สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม วิทยานิพนธ์ งานวิจัย

M 120716

รายงานการวิจัยบุคลากร (R2R)

เรื่อง

ผลของการใช้แป้งไรซ์เบอรี่ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตมัฟฟินปราศจากกลูเตน

Effect of Wheat Flour Substitution with Riceberry Flour on Qualities of Muffin Gluten Free

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

- แป้งไรซ์เบอรี่
- แป้งสาลี

ญาณิศา โพธิ์รัตน์โส
ศนันธร พิชัย
ปาริชาติ ราชมณี

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
วันรับ.....
วันลงทะเบียน.....9 มิ.ย. 2560.....
เลขทะเบียน.....ส. 250885.....
เรียกหนังสือ.....ฝ.331 ญ243ผ 2559

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2558)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี โดยได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ซึ่งต้องขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และขอขอบคุณคณะผู้ร่วมดำเนินงานวิจัย ในครั้งนี้

ญาณิศา และคณะ
2559

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชื่อเรื่อง ผลของการใช้แป้งไรซ์เบอรี่ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตมัฟฟินปราศจากกลูเตน

ผู้วิจัย นางสาวญาณิศา โพธิ์รัตน์โส
นางสาวศนันธร พิชัย
นางสาวปาริชาติ ราชมณี

ที่ปรึกษา -

หน่วยงานคณะ : เทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ปีที่ได้รับทุน : 2558

ปีที่แล้วเสร็จ : 2559

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการใช้แป้งไรซ์เบอรี่ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตมัฟฟินปราศจากกลูเตน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์มัฟฟินไรซ์เบอรี่ ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อสูตรผลิตภัณฑ์มัฟฟินไรซ์เบอรี่ เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภคต่อมัฟฟินที่ผลิตจากแป้งสาลี และมัฟฟินไรซ์เบอรี่ พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของแป้งไรซ์เบอรี่ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน และไขมัน มีค่าต่ำกว่าแป้งสาลี ส่วนปริมาณเถ้า ปริมาณเยื่อใย ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด มีค่าสูงกว่าแป้งสาลี โดยผลิตภัณฑ์มัฟฟินแป้งไรซ์เบอรี่ที่ดัดแปลงจากสูตรพื้นฐาน มีคุณสมบัติทางเคมี ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด (TPC) ของผลิตภัณฑ์มัฟฟินแป้งไรซ์เบอรี่ พบว่า ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด เท่ากับร้อยละ 11.53 8.32 1.45 1.95 และ 1.49 ตามลำดับ การยอมรับของผู้บริโภคต่อสูตรผลิตภัณฑ์มัฟฟินไรซ์เบอรี่ พบว่า การทดสอบชิมมีความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และด้านความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบน้อยที่สุด ด้านความแข็ง ความเหนียวติดฟัน และความขมอยู่ในระดับเฉยๆ ด้านความหวาน และความกรอบอยู่ในระดับชอบน้อยที่สุด และการยอมรับของผู้บริโภคต่อสูตรมัฟฟินไรซ์เบอรี่ที่เหมาะสม พบว่า ผู้บริโภคยอมรับในด้านสี กลิ่น และความกรอบ อยู่ในระดับความชอบเฉยๆ ส่วนด้านรสชาติ และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบชิมมีความชอบอยู่ในระดับชอบน้อยที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้ทดสอบชิมยังไม่คุ้นชินกับผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีการพัฒนาขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คำสำคัญ: มัฟฟิน แป้งไรซ์เบอรี่ กลูเตน

Title Effect of Wheat Flour Substitution with Riceberry Flour on Qualities of Muffin Gluten Free

Research Team Yanisa Poratso
Sananthorn Pichai
Parichat Ratmanee

Organization : -

Year of Grant : 2015

Research Completed : 2016

ABSTRACT

Effect of wheat flour substitution with riceberry flour in muffin gluten free. The objective is study and develop the appropriate formula muffins riceberry. The acceptance of the products, formulations, compare chemistry, consumer acceptance of the muffins wheat flour and muffins riceberry.

The results showed that the chemical composition of riceberry flour include moisture content, protein and fat is lower than wheat flour. But Ash, fiber, reducing sugar and total Phenolic content is higher value than wheat flour. Muffin riceberry, adapted from basic formula is chemistry and total Phenolic content of muffin product that moisture content, ash, protein, fat, fiber and total Phenolic content is 11.53% 8.32% 1.45% 1.95% and 1.49% respectively. Preference test of the product formula muffins riceberry is a liking color, odor, flavor and overall in the low. The hardness, sticky and bitterness is quietly. Sweet and crispness in the least favorite. Consumer acceptance of the muffin formular Riceberry appropriate is color, odor and crispness in just liking. The flavor and overall is in low.

Keyword: Muffin, Rice Berry flour and Gluten

สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

กิตติกรรมประกาศ.....ก
บทคัดย่อ.....ข
ABSTRACT.....ค
สารบัญ.....ง
สารบัญตาราง.....จ
สารบัญภาพ.....ฉ

บทที่ 1 บทนำ..... 1
ความเป็นมาและความสำคัญ..... 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 1

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง..... 2
ข้าว..... 2
มัฟฟิน..... 11
กลูเตน.....16
การทดสอบผู้บริโภค..... 18
งานวิจัยในประเทศ..... 20
งานวิจัยต่างประเทศ..... 22

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 23
วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี..... 23
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....23
วิธีดำเนินการวิจัย.....23
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล..... 24

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หัวเรื่อง หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 25

ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด ของแป้งไรซ์เบอรี่และแป้งสาลี 25

พัฒนาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์มัฟฟินแป้งไรซ์เบอรี่ 26

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อสูตรมัฟฟินไรซ์เบอรี่ที่เหมาะสม 28

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 30

สรุปผลการวิจัย 30

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้ 30

ข้อเสนอแนะการทำวิจัยครั้งต่อไป 30

บรรณานุกรม 31

ภาคผนวก 34

ภาคผนวก ก ผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งไรซ์เบอรี่และแป้งสาลี 34

ภาคผนวก ข แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค 36

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม SPSS version 21 39

ประวัติผู้วิจัย 41

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณสมบัติที่สำคัญของอะมิโลสและอะมิโลเพคติน	6
2.2	สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มัฟฟิน	12
2.3	กรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบของกลูเตน กลูเตนิน และไกลอะดิน	17
4.1	องค์ประกอบทางเคมีของแป้งไรซ์เบอรี่ และแป้งสาลี	25
4.2	ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดของแป้งไรซ์เบอรี่ และแป้งสาลี	25
4.3	สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มัฟฟิน	26
4.4	องค์ประกอบทางเคมีของของผลิตภัณฑ์มัฟฟินไรซ์เบอรี่	26
4.5	ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดของของผลิตภัณฑ์มัฟฟินไรซ์เบอรี่	27
4.6	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินไรซ์เบอรี่	27
4.7	คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส	28
4.8	คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินไรซ์เบอรี่	28

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แผนภูมิแสดงกรรมวิธีผลิตแป้ง	5
ก-1	ผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งไรซ์เบอรี่	35
ก-2	ผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งสาลี	35

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

มัฟฟิน เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีวิธีการผลิตที่ง่ายและสะดวกในการบริโภค มีลักษณะคล้ายกับคัพเค้ก ปัจจุบันพฤติกรรมการบริโภคของคนไทยเน้นการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ โดยใส่ใจเลือกอาหารที่รับประทานมากยิ่งขึ้น แป้งไรซ์เบอรี่ (Riceberry) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง นอกจากนั้นยังเป็นการใช้ทดแทนแป้งสาลีซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศอีกด้วย และที่สำคัญคือ แป้งไรซ์เบอรี่ ปราศจากกลูเตน จึงเหมาะกับผู้บริโภคที่แพ้แป้งสาลี

แป้งไรซ์เบอรี่ มีคุณสมบัติเด่นทางด้านโภชนาการ คือมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แกมมาโอไรซานอล วิตามินอี แทนนิน สังกะสี และโฟเลตสูง มีดัชนีน้ำตาลต่ำ-ปานกลาง นอกจากนี้รำข้าวและน้ำมันรำข้าว ทั้งยังมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่ดี ซึ่งจากคุณสมบัติข้อนี้ นอกจากจะใช้รับประทานเพื่อเสริมสร้างสุขภาพที่ดี ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็ง ทางการแพทย์ยังนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์อาหารโภชนบำบัดอีกด้วย

สารอาหารสำคัญที่อยู่ในแป้งไรซ์เบอรี่ ประกอบด้วยโอเมก้า 3 มีอยู่ 25.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม กรดไขมันจำเป็น มีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของสมอง ตับและระบบประสาท ลดระดับคอเลสเตอรอล ธาตุสังกะสี 31.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ช่วยสังเคราะห์โปรตีน สร้างคอลลาเจน รักษาสิว ป้องกันผมร่วง กระตุ้นรากผม, ธาตุเหล็ก 13-18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สร้างและจ่ายพลังงานในร่างกาย เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง และเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้ออกซิเจนในร่างกาย และสมอง ในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งไรซ์เบอรี่ต่อคุณภาพของมัฟฟิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ผลิตจากแป้งไรซ์เบอรี่
2. เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อสูตรผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ผลิตจากแป้งไรซ์เบอรี่
3. เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภคต่อมัฟฟินที่ผลิตจากแป้งสาลีและมัฟฟินที่ผลิตจากแป้งไรซ์เบอรี่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบคุณสมบัติทางเคมีของมัฟฟินที่ผลิตจากแป้งข้าวสาลี และมัฟฟินที่ผลิตจากแป้งไรซ์เบอรี่ และทราบถึงการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer Test) ของมัฟฟินที่ผลิตจากแป้งสาลี และมัฟฟินที่ผลิตจากแป้งไรซ์เบอรี่

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาตามเนื้อหา ดังนี้

1. ข้าว
2. มัฟฟิน
3. กลูเตน
4. ขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์
5. งานวิจัยในประเทศ
6. งานวิจัยต่างประเทศ

