูปแบบที่ 1 หลังจากนั้นให้กดปุ่มถัดมาเพื่อเริ่มการทำงาน และเมื่อทำงานจนครบเวลาที่ตั้งไว้แต่ละครั้งจะมีเสียงร้องเตือนให้กดปุ่มถัดมา จนครบการทำงาน พร้อมกับยกคันโยกตามรูปแบบที่กำหนดไว้ที่เครื่องสกัดไขมัน เมื่อสกัดได้ตามเวลาที่กำหนดแล้วนำถ้วยอลูมิเนียมซึ่งมีไขมันหรือน้ำมันที่สกัดได้ไประเหยเอาตัวทำละลายออกเกือบหมด แล้วนำไปอบแห้งในตู้อบอุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และชั่งจนได้น้ำหนักคงที่หลังจากทำให้เย็นในเดสิกเคเตอร์

4. คำนวนปริมาณของไขมันในตัวอย่างอาหารจากการคำนวนน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมที่เพิ่มขึ้นโดยใช้สูตรต่อไปนี้

สูตรคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{100\ (W_1 - W_2)}{W}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของตัวอย่างอบแห้ง (กรัม)

เมื่อ W_1 คือ น้ำหนักของถ้วยอลูมิเนียมและไขมันหลังอบแห้งจนน้ำหนักคงที่ (กรัม)

เมื่อ W_2 คือ น้ำหนักของถ้วยอลูมิเนียมที่นำไปอบจนน้ำหนักคงที่ (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย
(Determination of Crude fiber)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. เครื่องย่อย
2. เตาเผาไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้
3. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
4. ครูซิเบิลแก้ว (Glass crucible)
5. โถดูดความชื้น (Desiccator) ที่มีสารดูดความชื้น
6. เครื่องชั่งไฟฟ้า
7. กรดซัลฟูริก (H_3SO_4) ร้อยละ 1.25
8. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ร้อยละ 1.25
9. n-octanol

วิธีการวิเคราะห์

1. เตรียมตัวอย่างโดยบดให้ละเอียด โดยตัวอย่างต้องผ่านการสกัดไขมันออกแล้ว ทำให้เย็นใน Desiccator

2. ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างที่บดแล้ว 1 กรัม (W_0) ลงในครูซิเบิลแก้วที่ทราบน้ำหนักแน่นอน

3. นำครูซิเบิลแก้วใส่ลงในเครื่อง Hot extraction unit จากนั้นเลื่อนคันโยกด้านซ้ายมาล็อคให้แน่นเพื่อป้องกันสารเคมีไหลออกมา (ขณะเลื่อนคันโยกลงระวังปากครูซิเบิลแก้วแตก) โยกปุ่มควบคุมด้านหน้าไปตำแหน่ง Closed

4. เติมสารละลายกรดซัลฟูริก (ที่เตรียมไว้แล้ว) หลังจากนั้นนำไปต้มให้ร้อนไว้ก่อนโดยใช้ Hot plate นำไปเทลงในท่อแก้วคอนเดนเซอร์ ปริมาตร 150 มิลลิลิตร

5. เติม 3-5 หยด n-octanol ลงในท่อแก้วคอนเดนเซอร์เพื่อป้องกันการเกิดฟอง

6. เปิดปุ่ม Power แล้วหมุนระดับไฟไปที่ระดับสูงสุด (Max) เมื่อสารละลายในท่อแก้วคอนเดนเซอร์เริ่มเดือด เริ่มจับเวลา 30 นาที และปรับระดับไฟไปที่เลข 4-5 เพื่อให้สารละลายเดือดอย่างคงที่

7. เมื่อครบ 30 นาที ปิดไฟและกรองสารละลายออก โดยโยกปุ่มควบคุมด้านหน้าไปที่ตำแหน่ง Vacuum พร้อมกับเปิดก็อกน้ำช่วยการกรองด้วย และเพื่อการกรองสารละลายได้เร็วขึ้น ให้ใช้ปุ่ม Pressure พร้อมทั้งเปิด Blower ร่วมด้วย (ใกล้ปุ่ม Power) ทำสลับกันเช่นนี้จนกรองสารละลายหมด

8. ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง ครั้งละ 50 มิลลิลิตร ทำการกวนตัวอย่างให้กระจายในน้ำร้อนโดยใช้ปุ่ม Pressure จากนั้นกรองสารละลายออก เมื่อสารละลายหมดแล้วให้เลื่อนปุ่มด้านหน้าไปที่ตำแหน่ง Closed

9. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ต้มให้ร้อนไว้ก่อนแล้วลงในท่อแก้วคอนเดนเซอร์ปริมาตร 150 มิลลิลิตร จากนั้นทำซ้ำข้อ 5-8 เมื่อล้างด้วยน้ำกลั่นร้อนครบ 3 ครั้ง

10. ล้างด้วยอะซิโตน หรือแอลกอฮอล์ ปริมาตรครั้งละ 25 มิลลิลิตร เพื่อไล่น้ำออกจนแห้ง

11. อบด้วยตู้อบลมร้อยครูซิเบิลแก้วที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ (W_1) บันทึกน้ำหนักไว้ จากนั้นเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง หรือน้ำหนักคงที่ (W_2) บันทึกน้ำหนักไว้ (ใส่ตัวอย่างก่อนเพิ่มอุณหภูมิเป็น 500 องศาเซลเซียส)

สูตรคำนวณ

$$\text{Crude fiber (ร้อยละ)} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_0} \times 100$$

เมื่อ W_0 คือ น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

เมื่อ W_1 คือ น้ำหนักครูซิเบิล+ตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

เมื่อ W_2 คือ น้ำหนักครูซิเบิล+ตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน
(Determination of Protein)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. เตาย่อยย่อย
2. เครื่องดักจับไอกรด
3. เครื่องกลั่นโปรตีน
4. ขวดสำหรับย่อย (Digestion tube) และอุปกรณ์เครื่องแก้ว
5. บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร
6. โถดูดความชื้น (Desiccator) ที่มีสารดูดความชื้น
7. เครื่องชั่งไฟฟ้า
8. กรดซัลฟูริกเข้มข้น (H_3SO_4)
9. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
10. กรดบอริค (H_3BO_3)
11. สารเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) = คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$)+โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)
12. โพแทสเซียมไฮโดรเจนพาธาเลต ($KHC_8H_4O_4$)
13. โบรโมครีโซลกรีน
14. เมธิลเรด
15. ฟีนอล์ฟทาลีน
16. เอธิลแอลกอฮอล์ ร้อยละ 95
17. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (HCl ร้อยละ 37)
18. น้ำกลั่น

สารละลายที่ใช้และวิธีเตรียม

1. สารละลาย NaOH เข้มข้นร้อยละ 40 เตรียมโดยสารละลาย NaOH 400 กรัม ในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร (เตรียมใน Hood)

2. สารละลายโบรโมครีโซลกรีน เตรียมโดยละลายโบรโมครีโซลกรีน 0.1 กรัม ในเอธิลแอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร

3. สารละลายเมธิลเรด เตรียมโดยละลายเมธิลเรด 0.1 กรัม ในแอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร

4. สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม เตรียมโดยนำสารละลายจากข้อ 2 และ 3 มาผสมกันในอัตราส่วน 1:1

5. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนร้อยละ 0.1 ในเอธิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 95

6. สารละลายกรดบอริคเข้มข้นร้อยละ 4 เตรียมโดยละลายกรดบอริค 40 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 1,000 มิลลิลิตร (เตรียมใน Hood)

7. สารละลายกรดมาตรฐาน 0.1 M HCl เตรียมจากปิเปต HCl ความเข้มข้นร้อยละ 37 มา 8.2 มิลลิลิตร แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาเทียบมาตรฐานเพื่อคำนวนความความเข้มข้นที่แน่นอน (เตรียมใน Hood)

8. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (สำหรับการไทเทรต) 0.1 นอร์มอล โดยชั่ง NaOH ประมาณ 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น และปรับปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร (เตรียมใน Hood)

9. การเตรียมสารละลายกรดมาตรฐาน 0.1 นอร์มอล HCl

9.1 ชั่งสาร $KHC_8H_4O_4$ ประมาณ 5 กรัม ใส่ในโกร่งแล้วบดให้ละเอียด (ในกรณีที่สารเป็นก้อน)

อบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นในเดสิกเคเตอร์

9.2 ชั่งสาร $KHC_8H_4O_4$ ที่อบแล้ว (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) มาประมาณ 0.1 กรัม ใส่ใน Flask เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆให้ละลายแล้วหยดฟีนอร์ฟทาลีน (อินดิเคเตอร์) ลงไป 2-3 หยด จากนั้นไทเทรตด้วยสารละลายมาตรฐาน NaOH 0.1 นอร์มอล จนสารละลายใน Flask เปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อน จดปริมาตรของ NaOH ที่ใช้

9.3 คำนวณความเข้มข้นของสารละลาย NaOH ดังสมการ

$$\text{Normality (NaOH)} = \frac{\mathbf{1{,}000} \times \text{น้ำหนักที่แน่นอนของ } \mathbf{KHC_8H_4O_4} \text{ (กรัม)}}{\text{ปริมาตร } \mathbf{NaOH} \text{ ที่ไทเทรต} \times \mathbf{204.44}}$$

9.4 นำสารละลาย NaOH ที่เตรียมได้ปริมาตร 20 มิลลิลิตรใส่ใน Flask แล้วหยดฟีนอล์ฟทาลีน (อินดิเคเตอร์) ลงไป 2-3 หยด

9.5 นำสารละลาย HCl ที่เตรียมจากการปิเปต HCl ความเข้มข้นร้อยละ 37 มา 8.2 มิลลิลิตร แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร ใส่ในบิวเรตแล้วไทเทรตกับสารละลาย NaOH ที่เตรียมจากข้อ 9.4 จนสารละลายใน Flask เปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อนคงที่ จดปริมาตร HCl ที่ใช้

9.6 คำนวณความเข้มข้นของ HCl ดังสมการ

$$\text{Normality (HCl)} = \frac{\text{ปริมาตรของ } \mathbf{NaOH} \text{ ที่ใช้} \times \text{ความเข้มข้นของ } \mathbf{NaOH} \text{ (ได้จากข้อ } \mathbf{9.3})}{\text{ปริมาตร } \mathbf{HCl} \text{ ที่ใช้ไทเทรต}}$$

วิธีการวิเคราะห์

ทำการย่อย กลั่น และไทเทรตเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนดังนี้

ขั้นตอนการย่อย

1. เปิดเครื่องหล่อเย็นก่อนทำการกลั่นอย่างน้อย 30 นาที
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 0.5-1.0 กรัม อย่างละเอียดใส่ลงในหลอดย่อย (Kjeldahl Flask หรือ Digestion Tube)
3. เติมสารช่วยเร่งปฏิกิริยาที่ผสมระหว่าง คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) และโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) ในอัตราส่วน 0.5-1.0 ประมาณ 10-15 กรัม
4. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 10-15 มิลลิลิตร เขย่าให้สารทั้งหมดเข้ากันเบาๆ
5. ตั้งหลอดย่อยใน Stand สวม Exhaust manifold ลงบนขวดย่อย
6. ตั้ง Stand, Digestion Tube และ Exhaust ลงบนเครื่องย่อยแล้วเปิด Power เครื่องย่อย หมุนปุ่มไปที่เลข 9 เปิดเครื่องดักจับไอกรด ย่อยจนได้สารละลายใสทุกหลอดประมาณ 45-60 นาที
7. ยก Stand พร้อมหลอดย่อยออกจากเครื่องย่อยโดยเปิดเครื่องดูดจับไอกรดไว้ ทิ้งให้สารละลายเย็น จนควันในหลอดไม่มีจึงค่อยปิดเครื่องดักจับไอกรด (ระวังอย่าให้สารละลายในหลอดเซทตัว) จากนั้นนำไปกลั่น