1. ข้าว

1.1 สถานการณ์การผลิตและการค้า

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย ได้ทำการวิเคราะห์ และคาดการณ์ไว้ว่า ในปี 2547 ไทยมีบทบาทที่โดดเด่นมากในตลาดข้าวโลก เนื่องจากการส่งออกข้าวของไทยพุ่งสูงขึ้นเป็นประวัติการณ์ ในขณะที่การส่งออกข้าวของอินเดีย และจีนลดลง ส่วนรัฐบาลเวียดนามก็มีนโยบายจำกัดปริมาณการส่งออกข้าวน้อยลง (Government - Managed Export) ทำให้การส่งออกข้าวของไทยขยายตัวอย่างมากทั้งในตลาดจีน ประเทศในแถบแอฟริกาและตะวันออกกลางหลังจากที่เคยชะลอตัวในปี 2546

สถานการณ์ข้าวปัจจุบัน ประเทศผู้ผลิตข้าวสำคัญยังประสบปัญหาสภาพภูมิอากาศไม่เอื้ออำนวย และปัญหาภัยธรรมชาติ กล่าวคือ อินเดียมีผลผลิตข้าวในปี 2547 - 2548 ลดลงเหลือ 83 ล้านตันข้าวสาร หรือลดลงร้อยละ 4.6 เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา เนื่องจากเนื้อที่ปลูกข้าวในแถบ ทางเหนือและทางตะวันออกของอินเดียมีแนวโน้มลดลงเวียดนามมีปริมาณผลผลิตข้าวในปี 2544 - 2548 เท่ากับ 35.2 ล้านตัน หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.9 ทำให้คาดหมายได้ว่าในปี 2548 เวียดนาม จะกลับเข้ามาเป็นคู่แข่งขันในการส่งออกข้าวของไทย สหรัฐ ฯ มีผลผลิตข้าวในปี 2547 - 2548 เท่ากับ 7.04 ล้านตัน ข้าวสารเมื่อเทียบกับในปีที่ผ่านมาแล้วเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.5 ซึ่งนับว่าเพิ่มขึ้นมาก เป็นประวัติการณ์ ซึ่งการที่ปริมาณผลผลิตข้าวของสหรัฐฯ เพิ่มสูงขึ้นอย่างมากนี้ส่งผลให้ราคาข้าว ส่งออกของสหรัฐฯมีแนวโน้มลดลง ดังนั้นช่วงห่างระหว่างราคาข้าวส่งออกจากประเทศผู้ผลิตในเอเชียและสหรัฐฯ จะแคบลง ซึ่งหมายถึงสถานการณ์การแข่งขันของข้าวสหรัฐฯ ในบางตลาดปรับตัวดีขึ้น อย่างไรก็ตามสหรัฐฯ เป็นตลาดนำเข้าข้าวหอมมะลิอันดับหนึ่งของไทย โดยนำเข้ามากกว่า จีนและฮ่องกงตั้งแต่ปี 2546 แต่อัตราการขยายตัวของมูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิไปยังตลาดสหรัฐ ฯ ในปี 2547 มีแนวโน้มชะลอตัวลง (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2548)

สถานการณ์ในตลาดส่งออกหลัก ในปี 2548 จีน ตลาดในแอฟริกา ตะวันออกกลาง ยังคงเป็นตลาดส่งออกข้าวที่สำคัญของไทย ในปี 2548 ความต้องการนำเข้าข้าวของจีนจะเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย ตลาดในแอฟริกาโดยเฉพาะตลาดส่งออกสำคัญอย่างไนจีเรีย จะต้องนำเข้าข้าวประมาณ 1.7 ล้านตัน ซึ่งเมื่อเทียบกับในปี 2547 แล้วเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.3 ตลาดตะวันออกกลาง โดยเฉพาะอิรักมีการขยายตัวอย่างโดดเด่นในปี 2547 และต่อเนื่องถึงในปี 2548 จากที่มูลค่าการส่งออกข้าวไปยังอิรักอยู่ในอันดับ 3 รองจากจีน และแอฟริกาใต้ (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2548)

จากข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่าในปี 2546 มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปี 57.67 ล้านไร่ ไดผลผลิต 20.91 ล้านตัน หรือ 379 กก.ต่อไร่ และในปี 2547 มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปรัง 9.44 ล้านไร่ ไดผลผลิต 6.34 ล้านตัน หรือ 611 กก.ต่อไร่ ปริมาณข้าวที่ส่งออกในปี 2547 มีปริมาณทั้งหมด 9.99 ล้านตัน มูลค่าการส่งออก 108,394 ล้านบาท ในขณะที่ปี 2548 ตั้งแต่เดือน มกราคม – กันยายน มีปริมาณการส่งออก 5.69 ล้านตัน มูลค่าการส่งออก 69,276 ล้านบาท หรือราคาเฉลี่ยตันละ 12,175 บาท เปรียบเทียบกับช่วงเดียวกันของปี 2547 ที่มีปริมาณการส่งออก 7.27 ล้านตัน มูลค่าการส่งออก 77,101 ล้านบาท หรือราคาเฉลี่ยตันละ 10,605 บาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2548)

นอกจากนี้จากการสำรวจราคาข้าวเปลือกเจ้าในปี 2548 มีราคาประมาณ 7.30–7.60 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนราคาขายปลีกของข้าวสารมีราคาประมาณ 6 - 12 บาทต่อกิโลกรัม โดยข้าวกล้องมีราคา 17.5 บาทต่อกิโลกรัม (สหกรณ์การเกษตร, 2548) ซึ่งข้าวเปลือก 100 กิโลกรัม จะไดข้าวกล้องประมาณร้อยละ 77 และไดแกลบและเยื่อหุ้มเมล็ดชั้นนอกหรือที่เรียกว่ารำหยาบ ประมาณร้อยละ 23 (สายสนม, 2541)

1.2 การคาดการณ์สถานการณ์ข้าว

องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ คาดการณ์ว่าผลผลิตข้าวในปี 2548 - 2549 เท่ากับ 615.3 ล้านตันข้าวเปลือก เมื่อเทียบกับในปี 2547 - 2548 ซึ่งมีการผลิตเท่ากับ 606.0 ล้านตันข้าวเปลือก หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.5 เนื่องจากคาดการณ์ว่าประเทศผู้ผลิตข้าวรายใหญ่ของโลกโดยเฉพาะในเอเชีย มีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งสถานการณ์การผลิตข้าวในปี 2548 - 2549 นั้นแตกต่างจากเมื่อปี 2547 - 2548 เนื่องจากไทยและอินเดีย ซึ่งเป็นผู้ผลิตข้าวรายสำคัญของโลกนั้นมีปริมาณการผลิตลดลงเนื่องจากสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย ประเทศผู้ผลิตข้าวที่น่าจับตามอง คือ จีนและเวียดนาม โดยทั้ง 2 ประเทศนี้ผลผลิตข้าวยังคงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะจีนนั้นผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดดในปี 2547 - 2548 เป็น 180.5 ล้านตันข้าวเปลือก เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมาแล้วเพิ่มขึ้นร้อยละ 11.2 และคาดว่าในปี 2548 -2549 ผลผลิตข้าวของจีนยังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้จีนลดการนำเขาข้าวลงโดยมีนโยบายส่งเสริมให้คนจีนบริโภคข้าวที่ผลิตไดในประเทศ (ผู้จัดการออนไลน์, 2548)

สำหรับไทยคาดว่าปริมาณการผลิตข้าวในปี 2548 ถึงปี 2549 นั้นจะเพิ่มขึ้นไปเป็น 27.0 ล้านตัน ข้าวเปลือก หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 13.0 ซึ่งเพิ่มขึ้นมากเป็นประวัติการณ์เป็นผลมาจากราคาข้าวที่อยู่ในเกณฑ์ที่จูงใจให้เกษตรกรขยายการปลูก รวมทั้งปริมาณน้ำมีเพียงพอไม่ประสบปัญหาฝน ทิ้งช่วงเช่นในปี 2547- 2548 (ผู้จัดการออนไลน์, 2548)

ส่วนในปี 2549 คาดการณ์ว่าการค้าข้าวในตลาดโลกจะลดลงเหลือ 25.9 ล้านตัน เมื่อเทียบกับปี 2548 ที่มีปริมาณการค้าข้าว 27.0 ล้านตัน แล้วลดลงร้อยละ 4.1 เมื่อเทียบกับในปีที่ผ่านมา เนื่องจากหลายประเทศมีผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้น ทำให้ความต้องการนำเข้าข้าวมีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ปริมาณการผลิตข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งในปี 2549 ประเทศผู้ส่งออกข้าวจะต้องมีการแข่งขันกันอย่างรุนแรงมากขึ้น เพื่อแย่งตลาดและคาดว่าราคาข้าวในตลาดโลกจะมีแนวโน้มลดลง

สำหรับการส่งออกข้าวของไทยในปี 2549 คาดว่าน่าจะสูงกว่าในปี 2548 แต่มูลค่าการส่งออกจะเพิ่มขึ้นไม่มากนัก เป็นผลจากราคาส่งออกที่คาดว่าจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับในปี 2548 เนื่องจากต้องเผชิญการแข่งขันอย่างรุนแรงทั้งจากเวียดนาม อินเดีย และสหรัฐ ซึ่งเท่ากับว่าในปี 2549 จะมีการแข่งขันในด้านราคาอย่างรุนแรงหรืออาจกล่าวได้ว่าตลาดเป็นของผู้ซื้อ เนื่องจากประเทศผู้ซื้อสามารถเลือกซื้อข้าวไดจากหลายแหล่งและมีอำนาจในการต่อรอง (ผู้จัดการออนไลน์, 2548)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.3 แป้งข้าว (Rice Flour)