การกลั่นและวิเคราะห์ปริมาณ

1. เปิดเครื่องหล่อเย็นก่อนทำการกลั่นอย่างน้อย 30 นาที (อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส) แล้วเปิดเครื่องกลั่น
2. ใส่หลอดย่อยและ Flask เปล่าเข้าไปที่เครื่องกลั่น จากนั้นเข้าไปที่หน้าจอเครื่องกลั่นกดปุ่ม Preheat เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องจนครบระยะเวลา 2 นาที
3. ใส่หลอดย่อยที่มีน้ำกลั่นประมาณ 1/4 ของหลอดพร้อม Flask ใส่เข้าประจำที่เครื่องกลั่นแล้วกดปุ่ม Clean เพื่อเป็นการล้างทำความสะอาดเครื่อง
4. ใส่หลอดย่อยที่มีสารสกัดจากตัวอย่างที่ย่อยแล้ว โดยเริ่มกลั่นจาก Blank ก่อนและปิดประตูเครื่องกลั่น
5. เข้าโปรแกรม Distillation → Enter → Load → Pro → Ok
6. ใส่หลอดย่อยให้แน่น พร้อมกับใส่ Flask ที่บรรจุกรดบอริกร้อยละ 4 จำนวน 25 มิลลิลิตร ไปตั้งไว้บน Platform แล้วยก Platform ขึ้นไปให้ปลายแท่งแก้วจุ่มอยู่ใต้กรดบอริค หลังจากนั้นกด Start เครื่องจะทำการดูดสารละลายที่อยู่ในแท้งค์เข้าไปในหลอดย่อย

7. กดปุ่มด่าง (NaOH) ประมาณ 2-3 ครั้ง จนสารละลายในหลอดเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม-สีดำ (จะใช้ในกรณีที่สารละลายในหลอดไม่เป็นสีน้ำเงินหรือสีดำ)

8. รอจนเครื่องกลั่นทำงานเสร็จ นำสารละลายใน Flask ที่กลั่นได้ไปไทเทรตกับกรด เติม Bromocresol green และ Methyl red อย่างละ 2 หยด นำสารละลายดังกล่าวไปไทเทรตกับกรด HCl 0.1 โมล จนได้สารละลายเป็นสีชมพูอ่อนคงที่

สูตรคำนวณ

$$\%N = \frac{14 \times (V1 - V2) \times \text{normality of HCl (mol/L)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)} \times 100}$$

เมื่อ V1 คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรตตัวอย่าง

เมื่อ V2 คือ ปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ไทเทรต Blank

%Protein = %N $\times$ ตัวแฟคเตอร์ (F)

F = Conversion Factor ซึ่งเป็นค่าคงที่เฉพาะของแหล่งโปรตีน (โปรตีนในอาหารทั่วไปเท่ากับ 6.25)

* ตัวเร่งผสม เตรียมจากการผสมโซเดียมซัลเฟต 100 กรัม คอปเปอร์ซัลเฟต 4 กรัม และซีลีเนียมไดออกไซด์ 0.75 กรัม

** อินดิเคเตอร์ เมทิลเรด เตรียมจากสายละลาย Methyl red 0.016 กรัม และ Bromocresol green 0.083 กรัม ในแอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า
(Determination of ash)

สารเคมีและอุปกรณ์

1. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Cucible)
2. เตาเผาไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้
3. เตาเผา (Muffle)
4. โถดูดความชื้น (Desiccator) ที่มีสารดูดความชื้น
5. เครื่องชั่งไฟฟ้า

วิธีการวิเคราะห์

1. เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ปิดสวิตซ์เตาเผา แล้วรอประมาณ 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิในเตาเผาลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาไปใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนักคงที่
2. เผาซ้ำอีกประมาณ 30 นาที และทำซ้ำข้อ 1 จนผลต่างของน้ำหนักคงที่
3. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ในถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain Crucible) ที่เผาและชั่งน้ำหนักแน่นอน
4. นำตัวอย่างไปเผาบน Hot Plate (เผาในตู้ Hood) จนเปลวไฟหมดควัน (เพื่อเผาส่วนประกอบที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ออกไป)
5. หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปเผาในเตาเผา (Muffle Furnace) ที่อุณหภูมิ 500-550 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4-5 ชั่วโมง จนกระทั่งได้เถ้าสีขาวหรือสีเทาอ่อน นำออกจากตู้เผาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก เผาตัวอย่างซ้ำนาน 30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่ (น้ำหนักต่างกันไม่เกิน 0.001 กรัม)

สูตรคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{100\ (W_2 - W)}{W_1 - W}$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบ (กรัม)

เมื่อ W_1 คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)

เมื่อ W_2 คือ น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต
(Determination of carbohydrate)

วิธีการหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด

โดยวิธีการคำนวณจากสูตรเมื่อทราบค่าปริมาณของความชื้น ไขมัน เส้นใย โปรตีน และเถ้าในหน่วยร้อยละ

นำค่าดังกล่าวนี้มาคำนวณตามสูตร

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ) = 100 - (ร้อยละของความชื้น+ไขมัน+เส้นใย+โปรตีน+เถ้า)