แป้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากธัญญพืช เช่น ข้าว พืชประเภทหัวที่มีแป้งมาก เช่น มันสำปะหลัง เป็นต้น กรรมวิธีการผลิตแป้งจากธัญญพืช จะเริ่มจากการสีเพื่อแยก endosperm ออก จากส่วนรำและจมูกข้าวแล้วนำเอา endosperm ที่มีแป้งสตาร์ชประกอบอยู่เป็นส่วนใหญ่มาแช่น้ำ โม่และบด แล้วทำให้แห้งเป็นผง แป้งต่างชนิดกันจะมีส่วนประกอบต่างกัน จึงทำให้แป้งมีคุณสมบัติทางด้านคุณค่าทางโภชนาการ ทางด้านเคมี และทางด้านกายภาพต่างกันด้วย โดยทั่วไปแป้งจะมีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรทมากที่สุด ซึ่งจะอยู่ในรูปของสตาร์ช รองลงมาคือ โปรตีน นอกจากนี้ยังมีไขมัน เซลลูโลส เถ้า วิตามิน สารสี เอนไซม์ ความชื้นหรือน้ำ (งามชื่น, 2541)

คำว่า แป้ง ที่คนไทยเรียกกันทั่วๆ ไปนั้น ในภาษาอังกฤษแบ่ง 2 ประเภทด้วยกัน คือ แป้งฟล่าว (Flour) และแป้งสตาร์ช (Starch) ซึ่งแป้งฟลาวและแป้งสตาร์ชมีส่วนประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน ส่งผลให้คุณสมบัติแตกต่างกัน

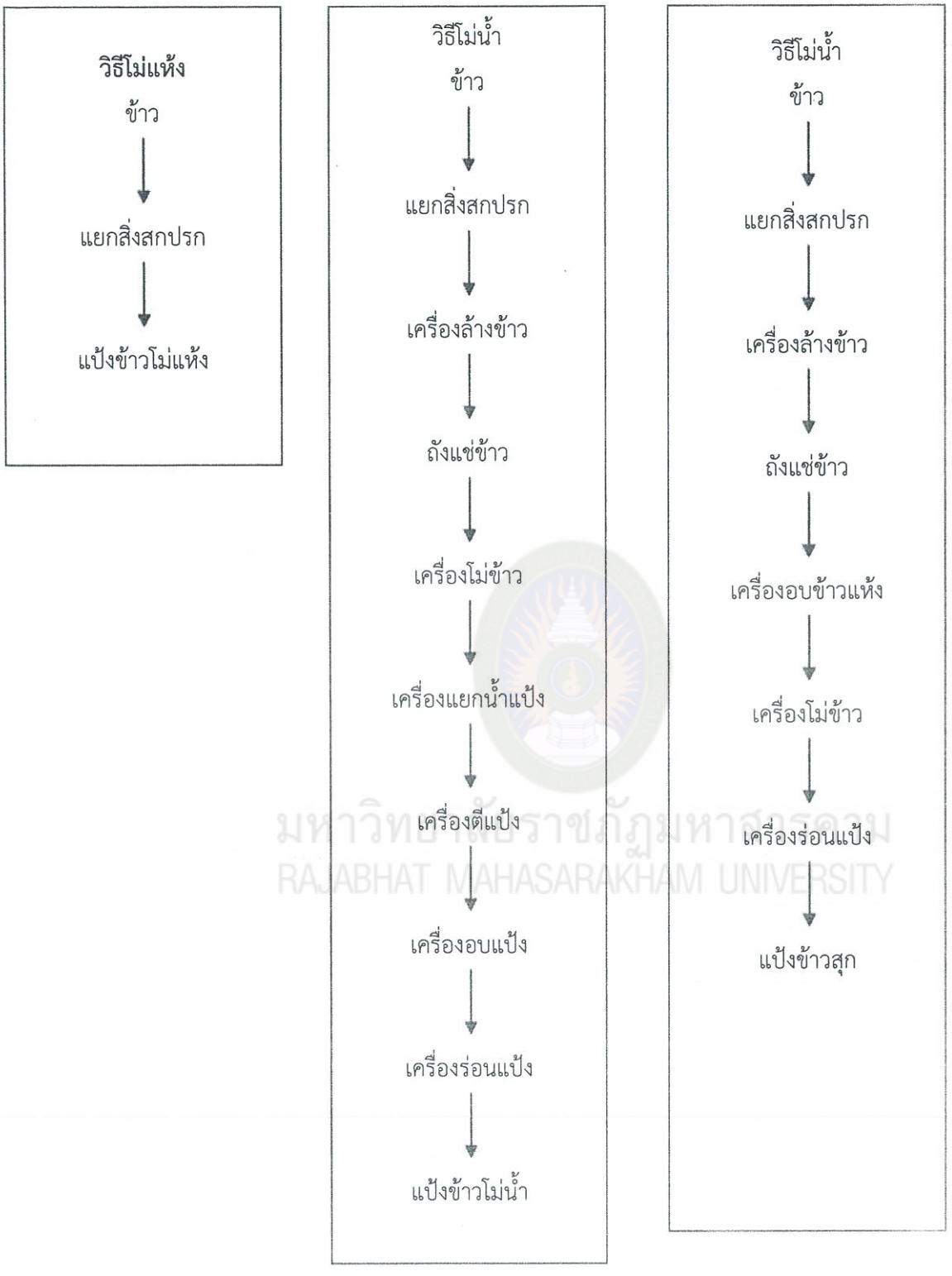
แป้งฟล่าว (Flour) หมายถึง ผลิตภัณฑ์แป้งที่ผลิตจากวัตถุดิบทางการเกษตรชนิดต่างๆ เช่น ข้าวจ้าว ข้าวเหนียว ข้าวสาลี ข้าวฟ่าง ข้าวโพด มันฝรั่ง มันสำปะหลัง มันเทศ เป็นต้น โดยการนำวัตถุดิบมาโม่บดหรือตีจนละเอียดมาก ดังนั้นส่วนประกอบของแป้งฟล่าวจึงประกอบ ด้วยสารอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ในวัตถุดิบดั้งเดิมทั้งหมด คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เส้นใย แร่ธาตุต่างๆ เป็นต้น

แป้งสตาร์ชหรือแป้งบริสุทธิ์ (Starch) หมายถึง แป้งที่ผ่านการแยกส่วนของโปรตีนออกจนมีความบริสุทธิ์ของแป้งสูงมาก และมีส่วนที่เป็นสารอาหารคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนใหญ่ การแยกโปรตีนมักใช้แยกด้วยสารละลายของด่างโซดาไฟหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์หลายๆ ครั้ง และล้างด่างออกด้วยน้ำหลังจากนั้นจึงแยกน้ำออกและอบแห้งจากแป้งบริสุทธิ์ที่ได้อาจนำมาผลิตเป็นแป้งดัดแปร (Modified starch) กรรมวิธีในการผลิตแป้งดัดแปรได้แก่ Pregelatinized starch ผลิตโดยนำแป้งมาทำให้สุกด้วยความร้อนสูงมีการใช้เครื่อง Spray dryer มาผลิต Pregelatinized starch ของข้าวเพื่อให้รูปทรงของเม็ดแป้งมีรูปทรงกลม ทำให้แป้งมีคุณสมบัติการไหลดี แป้ง ประเภทนี้สามารถใช้ในทางเภสัชกรรม เช่น ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตยาเม็ด (งามชื่น, 2541)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.3.1 กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าว (Rice flour)

แป้งข้าวมีทั้งชนิดแป้งข้าวเจ้า และแป้งข้าวเหนียว วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตคือ ข้าวหักหรือปลายข้าวโดยกรรมวิธีการผลิตแป้งข้าวสามารถแบ่งเป็น 3 วิธี ดังแสดงในภาพที่ 2



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 2.1 แผนภูมิแสดงกรรมวิธีผลิตแป้ง
ที่มา: งามชื่น (2541)

1.3.2 คุณสมบัติทางเคมีของแป้งข้าว

1) องค์ประกอบของแป้งข้าว แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนในอัตราส่วน 6: 10: 5 มีสูตรเคมีโดยทั่วไป คือ ($C_6H_{10}O_5$) แป้งประกอบด้วยโพลิเมอร์ของกลูโคส 2 ชนิดคือ โพลิเมอร์เชิงเส้นหรือที่เรียกว่า อะมิโลส (amylose) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นสายยาว และโพลิเมอร์เชิงกิ่งหรือที่เรียกว่า อะมิโลเพคติน (amylopectin) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นกิ่งก้านสาขาหรือเป็นกิ่งแขนง คุณสมบัติที่สำคัญของอะมิโลส และอะมิโลเพคติน (กล้าณรงค์, 2542) ดังแสดงในตารางที่ 3 มีดังนี้

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติที่สำคัญของอะมิโลสและอะมิโลเพคติน

คุณสมบัติ	อะมิโลส	อะมิโลเพคติน
1. ลักษณะโครงสร้าง	สารประกอบของน้ำตาลกลูโคสเกาะกันเป็นเส้นตรง	สารประกอบของน้ำตาลกลูโคสเกาะกันเป็นกิ่งก้าน
2. พันธะที่จับ	α- 1,4	α- 1,4 และ α- 1,6
3. ขนาด	200-2,000 หน่วยกลูโคส	มากกว่า 10,000 หน่วยกลูโคส
4. การละลาย	ละลายน้ำได้น้อยกว่า	ละลายน้ำได้มากกว่า
5. การทำปฏิกิริยากับไอโอดีน	สีน้ำเงิน	สีแดงม่วง
6. การจับตัว	เมื่อให้ความร้อนและทิ้งไว้จะจับตัวเป็นวุ้นและแผ่นแข็ง	ไม่จับตัวเป็นแผ่นแข็ง

ที่มา: กล้าณรงค์ (2542)