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร ที่ปราศจากเชื้อ
3. ตัวอย่างอาหาร
4. เครื่อง Stomacher ยี่ห้อ Seward
5. กระบอกตวง และหลอดทดลองพร้อมฝาปิด ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
6. เครื่องเขย่าสาร (Vortex mixer)

สารเคมี

1. สารละลาย peptone ร้อยละ 0.1
2. Plate Count Agar (PCA)

วิธีการทดลอง

1. เจือจางตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ในสารละลาย peptone ร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่อง Stomacher ประมาณ 2 นาที จะได้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 10^{-1} เท่า

2. ปิเปตดูดตัวอย่างจาก 10^{-1} เท่าขึ้นมา 1 มิลลิลิตร ใส่ในสารละลาย peptone ร้อยละ 0.1 จำนวน 9 มิลลิลิตร จะได้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 10^{-2} เท่า ทำต่อไปเรื่อยๆ จนถึงสารละลายความเข้มข้นที่ 10^{-3} เท่า

3. ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 10^{-1} เท่า โดยวิธี aseptic technique ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื่อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อวุ้นแข็ง (Plate Count Agar) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วทำการเกลี่ยตัวอย่างให้กระจายทั่วผิวหน้าอาหารด้วย Sterile spreader ทำซ้ำแบบเดิมอีก 2 จานเพาะเชื้อ

4. ทำซ้ำในข้อ 3 โดยเปลี่ยนลำดับความเข้มข้นเป็น 10^{-2} เท่า และ 10^{-3} เท่า ตามลำดับทุกระดับความเจือจางทำซ้ำ 2 ครั้ง

5. นำเข้าในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

6. นับจำนวนโคโลนีเชื้อจากจานเพาะที่มีจำนวนโคโลนีเชื้อระหว่าง 25 - 250 โคโลนี

7. คำนวณค่าเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง

การวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2000)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. จานเพาะเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
2. ปิเปตขนาด 10 มิลลิลิตร ที่ปราศจากเชื้อ
3. ตัวอย่างอาหาร
4. เครื่อง Stomacher ยี่ห้อ Seward
5. กระบอกตวง และหลอดทดลองพร้อมฝาปิด ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว
6. เครื่องเขย่าสาร (Vortex mixer)

สารเคมี

1. สารละลาย peptone ร้อยละ 0.1
2. Potato Dextrose Agar (PDA)
3. กรดทาทาริก เข้มข้นร้อยละ 10

วิธีการทดลอง

1. เจือจางตัวอย่างอาหาร 25 กรัม ในสารละลาย peptone ร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่อง Stomacher ประมาณ 2 นาที จะได้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 10^{-1} เท่า

2. ปิเปตดูดตัวอย่างจาก 10^{-1} เท่าขึ้นมา 1 มิลลิลิตร ใส่ในสารละลาย peptone ร้อยละ 0.1 จำนวน 9 มิลลิลิตร จะได้ตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 10^{-2} เท่า ทำต่อไปเรื่อยๆ จนถึงสารละลายความเข้มข้นที่ 10^{-3} เท่า

3. เติมกรดทาทาริก 1.5 มิลลิลิตร ใน (Potato Dextrose Agar) ก่อนเทลงในจานเพาะเชื้อ

4. ปิเปตสารละลายตัวอย่างที่มีความเข้มข้น 10^{-1} เท่า โดยวิธี aseptic technique ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานเพาะเชื่อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อวุ้นแข็ง (Plate Count Agar) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วทำการเกลี่ยตัวอย่างให้กระจายทั่วผิวหน้าอาหารด้วย Sterile spreader

5. ทำซ้ำในข้อ 3 โดยเปลี่ยนลำดับความเข้มข้นเป็น 10^{-2} เท่า และ 10^{-3} เท่า ตามลำดับทุกระดับความเจือจางทำซ้ำ 2 ครั้ง

6. นำเข้าในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์

7. นับจำนวนโคโลนี แล้วคำนวณค่าเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง

ภาคผนวก จ

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ : ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่

วัตถุประสงค์ : ปรับปรุงคุณลักษณะการสเปรด (การกระจายตัว) บนหน้าขนมปังของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่

วันที่ทดสอบ : วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

คำชี้แจง : กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างและให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึก และให้คะแนนตามระดับที่กำหนดให้และกรุณาบ้วนปากก่อนการทดสอบตัวอย่างอาหารทุกครั้ง