2) การเกิดเจลาติไนเซชั่น (Gelatinization) โมเลกุลของแป้งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl group) จำนวนมาก ยึดเกาะกันด้วยพันธะไฮโดรเจนมีคุณสมบัติชอบน้ำ (Hydrophilic) แต่เนื่องจากเม็ดแป้งอยู่ในรูปของร่างแห micelles ดังนั้นการจัดเรียงตัวลักษณะนี้จะทำให้เม็ดแป้งละลายในน้ำเย็นได้ยาก ดังนั้นในขณะที่แป้งอยู่ในน้ำเย็นเม็ดแป้งจะดูดซึมน้ำและพองตัวได้เล็กน้อย แต่เมื่อให้ความร้อนกับสารละลายน้ำแป้ง พันธะไฮโดรเจนจะคลายตัวลง เม็ดแป้งจะดูดน้ำแล้วพองตัว ส่วนผสมของน้ำแป้งจะมีความหนืดมากขึ้นและใสขึ้น เนื่องจากโมเลกุลของน้ำอิสระที่เหลืออยู่รอบๆ เม็ดแป้งเหลือน้อยลง เม็ดแป้งเคลื่อนไหวได้ยากขึ้นทำให้เกิดความ หนืด ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า การเกิดจลาติไนเซชัน (Gelatinization) อุณหภูมิที่สารละลายเริ่มเกิดความหนืด เรียกว่า อุณหภูมิเริ่มเจลาติไนซเมื่อตรวจวัดโดยเครื่องมือวัดความหนืดมักจะเรียกจุดนี้ว่าอุณหภูมิที่เริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืด (Pasting temperature) หรือเวลาที่เริ่มเปลี่ยนแปลงความหนืด (Pasting time) ซึ่งจะแตกต่างกันในแป้งแต่ละชนิด แป้งจากพืชหัว เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่งจะมีอุณหภูมิเริ่มเจลาติไนซ์ต่ำกว่าอุณหภูมิจากแป้งธัญพืช
(กล้าณรงค์, 2542)

3) การเกิดรีโทรเกรเดชั่น (Retrogradation) เมื่อแป้งได้รับความร้อนจนถึง อุณหภูมิที่เกิดเจลาติไนเซชันแล้วให้ความร้อนต่อไป จะทำให้เม็ดแป้งพองตัวเพิ่มขึ้นจนถึงจุดที่พองตัวเต็มที่ และแตกออก โมเลกุลของอะมิโลสขนาดเล็กจะกระจัดกระจายออกมา ทำให้ความหนืดลดลงเมื่อปล่อยให้เย็นตัว โมเลกุลอะไมโลสที่อยู่ใกล้กันจะเกิดการจัดเรียงตัวกันใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลเกิดเป็นร่างแหมิติ โครงสร้างใหม่ที่สามารถอุ้มน้ำและไม่มีการดูดน้ำเข้ามาอีก ความหนืดคงตัวมากขึ้น เกิดลักษณะเจลเหนียวคล้ายฟิล์มหรือผลึก ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้วาการเกิดรีโทรเกรเดชัน (Retrogradation) หรือการคืนตัว

หรือ Setback เมื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำไปอีกลักษณะการเรียงตัวของโครงสร้างจะแน่นมากขึ้น โมเลกุลอิสระของน้ำที่อยู่ภายในจะถูกบีบ ออกมานอกเจล ซึ่งเรียกว่า syneresis ปรากฏการณ์ทั้งสองนี้จะทำให้เจลมีลักษณะขาวขุ่นและมีความหนืดเพิ่มขึ้น

การตรวจสอบค่า Setback หรือ Retrogradation โดยเครื่อง Brabender หรือเครื่อง Rapid Visco Analyser (RVA) สามารถหาได้จากค่าผลต่างความหนืดสุดท้ายกับความหนืดสูงสุด (Setback from peak) หรือความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุด (Setback from trough) (กล้าณรงค์, 2542)

1.4 แป้งสาลี (Wheat Flour)

ประเทศไทยผลิตข้าวสาลีได้น้อยจึงไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ภายในประเทศ โดยในปี 2547 ไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวสาลีประมาณ 8,125 ไร่ ให้ผลผลิตข้าวสาลีประมาณ 800 ตัน ซึ่งน้อยกว่าปริมาณความต้องการบริโภคในประเทศ ทำให้ต้องพึ่งการนำเข้าซึ่งปริมาณการนำเข้าขยายตัวอย่างมากในปี 2547 โดยมีมูลค่าการนำเข้าถึง 9,500 ล้านบาท โดยนำเข้าทั้งในรูปของข้าวสาลีและแป้งสาลี เมล็ดแป้งสาลีที่นำเข้าจากแต่ละประเทศจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป โดยมีจุดเด่นและจุดด้อยแตกต่างกัน (ศูนย์วิจัยกสิกร, 2548) ดังนั้นข้าวสาลีจึงมีหลายประเภท ผู้นำไปใช้ต้องทำการวิเคราะห์คุณภาพของแป้งสาลีก่อนว่ามีความเหมาะสมที่จะนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทใด

แหล่งนำเข้าแป้งสาลีที่สำคัญของไทยคือ ประเทศออสเตรเลีย มีสัดส่วนร้อยละ 57.5 ของมูลค่าการนำเข้าของข้าวสาลีทั้งหมด และนำเข้าจากสหรัฐร้อยละ 39.4 แหล่งนำเข้าที่มีความสำคัญรองลงมาได้แก่ แคนาดา จีน และ อินเดีย ข้าวสาลีและแป้งสาลีที่นำเข้าประมาณ 2 ใน 3 จะใช้เพื่อการบริโภค ที่เหลือใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำ สัดส่วนการใช้แป้งสาลีเพื่อการบริโภคแยกออกได้เป็นขนมปังและผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ร้อยละ 35 บะหมี่สำเร็จรูป ร้อยละ 30.0 บิสกิตร้อยละ 10.0 ที่เหลืออีกร้อยละ 25.0 เป็นการใช้ในลักษณะเอนกประสงค์ (ศูนย์วิจัยกสิกร, 2548)

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ทำขนมอบทุกชนิดไม่มีแป้งอื่นที่นำมาใช้ทดแทนกันได้ หรือแม้แทนกันได้บ้าง แต่คุณสมบัติจะไม่เหมือนแป้งสาลี ทั้งนี้เพราะแป้งสาลีมีโปรตีนสองชนิดรวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม คือ กลูเตมิน (glutamined) และ ไกลอะดิน (gliadin) ซึ่งเมื่อนำแป้งสาลี มาผสมน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่ง เรียกว่า กลูเตนซึ่งมีลักษณะเป็นยาง เหนียว ยืดหยุ่นได กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซเอาไวทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของขนมและจะเป็นโครงสร้างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากเตาอบ (จิตธนาและอรอนงค์, 2541)

1.4.1 ชนิดของแป้งสาลี (จิตธนาและอรอนงค์, 2541) แป้งสาลีที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มี 3 ชนิดคือ

1) แป้งขนมปัง มีโปรตีนสูงร้อยละ 12 - 14 โม่จากข้าวสาลีชนิดแข็ง พวก Hard Red Spring หรือ Hard Red Winter ซึ่งเป็นข้าวสาลีที่มีโปรตีนสูง ใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมปังจืด ขนมปังหวานและผลิตภัณฑ์ที่หมักด้วยยีสต์ทุกชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้คือ เมื่อถูด้วยมือจะรู้สึก ระคายเคืองคล้ายมีกรวดหรือหยาบเหมือนทราย มีสีครีม ไมขาว เมื่อกดนิ้วลงไปบนแป้ง แป้งจะไม่ เกาะตัวกัน แป้งชนิดนี้ใช้ยีสต์เท่านั้นเป็นตัวทำให้ขึ้นฟู

2) แป้งอเนกประสงค์ มีโปรตีนปานกลางร้อยละ 10 - 11 เป็นแป้งที่ได้จากการผสมข้าวสาลีชนิดแข็งกับชนิดอ่อนเข้าด้วยกันได้สัดส่วนที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์หลายๆ ชนิด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เช่น ขนมปังจืดและหวาน ขนมเค้กบางชนิด ลักษณะของแป้งชนิดนี้จะมีลักษณะของแป้ง ขนมปังและแป้งเค้กรวมกัน สารที่ทำให้ขึ้นฟูสำหรับแป้งชนิดนี้สามารถใช้ได้ทั้งยีสต์และผงฟู

3) แป้งเค้ก มีโปรตีนต่ำประมาณร้อยละ 7 - 9 โดยโม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อนพวก Soft Wheat และ Soft Red Winter ใช้ทำเค้กและคุกกี้ ลักษณะของแป้งเมื่อถูด้วยนิ้วมือจะรู้สึกอ่อนนุ่มเนียนละเอียดและมีสีขาวกว่าแป้ง 2 ชนิดแรก แป้งชนิดนี้ใช้สารเคมีช่วยทำให้ขึ้นฟูเท่านั้น ได้แก่ ผงฟู เป็นต้น ซึ่งจะไม่ใช่ยีสต์

1.4.2 คุณลักษณะทั่วไปของแป้งสาลี (อรอนงค์, 2540)

1) สีของแป้ง (Color) สีของแป้งมีผลต่อคุณภาพอย่างหนึ่งของผลิตภัณฑ์แป้งที่ดีควรมีสีขาว หากมีสีอื่นปน เช่น สีเหลืองอ่อนของแซนโทฟลล์หรือสีครีม จะทำให้ขนมปังมีเนื้อในที่มีสีไมดี ดังนั้นแป้งที่โม่ออกมาจึงควรผ่านการฟอกสีก่อน

2) กำลังของแป้ง (Strength) หมายถึง พลังที่แป้งจะสามารถอุ้มก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักไดดี เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีการขึ้นฟูและมีปริมาตรดี

3) ความทนต่อสภาพต่างๆ ของแป้ง (Tolerance) หมายถึง ลักษณะของแป้งที่มีความสามารถทนต่อสภาพการผสมนานๆ ทนต่อการรีดและกระบวนการอื่น ๆ โดยที่กลูเตนไม่ฉีก ขาดความทนต่อ สภาพต่างๆ นี้ มีความสัมพันธ์โดยตรงต่อกลูเตน แป้งที่มีความทนต่อสภาพต่างๆ สูง จะหมักได้นานและไดผลิตภัณฑ์ ที่มีปริมาตรดี

4) ความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้งสูง (High water absorption) หมายถึง แป้งที่มีคุณลักษณะในการดูดซึมน้ำได้มากพอที่จะทำให้คุณภาพของแป้งยังคงสภาพที่ดีอยู่ ผลของการที่แป้งดูดซึมน้ำได้มากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรมากขึ้น เนื้อในขนมไม่แห้งทำให้มีคุณภาพในการเก็บดีขึ้น

5) ความสม่ำเสมอของแป้ง (Uniformity) หมายถึง ความสม่ำเสมอของสี ขนาดของแป้ง และทั่วๆ ไป ถ้าขาดความสม่ำเสมอจะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำแต่ละครั้งไม่เหมือนกันจึงควรมี การตรวจสอบ ก่อนที่จะทำผลิตภัณฑ์ทุกครั้ง

1.4.3 คุณลักษณะทางเคมีของแป้งสาลี

เมื่อนำข้าวสาลีมาบดเป็นแป้ง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและทางเคมี คือ การโม่แป้งเป็นการสกัดส่วนเนื้อในของเมล็ดออกมา และบดเป็นแป้งละเอียด ซึ่งแป้งที่ได้นี้จะประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ คือ คาร์โบไฮเดรต (ได้แก่ สตาร์ชเป็นส่วนใหญ่) ไขมัน เอนไซม์ แร่ธาตุ วิตามินและสี องค์ประกอบมีปริมาณมากน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณการสกัดแป้งออกจากเมล็ดข้าวสาลี

1) คาร์โบไฮเดรต เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญและมีปริมาณมากที่สุดใน แป้งสาลี ซึ่ง ได้แก่ น้ำตาล สตาร์ช เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพนโทแซน น้ำตาลที่มีอยู่ในแป้งนี้มีในปริมาณน้อย แต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งสาลี เช่น การนำแป้งไปทำขนมปัง น้ำตาลอิสระในแป้งจะมีส่วนในการหมักของยีสต์ และการเปลี่ยนสีของขนมปังเป็นสีน้ำตาล (อรอนงค์, 2540)

สตาร์ช มีอยู่ในแป้งสาลีจะมีปริมาณมากที่สุด เมื่อมีการให้ความร้อนแก่สตาร์ชจนเกิดเจลาทิไนซ (Gelatinization) อุณหภูมิของการข้นหนืด อยู่ระหว่าง 52-63 องศาเซลเซียส และเมื่อทิ้งไว้สตาร์ชจะข้นหนืดและใสและเมื่อเย็นตัวลงจะเกิดลักษณะขุ่นกลับคืน (Retrogradation) (กล้าณรงค์, 2542)

เฮมิเซลลูโลสและแพนโทแซน เฮมิเซลลูโลส คือ ส่วนที่ไม่ละลายน้ำและแพนโทแซนเป็นส่วนที่สามารถละลายในน้ำ ช่วยในการดูดซึมน้ำของแป้งเพิ่มขึ้น และลดเวลาในการผสมแป้งกับน้ำให้เกิดเป็นโดมีผลทำให้ขนมปังมีปริมาตรเพิ่มขึ้น และมีเนื้อสัมผัสเพิ่มขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM RAJABHAT UNIVERSITY

2) ไขมัน โดยไขมันในแป้งมีส่วนในการเก็บรักษา คุณค่าทางอาหาร และลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ได ในการเก็บรักษาเกี่ยวข้องกับกระบวนการออกซิเดชั่นที่ก่อให้เกิดการเหม็นหืน ไขมันประเภทที่มีประจุ (polar lipids) รวมทั้งไขมันยึดเหนี่ยวกับสารอื่นมีส่วนช่วยให้เนื้อสัมผัส ของขนมอบดีขึ้น ไขมันในแป้งมีส่วนช่วยให้ เกิดการแทรกตัวร่วมกับโปรตีน ซึ่งขณะผสมจะเกิดเป็นลิพอโปรตีนขึ้น โดยฟอสฟอลิฟคส่วนไขมันประเภทโพลาร์และไบโพลาร์มีส่วนเชื่อม คาร์โบไฮเดรตและโปรตีนให้อยู่ร่วมกันเป็นเนื้อโต (อรอนงค์, 2540)

3) โปรตีน ไกลโคโปรตีน (Glycoprotein) เกิดจากการรวมตัวของโปรตีนกับเพนโทแซน ซึ่งเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่ละลายได้ในน้ำมีผลต่อคุณลักษณะการยืดหยุ่นของกลูเตน และการอุ้มก๊าซในขณะอบ โปรตีนชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในแป้งสาลีมีความสำคัญทั้งในด้านคุณค่าทางอาหาร และคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะในส่วนของไกลอะดินและกลูเตนินที่รวมตัวเป็นกลูเตนซึ่งมีความยืดหยุ่นช่วยในการอุ้มก๊าซขณะอบของ ผลิตภัณฑ์ขนมอบ นอกจากนี้โปรตีนบางชนิดยังมีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลของขนมอบเกิดจากปฏิกิริยาการเกิด สีน้ำตาลโดยไม่อาศัยเอนไซม์ของกรดอะมิโนอิสระบางกลุ่มเข้าทำปฏิกิริยากับน้ำตาลชนิดรีดิวซิ่ง (อรอนงค์, 2540)

1.4.4 คุณลักษณะทางกายภาพของแป้งสาลี

กระบวนการโม่บด มีผลทำให้แป้งสาลีมีคุณลักษณะทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมที่มีอยู่ในส่วนของเนื้อในเมล็ดข้าวสาลี เนื่องจากเกิดการลดขนาดของแป้งลงจากสภาพที่อยู่ในเมล็ด โดยทั่วไปแป้งที่บดได้จะมีขนาดต่างกัน ประกอบด้วยชิ้นส่วนของเนื้อเมล็ด 3 ลักษณะใหญ่ คือ ชิ้นโปรตีนอิสระ ชิ้นสตาร์ชอิสระ และส่วนของเนื้อแป้งที่อยู่รวมกัน และแบ่งขนาดของแป้งเป็น 3 ขนาด คือ ขนาดละเอียด ขนาดปานกลาง และขนาดหยาบ แป้งที่บดจากข้าวสาลีชนิดแข็งจะหยาบกว่าแป้งที่บดจากแป้งสาลีชนิดอ่อน ขนาดของเม็ดแป้งยังมีความสัมพันธ์กับ ปริมาณโปรตีนของแป้งโดยแป้งขนาดละเอียดจะมีโปรตีนสูงกว่าขนาดหยาบและขนาดปานกลาง จะมีโปรตีนต่ำที่สุด สาเหตุที่แป้งขนาดปานกลางมีปริมาณโปรตีนน้อย เนื่องจากเม็ดสตาร์ชขนาดใหญ่มีขนาดระหว่าง 20 - 35 ไมครอนมีจำนวนมากกว่าปริมาณของโปรตีน เม็ดสตาร์ชขนาดเล็กจะมีขนาดระหว่าง 2 - 10 ไมครอน ซึ่งจะอยู่ในส่วนแป้งละเอียดมีจำนวนน้อยกว่าปริมาณโปรตีน สำหรับแป้งหยาบประกอบด้วยส่วนของเนื้อแป้งชิ้นใหญ่ขนาดมากกว่า 35 - 130 ไมครอน เป็นแป้งที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีทั้งเม็ดสตาร์ชและโปรตีนอยู่ร่วมกันทำให้มีปริมาณโปรตีนอยู่ในระดับปานกลาง (จิตธนาและอรอนงค์, 2541)

1.5 ข้าวไรซ์เบอรี่ (Riceberry)

ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทย เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญ ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ (Leardkamolkarn, Thongthep, Suttiarporn, Kongkachuichai, Wongpornchai & Wanavijitr, 2011). ข้าวอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีส่วนประกอบหลายอย่าง รวมทั้งคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และแร่ธาตุอาหาร (วิตามิน และแร่ธาตุ) และเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระรวมทั้งสารประกอบฟีนอล (Frei & Becker, 2004)

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Riceberry) ได้จากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิล ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีว่ามีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูง กับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ลักษณะเป็นข้าวเจ้า (Oryza Sativa) สีม่วงเข้ม ผิวมันวาว รูปร่างเมล็ดเรียวยาว เมล็ดข้าวเมื่อหุงแล้วจะมีกลิ่นหอมเฉพาะตัว มีความนุ่มนวลและยืดหยุ่นได้ไม่จำกัด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์จากศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว โดยความร่วมมือจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พันธุ์ข้าวนี้ได้จดทะเบียนเป็นพันธุ์พืชใหม่แล้ว ห้ามนำไปขยายพันธุ์เชิงการค้าต่อ โดยไม่ได้รับอนุญาตจาก วช. และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คุณสมบัติเด่นทางด้านโภชนาการ คือมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แกมมาโอไรซานอล วิตามินอี แทนนิน สังกะสี และโฟเลตสูง มีดัชนีน้ำตาลต่ำ-ปานกลาง นอกจากนั้นในข้าวไรซ์เบอรี่ ยังพบสารแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) ซึ่งเป็นสารประกอบไกลโคไซด์ หรือเอซิลไกลโคไซด์ที่จัดอยู่ในกลุ่มของสารประกอบฟีนอลิก (Lee and et al., 2007; Shen and et al., 2009) ทั้งนี้มีรายงานวิจัยพบว่า สารแอนโทไซยานิน เป็นสารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมีสรรพคุณทางยา และมีสมบัติต้านสารอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ช่วยการหมุนเวียนของกระแสโลหิต ป้องกันการเกิดมะเร็งโรคเบาหวาน โรคหลอดเลือด และโรคหัวใจ เป็นต้น

สารอาหารสำคัญที่อยู่ในข้าวไรซ์เบอรี่ ประกอบด้วย

- โอเมก้า 3 มีอยู่ 25.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- กรดไขมันจำเป็น มีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของสมอง ตับและระบบประสาท ลดระดับคอเลสเตอรอล
- ธาตุสังกะสี 31.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ช่วยสังเคราะห์โปรตีน สร้างคอลลาเจน รักษาสิว ป้องกันผมร่วง กระตุ้นรากผม
- ธาตุเหล็ก 13-18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สร้างและจ่ายพลังงานในร่างกาย เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง และเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้ออกซิเจนในร่างกาย และสมอง
- วิตามินอี 678 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ชะลอความแก่ ผิวพรรณสดใส ลดอัตราเสี่ยงของโรคที่เกี่ยวกับหลอดเลือดสมองและหัวใจ ทำให้ปอดทำงานดีขึ้น
- วิตามินบี 1 มีอยู่ 0.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำเป็นต่อการทำงานของสมอง ระบบประสาท ระบบย่อย ป้องกันโรคเหน็บชา
- เบต้าแคโรทีน (สารตั้งต้นของวิตามินเอ) 63 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ชะลอความแก่ ลดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง บำรุงสายตา
- ลูทีน 84 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ป้องกันจอประสาทตาเสื่อม บำรุงการไหลเวียนของเลือดในเส้นเลือดฝอยที่หล่อเลี้ยงตา
- โพลิฟีนอล 113.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทำลายฤทธิ์ของอนุมูลอิสระ ป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง ได้รับการยอมรับว่าเป็นสารเสริมสร้างสุขภาพ เนื่องจากมีสารต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ หลอดเลือด ต้านมะเร็ง ต้านไขมัน และมีผลในการลดน้ำตาลในเลือด (AbdelAal et al., 2006; Guo et al., 2007; Hiemori et al., 2009)
- แทนนิน 89.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แก้ท้องร่วง แก้บิด สมานแผล แผลเปื่อย
- แกมมา โอไรซานอล 462 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ลดระดับคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ในหลอดเลือด ทำให้เลือดหมุนเวียนไปเลี้ยงอวัยวะส่วนต่างๆ ได้อย่างเป็นปกติ ลดอัตราเสี่ยงของโรคหัวใจ เบาหวาน ความดันโลหิตสูง สมองเสื่อม (กองบรรณาธิการการเกษตร, 2557)