1 คะแนน	=	ไม่ชอบมากที่สุด	6 คะแนน	=	ชอบเล็กน้อย
2 คะแนน	=	ไม่ชอบมาก	7 คะแนน	=	ชอบปานกลาง
3 คะแนน	=	ไม่ชอบปานกลาง	8 คะแนน	=	ชอบมาก
4 คะแนน	=	ไม่ชอบเล็กน้อย	9 คะแนน	=	ชอบมากที่สุด
5 คะแนน	=	บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ			

ลักษณะผลิตภัณฑ์	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**		
	รหัส	**รหัส .....**	**รหัส .....**
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด)			
การกระจายตัวบนหน้าขนมปัง			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม
นายก้องเกียรติ จูฑะสุวรรณศิริ และนายกันตพงศ์ พัฒนจรัสวาณิชย์

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ชื่อผลิตภัณฑ์ : ผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

วัตถุประสงค์ : เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้ควินัวเสริมในผลิตภัณฑ์

วันที่ทดสอบ : วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

คำชี้แจง : กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างและให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึก และให้คะแนนตามระดับที่กำหนดให้และกรุณาบ้วนปากก่อนการทดสอบตัวอย่างอาหารทุกครั้ง

1 คะแนน	=	ไม่ชอบมากที่สุด	6 คะแนน	=	ชอบเล็กน้อย
2 คะแนน	=	ไม่ชอบมาก	7 คะแนน	=	ชอบปานกลาง
3 คะแนน	=	ไม่ชอบปานกลาง	8 คะแนน	=	ชอบมาก
4 คะแนน	=	ไม่ชอบเล็กน้อย	9 คะแนน	=	ชอบมากที่สุด
5 คะแนน	=	บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ			

ลักษณะผลิตภัณฑ์	**คะแนนความชอบของตัวอย่าง**		
	รหัส	**รหัส .....**	**รหัส .....**
สี			
กลิ่น			
รสชาติ			
เนื้อสัมผัส (ความข้นหนืด)			
การกระจายตัวบนหน้าขนมปัง			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

นายก้องเกียรติ จูฑะสุวรรณศิริ และนายกันตพงศ์ พัฒนจรัสวาณิชย์

ภาคผนวก ฉ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
เนยถั่ว

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเนยถั่วที่มีถั่วลิสงเป็นส่วนประกอบหลัก บรรจุในภาชนะบรรจุ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 เนยถั่ว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำถั่วลิสงเลาะเปลือกมาทำให้สะอาด ทำให้สุกโดยใช้ความร้อน บดหรือปั่นให้ละเอียด นำไปให้ความร้อนอีกครั้ง เติมส่วนประกอบอื่น เช่น น้ำตาล เกลือ เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ น้ำมันพืช สารทำให้คงสภาพ (stabilizer) ผสมให้เข้ากัน อาจแต่งสี กลิ่น หรือกลิ่นรส บรรจุในภาชนะบรรจุขณะร้อน แล้วทำให้เย็นทันที ใช้ทาขนมปังหรือผสมในอาหารและเครื่องดื่ม

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นของเหลวข้น ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน อาจมีชิ้นหยาบของถั่วลิสงที่ใช้ปนอยู่บ้างเล็กน้อย หรือมีชิ้นส่วนของส่วนประกอบอื่นกระจายอย่างสม่ำเสมอ ไม่แยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน อาจมีน้ำมันลอยอยู่ได้บ้างเล็กน้อย

3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของเนยถั่ว

3.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของเนยถั่ว ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใด คนหนึ่ง

3.4 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

3.5 ค่าเพอร์ออกไซด์ (peroxide value)

ต้องไม่เกิน 30 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม

3.6 อะฟลาทอกซิน

ต้องไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

3.7 วัตถุเจือปนอาหาร

หากมีการใช้สีสังเคราะห์ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

3.8 จุลินทรีย์

3.8.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน $1x\ 10^4$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.8.2 ยีสต์ และราต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำเนยถั่ว ให้เป็นไปตามคำแนะนำตาม GMP

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุเนยถั่วในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

5.2 น้ำหนักสุทธิของเนยถั่วในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุเนยถั่วทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น เนยถั่ว ครีมถั่วลิสง ครีมถั่ว