นอกจากนี้ เส้นใยอาหาร (Fiber) มีอยู่ปริมาณมากในข้าวไรซ์เบอร์รี่ ช่วยลดระดับไขมันและคอเลสเตอรอล ป้องกันโรคหัวใจ ช่วยควบคุมน้ำหนัก ช่วยระบบขับถ่าย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นอกจากนี้ รำข้าวและน้ำมันรำข้าว ทั้งยังมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่ดี ซึ่งจากคุณสมบัติข้อนี้นอกจากจะใช้รับประทานเพื่อเสริมสร้างสุขภาพที่ดี ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็ง ทางการแพทย์ยังนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์อาหารโภชนบำบัดอีกด้วย (Leardkamolkarn et al., 2011)

2. มัฟฟิน (Muffin)

ขนมปังเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ชนิดหนึ่งที่รู้จักกันแพรหลายที่เกิดจากส่วนผสมของแป้งสาลี ยีสต์หรือผงฟูหรือเบกิ้งโซดา น้ำ เกลือ น้ำตาลและไขมันเป็นหลัก แต่สัดส่วนจะแปรเปลี่ยนไป ตามต้องการเพื่อให้ได้คุณลักษณะและรูปแบบตามที่กำหนด ซึ่งจะมีการพัฒนารูปแบบใหม่ๆ ขึ้น เพื่อสนองความต้องการของผู้บริโภค โดยมีเทคนิคในการทำ การเลือกใช้สารที่ทำให้ขนมขึ้นฟู การเลือกใช้ภาชนะอบและอุณหภูมิที่แตกต่างกันออกไป ตามชนิดของขนมปังนั้น อีกทั้งขนมปังยัง จัดเป็นอาหารหลักที่สำคัญชนิดหนึ่งของมนุษย์ตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์จนถึงปัจจุบันซึ่งนับวันขนมปังจะมีบทบาทตอ มนุษย์ทุกชมชาติรวมทั้งคนไทยที่นิยมบริโภคกันมากขึ้น ในรูปแบบ ของอาหารเช้าต่างๆ โดยเฉพาะมื้อเช้าและในรูปของว่าง ของหวานในโอกาสต่างๆ ซึ่งขนมปัง โดยทั่วไปสามารถจัดแบ่งได้ 2 ประเภท คือ ขนมปังที่ขึ้นฟูด้วยยีสตหรือขนมปังชนิดหมักและขนมปังที่ขึ้นฟูด้วยสารเคมีหรือขนมปังชนิดไม่หมัก โดยมัฟฟินจัดเป็นขนมปังประเภทหนึ่งที่จัดแบ่งตามชนิดของสารที่ทำให้ขนมปังขึ้นฟูด้วยสารเคมี (Quick Bread) ได้แก่ ผงฟูหรือเบกกิ้งโซดา ซึ่งมีวิธีการเวลาและเทคนิคน้อยกว่าขนมปังที่ขึ้นฟูด้วยยีสต์ (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2545)

มัฟฟิน (Muffin) คือ ขนมปังชนิดหนึ่ง แต่มีวิธีการปรุงที่แตกต่างกันออกไป ตัว ประกอบในการทำมัฟฟินที่สำคัญคือ ผงฟู (Baking powder หรือ Baking soda) โดยไม่ต้องใช้เวลา มากในการคอยให้ขนมขึ้นฟู การขึ้นฟูขยายตัวของขนมใช้เวลาเดียวกับเวลาที่อบขนม ซึ่งอาจเรียก มัฟฟินว่าเป็นขนมปังแบบเร่งรัด (สำนักพิมพ์แสงแดด, 2536) เนื่องจากมัฟฟินขึ้นฟูด้วยสารเคมี ดังนั้นความแปรปรวนในคุณภาพของส่วนผสมจึงมีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและความเข้มข้นของส่วนผสมกับกรรมวิธีทำ สภาวะการอบและปัจจัยอื่น ๆ จะมีผลร่วมกัน โดยมัฟฟินที่มีน้ำตาลเป็นส่วนผสมในปริมาณน้อย เนื้อขนมจะมีลักษณะโปร่งคล้ายขนมปัง ส่วนสูตรที่มีน้ำตาลมาก เนื้อในขนมจะละเอียดและคล้ายเค้ก (ศิริลักษณ์, 2525)

มัฟฟินเป็นขนมที่ผู้บริโภคบางส่วนอาจไม่รู้จักหรือไม่เคยรับประทาน ในขณะเดียวกัน ผู้บริโภคบางคนเคยรับประทานแต่อาจจะชอบหรือไม่ชอบ เนื่องจากความรู้สึกว่าขนมมีลักษณะ แข็งเมื่อเปรียบเทียบกับเค้กซึ่งมีเนื้อนุ่ม ซึ่งในปัจจุบันพบว่าได้มีผลิตภัณฑ์มัฟฟินวางขายตาม ห้างสรรพสินค้าต่างๆ ทั่วไปทำให้สามารถหาซื้อได้ง่ายขึ้น นอกเหนือจากการเข้าไปรับประทาน ตามโรงแรมเท่านั้น ปกติการรับประทานมัฟฟินชาวต่างประเทศนิยมรับประทานเป็นอาหารเช้า หรือเป็นอาหารว่างซึ่งจะแตกต่างจากคนไทยที่จะรับประทานได้ทุกเวลาเหมือนขนมเค้กหรือขนมอื่น อาจเนื่องมาจากวัฒนธรรมในการรับประทานอาหารของแต่ละประเทศที่แตกต่างกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 2.2 สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

ส่วนผสม	ร้อยละ
แป้งสาลีเอนกประสงค์	33.32
นมข้นจืด	11.16
โยเกิร์ต	-
ไข่ไก่	15.24
น้ำตาลทรายป่น	18.60
เนยสด	9.30
เนยขาว	9.30
กลิ่นวนิลา	0.95
ผงฟู	1.67
เกลือป่น	0.46

ที่มา: วนิดา (2546)

2.1 วัตถุดิบพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

2.1.1 แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิดกลูเตนซึ่งเกิดจากกลูเตนิน และไกลอะดิน จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงร่างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์และจะเป็นโครงร่างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบโดยกลูเตนจะทำให้ก้อนแป้งมีกำลังที่จะอุ้มก๊าซที่ขึ้นฟูไว้ได้ ซึ่งจะเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ส่วนไกลอะดินจะทำให้กลูเตนมีคุณสมบัติในการหดตัว และยืดหยุ่น

หน้าที่ของแป้งสาลีที่มีต่อผลิตภัณฑ์ คือ จะช่วยทำให้เกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์และการคงรูปอยู่ได้เมื่ออบเสร็จแล้ว และเป็นส่วนผสมหลักที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด (จิตธนาและอรอนงค์, 2541)

2.1.2 น้ำตาลเป็นส่วนประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึกละลายน้ำได้ดีและมีรสหวานเป็นซูโครสที่บริสุทธิ์ร้อยละ 99.9 มีอยู่หลายชนิด แต่ที่นำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ 3 ชนิด คือ น้ำตาลทรายขาว น้ำตาลไอซิ่งและน้ำตาลทรายแดง ซึ่งน้ำตาลทรายขาว (Granulated sugar) จะใช้มากในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ โดยมีขนาดต่างๆ กัน ตั้งแต่เป็นผงละเอียดมาก ธรรมดา และ หยาบ น้ำตาลทรายที่ใช้ได้ผลดีควรมีความละเอียดและขาว เพราะจะผสมเข้ากับส่วนผสมอื่น ๆ ได้ดี ถ้าน้ำตาลที่ใช้มีขนาดผลึกใหญ่และหยาบจะผสมกับเนยไม่ได้ดี เพราะผลึกที่ใหญ่จะละลายไม่หมด และจะคงอยู่ในรูปผลึกน้ำตาลจะไม่ละลายโดยความร้อนจากตูอบและน้ำตาลที่อยู่ใกล้กับผิวขนมจะเกิดเป็นจุด ๆ นอกจากนั้นผลึกน้ำตาลที่หยาบจะไปขูดดีบุกที่เคลือบเครื่องผสมหรือชามผสมทำให้เกิดสีเทาขึ้นในผลิตภัณฑ์และยิ่งเป็นมากขึ้นถ้าเนยหรือไขมันที่นำมาตีกับน้ำตาลทรายหยาบมีความเย็นมาก

หน้าที่ของน้ำตาลที่มีต่อผลิตภัณฑ์ คือ ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะขนมเค้ก เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมัก ใช้เตรียมเป็นไอซิ่งต่างๆ สำหรับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ช่วยในการตีครีมและตีไขให้มีความคงตัวและขึ้นฟู ช่วยให้เนื้อขนมดี ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุมอยู่ได้นาน ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีดีและทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่าทางอาหารเพิ่ม (อรอนงค์, 2540)

2.1.3 เกลือที่ใช้ในการทำเบเกอรี่นั้นควรเป็นเกลือป่นละเอียด ใช้ประกอบอาหารทั่วๆ ไปประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 99 ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คลอไรด์และซัลเฟตอื่นๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM RAJABHAT UNIVERSITY

หน้าที่ของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์ คือ ทำให้อาหารมีรสดี, เน้นรสกลิ่นของส่วนผสมอื่น เช่น ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดขึ้นด้วยรสเค็มของเกลือ ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหารให้หมดไป ช่วยให้กลูเตนของโดมีกำลังในการยืดตัว และช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของผลิตภัณฑ์

ปริมาณของเกลือที่ใช้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ แต่ส่วนใหญ่แล้วขึ้นอยู่กับชนิดของแป้งเป็นสำคัญ แป้งที่มีกลูเตนอ่อนต้องการเกลือมา เพราะเกลือจะช่วยให้โปรตีนมีกำลังเพื่อที่จะแกไขให้ดีขึ้นสำหรับแป้งที่มีกลูเตนอ่อนทั้งคุณภาพและปริมาณก็ควรเติมเกลือเพิ่มเข้าไปปริมาณของแร่ธาตุในน้ำก็มีผลต่อปริมาณเกลือที่ใช้ผสมด้วย คือ ถ้าน้ำที่ใช้เป็นน้ำกระด้าง ปริมาณของเกลือที่ใช้ก็จำเป็นต้องลดลง (จิตธนาและอรอนงค์, 2541)

2.1.4 สารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู เป็นสารเคมีที่ใช้ในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากปฏิกิริยาทางเคมีและทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู มีความเบาและย่อยง่ายนั้น มีอยู่ 3 ชนิดที่นิยมใช้ ได้แก่

1) เบกิ้งโซดา (Baking soda) หรือเรียกทางเคมีว่า โซเดียมไบคาร์บอเนต เป็นสารเคมีที่เมื่อไดรับความร้อนจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา การใช้สารเคมีชนิดนี้ ช่วยในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แต่เพียงอย่างเดียว มีผลเสียคือ มีสารตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์ซึ่งถ้าใช้ในปริมาณมากก็จะมีสารตกค้างมาก ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสเฝื่อนและถ้าสารตกค้างนี้ทำปฏิกิริยากับไขมันที่มีอยู่ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์จะทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นสบู่ นอกจากนั้นอุณหภูมิที่ต้องการใช้ในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเบกิ้งโซดายังสูงอีกด้วย ดังนั้นก๊าซส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในขั้นตอนสุดท้ายของการอบ ซึ่งเมื่อเสร็จก็จะผลิตก๊าซออกมาได้เพียงครั้งเดียว ทำให้การขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ไม่เต็มที่หรือไม่ดีเท่าที่ควร เพื่อทำให้สารตกค้างหมดไป สามารถปรับได้โดยการเติม กรดอาหารลงไป เช่น นมเปรี้ยว (อรอนงค์, 2538)

2) เบกิ้งเพาเดอร์หรือผงฟู (Baking powder) เป็นสารช่วยผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูที่ผลิตขึ้นจากการผสมของเบกิ้งโซดากับสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นกรด สวนผสมของเบกิ้งเพาเดอร์ประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 3 อย่างคือ เบกิ้งโซดา สารที่ให้ความเป็นกรดและแป้งข้าวโพด ซึ่งตามข้อบังคับ ของ FDA ผงฟูที่ผลิตออกมานั้นต้องผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 12 (อรอนงค์, 2540) ผงฟู มีหลายชนิดขึ้นกับกรดที่นำมาผสมโดยทั่วไปสามารถแบ่งเป็น 2 แบบ (อรอนงค์, 2540) คือ

ก. ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยารวดเร็วหรือเรียกว่าผงฟูกำลังหนึ่ง (Single acting) หรือ Fast action) ผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทันทีในขณะที่ผสม และจะผลิตก๊าซออกมาอย่างรวดเร็วในระหว่างที่ผลิตภัณฑ์รอการนำเข้าอบ ดังนั้นการใช้ผงฟูประเภทนี้ จะต้องผสมส่วนผสมอย่างรวดเร็ว และนำเข้าอบทันทีที่ผสมเสร็จ มิฉะนั้นแล้วการสูญเสียก๊าซจะเกิดขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อบออกมาขึ้นฟูได้ไม่ดี

ข. ผงฟูที่ให้ปฏิกิริยาช้าหรือผงฟูกำลังสอง (Double acting) ประกอบด้วยเบกิ้งโซดากับกรดสองชนิดหรือมากกว่า กรดชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเร็วและกรดอีกชนิดหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาช้าในขณะที่กำลังผสมส่วนผสมเข้าด้วยกันกรดที่ให้ปฏิกิริยาเร็วของผงฟูชนิดนี้จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาสวนหนึ่งและเมื่อนำผลิตภัณฑ์เข้าอบ กรดที่ให้ปฏิกิริยาช้าจะผลิตก๊าซออกมาส่วนหนึ่งเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ ผงฟูชนิดนี้จึงเรียกว่าผงฟูกำลังสองหรือผงฟูที่ ให้ปฏิกิริยาสองครั้ง ผงฟูชนิดนี้นิยมใช้กันมากในผู้ประกอบกิจการ เนื่องจากไม่ต้องรีบนำผลิตภัณฑ์เข้าอบทันทีหลังจากที่ผสมแล้ว

3) แอมโมเนีย ได้แก่ แอมโมเนียมคาร์โบเนตหรือแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต เป็น สารที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูอีกชนิดหนึ่ง แต่ใช้กันน้อยส่วนใช้ในการทำคุกกี้หรือผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก การใช้สารที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูนั้นควรชั่ง ตวงด้วยความระมัดระวังเพราะถ้าใช้ในปริมาณปริมาณที่สูง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เกินไปจะทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูมาก อาจทำให้ล้มหรือหดตัวได้หลังจากอบแล้วและถ้าใช้ในปริมาณที่ต่ำเกินไปก็จะทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูไม่เต็มที่เป็นเหตุให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแน่นหนัก ปริมาตรไม่ดีและไม่ชวนให้รับประทาน โดยหน้าที่ของสิ่งช่วยให้ขึ้นฟูต่อผลิตภัณฑ์ คือ ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความเบาขึ้นฟู ง่ายต่อการขบเคี้ยว ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นรูปโปร่ง ดังนั้นน้ำย่อยจึงสัมผัสกับอาหารได้หมด ทำให้ย่อยง่ายขึ้น และทำให้ผลิตภัณฑ์น่ารับประทานและอร่อย (อรอนงค์, 2540)

2.1.5 ไขมัน ที่ใช้ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ ได้แก่ เนยสดและเนยขาว

1) เนยสด (Butter) ทำจากส่วนที่เป็นไขมันของน้ำนมวัว ประกอบด้วยไขมันร้อยละ 80 มีสีเหลือง มีกลิ่นรสหวาน มีลักษณะแข็งที่อุณหภูมิห้อง ใช้ได้ดีที่สุดในการให้กลิ่นรส แต่มีลักษณะด้อยในการเป็นครีมเนยสดจะตีเป็นครีมไม่ดีและขาดความเป็นเนื้อเดียวกัน

2) เนยขาว (Hydrogenated vegetable oil) หรือเรียกว่า Vegetable Shortening ทำจากน้ำมันพืชบริสุทธิ์ที่ปราศจากกลิ่น เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันข้าวโพด น้ำมันถั่วเหลือง โดยนำไปผ่านก๊าซไฮโดรเจน ซึ่งมีนิเกิลเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาไฮโดรเจนที่ผ่านเข้าไปในน้ำมันพืชและเป็นตัวควบคุมการแข็งตัวของเนยขาวนั้นๆ ให้มีความแข็งตัวตามที่ต้องการ เนยขาวจะมีสีขาวไม่มีกลิ่นรส และเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง โดยหน้าที่ของไขมันในผลิตภัณฑ์ คือ ให้ความอ่อนนุ่มให้กลิ่นรสที่ดี ช่วยกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้นโดยทำให้กลูเตนมีความแน่นอากาศเข้าไม่ได้ทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นช่วยหล่อลื่นกลูเตนให้ยืดหยุ่นหดได้โดยช่วยการขยายตัวของของผนังเซลล์และจัดโครงสร้างของกลูเตน ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มปริมาณของผลิตภัณฑ์ (จิตธนาและอรอนงค์, 2541)

2.1.6 นมสด นมเป็นสารละลายที่มีส่วนเล็กๆ ของไขมัน โปรตีน น้ำตาลและแรธาตุปนอยู่โดยไม่แยกออกจากกันเมื่อตั้งทิ้งไว้เป็นของเหลวที่มีทั้งไขมันเต็ม ซึ่งได้แก่ นมสดบริสุทธิ์ (Whole milk) นมสดปราศจากไขมันหรือที่เรียกว่าหางนมสด (Skin milk) และบัตเตอร์มิลค์ (Butter milk) โดยหน้าที่ของนมที่ต่อผลิตภัณฑ์ คือ ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทาน ช่วยรวมส่วนผสมอื่น ๆ เข้าด้วยกัน ช่วยละลายน้ำตาลซึ่งเป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์อ่อนนุ่ม ช่วยให้แป้งเกิดเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เมื่อรวมตัวกับน้ำ ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีทั้งความแข็งความแข็งและความนุ่มทั้งสอง อย่างได เมื่อรวมกับส่วนผสมอื่น ๆ (จิตธนาและอรอนงค์, 2541)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.7 ไข่ ที่ใช้ในในผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นไข่ไก่ เป็นวัตถุดิบที่มีราคาแพงและมีความสำคัญมากต่อผลิตภัณฑ์ โดยหน้าที่ของไข่ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ คือ เป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู สีของไข่แดงช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสีเหลือง ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีไขมันเพิ่มขึ้น มีรสหวานขึ้น ช่วยให้ส่วนผสมมีความมัน ผสมง่ายขึ้น ช่วยเพิ่มเพิ่มกลิ่นรส เพิ่มความสดและคุณค่าของอาหาร (อรอนงค์, 2540)