(2) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(3) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

(4) น้ำหนักสุทธิ

(5) วัน เดือน ปี ที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า "ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี) "

(6) ข้อแนะนำในการบริโภคและการเก็บรักษา

(7) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง เนยถั่วที่มีส่วนประกอบเดียวกัน ทำในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอมการบรรจุและเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.4 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าเนยถั่วรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สีและกลิ่นรสให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.3 จึงจะถือว่าเนยถั่วรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide value) อะฟลาทอกซินและวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 300 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 ถึงข้อ 3.7 จึงจะถือว่าเนยถั่วรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.8 จึงจะถือว่าเนยถั่วรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างเนยถั่วต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 ข้อ 7.2.3 และข้อ 7.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่าเนยถั่วรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สีและกลิ่นรส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบเนยถั่วอย่างน้อย 5 คน

แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 เทตัวอย่างเนยถั่วลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั้วไป	ต้องเป็นของเหลวข้น ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน อาจมีชิ้นหยาบของถั่วลิสงที่ใช้ปนอยู่บ้างเล็กน้อย หรือมีชิ้นส่วนของส่วนประกอบอื่นกระจายอย่างสม่ำเสมอ ไม่แยกชั้นหรือจับตัวเป็นก้อน อาจมีน้ำมันลอยอยู่ได้บ้างเล็กน้อย	4	3	2	1
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของเนยถั่ว	4	3	2	1
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของเนยถั่ว ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม	4	3	2	1

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอมภาชนะบรรจุและเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบค่าเพอร์ออกไซด์ (Peroxide value) อะฟลาทอกซินและวัตถุเจือปนอาหาร ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.4 การทดสอบจุลินทรีย์ ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การทดสอบน้ำหนักสุทธิ ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

ภาคผนวก ก.

สุขลักษณะ

(ข้อ 4.1)

ก.1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.1.2 อาคารทีทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาดและซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีตลอดเวลา

ก.1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.3 การควบคุมกระบวนการทำ

ก.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อน และการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและปริมาณเพียงพอ

ก.4.2 มีวิธีป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้สุขา และเมื่อมือสกปรก

ภาคผนวก ช

ฉลากผลิตภัณฑ์

ฉลากผลิตภัณฑ์สเปรดขนมปังจากปลายข้าวไรซ์เบอรี่เสริมควินัว

ตรา ไรซ์เบอรี่สเปรด (Riceberry Spread)

ภาพที่ ช.1 ฉลากผลิตภัณฑ์

ประวัติผู้ศึกษา

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นามสกุล นายก้องเกียรติ จูฑะสุวรรณศิริ

วัน เดือน ปีเกิด 26 มีนาคม 2540

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 12 ซอยแสนสุข ถนนประชาสงเคราะห์ แขวงดินแดง เขตดินแดง จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10400

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ระดับปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2562
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการรัชดา	2558

ผลงานดีเด่น

1. ได้รับรางวัลชนะเลิศ ประเภทโครงงานด้านสังคมศาสตร์ มนุษย์ศาสตร์ และการจัดการดีเด่น โครงการวันสหกิจศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร : การประกวดผลงานนักศึกษาสหกิจศึกษาดีเด่น วันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2563
2. ได้เข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรม ในงาน “วันนักประดิษฐ์” ประจำปี 2563 (Thailand Inventors’ Day 2020) ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา กรุงเทพมหานคร วันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นามสกุล นายกันตพงศ์ พัฒนจรัสวาณิชย์

วัน เดือน ปีเกิด 18 กรกฎาคม 2540

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 385 ถนนปรินายก แขวงบ้านพานถม เขตพระนคร จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10200

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ระดับปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร	2562
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนโรงเรียนวัดราชบพิธ	2558

ผลงานดีเด่น

1. ได้รับรางวัลชนะเลิศ ประเภทโครงงานด้านสังคมศาสตร์ มนุษย์ศาสตร์ และการจัดการดีเด่น โครงการวันสหกิจศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร : การประกวดผลงานนักศึกษาสหกิจศึกษาดีเด่น วันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2563
2. ได้เข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรม ในงาน “วันนักประดิษฐ์” ประจำปี 2563 (Thailand Inventors’ Day 2020) ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา กรุงเทพมหานคร วันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563