2.1.8 สารปรุงแต่งกลิ่นรส ในการบริโภคอาหารนอกจากบริโภคเพื่อขจัดความหิวโหย และเพื่อความจำเป็นตามความต้องการของร่างกายเพื่อดำรงชีวิตแล้ว ยังเลือกบริโภคเพื่อความอร่อยของรสชาติอาหาร ตามในปากของตนเองอีกด้วย ดังนั้นรสชาติอาหารจึงจัดเป็นคุณลักษณะทางคุณภาพที่สำคัญของอาหารประการหนึ่งที่ผู้บริโภคต้องการ และมีอิทธิพลต่อจิตประสาทในการยอมรับอย่างมาก คำตอบของผู้คนส่วนใหญ่ที่บอกว่าชอบหรือไม่ชอบอาหารใดนั้น มักจะมีสาเหตุมาจากกลิ่นรส เป็นสำคัญทั้ง ๆ ที่สารประกอบที่ให้กลิ่นรสในอาหารนั้น จัดว่าเป็นองค์ประกอบที่มีปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นการเติมสารปรุงแต่งกลิ่นรสไม่ว่าจากธรรมชาติ หรือสังเคราะห์ ขึ้นมาจะเป็นสิ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นน่ารับประทานยิ่งขึ้น แม้ว่าสารปรุงแต่งกลิ่นรสจะไม่ใช่ส่วนผสมหลัก ในการผลิตก็ตาม แต่ก็มีผลต่อลักษณะปรากฏและรสชาติของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปได้ให้คำจำกัดความเกี่ยวกับสารที่ใช้ในการปรุงแต่งกลิ่นรส คือ สารที่เติมลงไปในอาหาร ยา หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆที่บริโภคเข้าไปในปากโดยมีจุดประสงค์อย่างเด่นชัดที่จะทำให้เกิดกลิ่นรสขึ้น

ในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปนั้น นอกจากนั้นสารปรุงแต่งกลิ่นรสยัง หมายถึง สารประกอบที่ตามปกติแล้วจะไม่นำมาใช้เป็นอาหารบริโภคโดยตรง และไม่ใช้ส่วนประกอบหลัก (Ingredients) ในผลิตภัณฑ์อาหารไม่ว่าสารนั้นจะมีคุณค่าทางโภชนาการหรือไม่ก็ตาม จะนำมาเติมลงในอาหาร เพื่อจุดประสงค์ทางเทคนิคของการผลิตการแปรรูป หรือการปฏิบัติการใดก็ตามที่ส่งผลต่อคุณลักษณะด้านกลิ่น และรสชาติ หรือทั้งให้กลิ่นและรสชาติในผลิตภัณฑ์อาหารนั้นๆ อย่างปลอดภัย และได้รับอนุญาตให้ใช้ในประเทศนั้น (สายสนม, 2540)

สารปรุงแต่งกลิ่นรสที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มีหลายชนิด เช่น กลิ่นรสวานิลา กลิ่นรสเนย กลิ่นรสนมเนย เป็นต้น มักอยู่ในรูปน้ำมันหอมระเหย มีกลิ่นคล้ายธรรมชาติราคาถูกกว่าสารสกัดจากธรรมชาติในขนมอบสารให้กลิ่นรสส่วนใหญ่จะระเหยไป จึงนิยมเติมสารให้กลิ่นรสไปพร้อมกับไขมันในขั้นตอนการตีครีม สารให้กลิ่นรสจะถูกดูดซึมกระจายตัวได้ดี และไม่ระเหยง่าย (จิตธนา และอรอนงค์, 2541) สารปรุงแต่งกลิ่นรสที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่มีหลายชนิด เช่น กลิ่นวนิลา กลิ่นรสเนย กลิ่นรสเนยนม เป็นต้น (วนิดา, 2546)

2.2 วิธีการทำมัฟฟินและเทคนิค

2.2.1 วิธีการทำมัฟฟินมีขั้นตอนหลัก ๆ ตามวิธีของ วนิดา (2546)

1) ผสมเครื่องปรุงแห้งโดยร่อนรวมกันลงในชามผสม แล้วทำหลุมไว้ตรงกลาง

2) ผสมเครื่องปรุงที่เป็นน้ำกับเนยละลายในชามที่ 2

3) เทเครื่องปรุงน้ำลงในหลุมแป้ง

4) ใช้ที่ตีไข่หรือตะกร้อตีไข่คนพอให้แป้งดูดน้ำ (คนประมาณ 15 ครั้ง)

5) ตักหยอดใสพิมพ์ที่เตรียมไว้ ประมาณ 2/3 ของพิมพ์นำเข้าอบ

6) นำออกจากเตาแล้วคว่ำพิมพ์ให้ขนมหลุดออกจากพิมพ์วางบนตะแกรง

2.2.2 เทคนิคการทำมัฟฟินมีดังนี้

1) แป้งที่จะเลือกนำมาใช้ควรเป็นแป้งสาลีอเนกประสงค์เพื่อให้ส่วนผสมเพิ่มขึ้นเมื่ออบ จะทำให้ขนมแตกนูน สวยงาม ไม่ควรใช้แป้งเค้กเนื่องจากจะทำให้ส่วนผสมเหลว เมื่ออบหน้าขนมไม่นูน แต่เนื้อขนมจะนุ่มมากกว่าการใช้แป้งสาลีอเนกประสงค์ และไม่ควรใช้แป้งขนมปัง เนื่องจากจะทำให้ส่วนผสมข้นนานมากเกินไป เมื่ออบแล้วขนมจะมีเนื้อที่แข็ง (เศรษฐพงศ์, 2546)

2) การผสมแป้งควรใช้ในการผสมอย่างเร็วหากผสมนานจะทำให้ขนมเหนียวและแข็ง (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 2545)

3) อุณหภูมิที่ใช้ในการอบควรใช้อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ในการอบนั้นควรใช้ไฟในบนในช่วงแรกเพื่อให้ผิวของขนมที่อยู่ด้านในที่ยังไม่สุกค่อยๆ ดันขนมให้แตกออกมาตรงกลาง ถ้าใช้อุณหภูมิอ่อนเกินไปโดยใช้อุณหภูมิระดับเดียวกันเท่ากับการอบเค้กคือ 180 องศาเซลเซียส แล้วเปิดไฟล่างขนมที่อบออกมาจะไม่นูนสวยและจะแบน โดยลักษณะของขนมมัฟฟินที่ดีก็คือ จะต้องนูนแตกตรง กลาง ควรมีหน้ามน กลมภายในไมมีถ้ำอากาศ ดังนั้นการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ใช้เตาอบเป็นหลักนั้น การควบคุมอุณหภูมิในการอบมีความสำคัญมากกว่าขั้นตอนในการทำ (เศรษฐพงศ์, 2546)

2.2.3 การเก็บรักษา ความอร่อยและคุณค่าของมัฟฟินจะคงเดิมอยู่เป็นเวลานานหากได้รับการเก็บรักษาและรับประทานอย่างถูก วิธี คือ เก็บในภาชนะที่ปิดสนิทและไวในตู้เย็นเพื่อรักษาความชื้นให้อยู่ในมัฟฟิน และเพื่อให้ไดรสชาติและคุณภาพที่ดีที่สุด ก่อนรับประทานควรทำให้อุ่นด้วยตู้ไมโครเวฟที่ “High” เป็นเวลา 15 วินาที

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3. กลูเตน (Gluten)

กลูเตนเป็นโปรตีนที่เกิดจากการรวมตัวของกลูเตนิน (Glutenin) ไกลอะดิน (Gliadin) และในปริมาณใกล้เคียงกัน ปริมาณกลูเตนที่เกิดขึ้นนับว่าเป็นส่วนใหญ่ของโปรตีน (ร้อยละ 80-90) ในแป้งไกลอะดินและกลูเตนินก่อให้เกิดลักษณะโครงร่างของกลูเตนจากการนวดโดทำให้เกิดแรงยึดเหนี่ยวของพันธะทางเคมีระหว่างกรดอะมิโนหลายรูปแบบได้แก่ พันธะโคเวเลนต์ (Covalent) พันธะอิออนิก (Ionic) และพันธะวานเดอร์วาลส์ (Van der waals) (อรอนงค์, 2540)

ลักษณะพิเศษของกลูเตนนี้ทำให้แป้งสาลีเหมาะสมในการทำเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบได้ดีกว่าแป้งชนิดอื่นที่ไม่มีกลูเตน หรือมีกลูเตนแต่สัดส่วนขององค์ประกอบไม่เหมาะสม เนื่องจากในกระบวนการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบนั้นส่วนใหญ่ต้องการโครงร่างของกลูเตนที่แข็งแรง ยืดหยุ่นสามารถอุ้มก๊าซที่เกิดจากกระบวนการหมัก และคงรูปร่างเมื่อถูกความร้อนได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อเหนียวพอดี เป็นเส้นใย ซึ่งผู้บริโภคทั่วไปยอมรับ โปรตีนที่เป็นส่วนประกอบของลักษณะพิเศษ คือ

1) ไกลอะดินมีลักษณะเป็น Globular protein มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 30-75 กิโลดาลตัน (kDa) และโมเลกุลยึดเกาะกันด้วยพันธะไดซัลไฟด์ เป็นโปรตีนที่ละลายในเอธานอล ร้อยละ 70 มีคุณสมบัติเป็นตัวทำให้เกิดความเหนียวหนืด (Viscous properties) ของกลูเตน

2) กลูเตนินมีลักษณะเป็นสายโมเลกุลยาวต่อกันด้วยหน่วยย่อยๆ มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 60-140 กิโลดาลตัน มาเชื่อมต่อกันด้วยพันธะไดซัลไฟด์จนได้เป็นสายโมเลกุลขนาดใหญ่มีน้ำหนักมากกว่า 2,000 กิโลดาลตันขึ้นไป เกิดเป็นโครงสร้างกลูเทนินโพลีเมอร์โดยมีกรดอะมิโนย่อยๆ มายึด เกาะกันเป็นโครงสร้างที่มีลักษณะเกลียว (α- helix) และตรงส่วนกลางของกลูเตนินจะมีกรดอะมิโนมายึดเกาะกันประมาณ 6-5 ชนิด เป็นโครงสร้างแบบแผ่น (β- sheet) ซึ่งกรดอะมิโนส่วนใหญ่จะเป็นกลัยซีนโพรลีน และกลูตามีน กลูเตนินสามารถละลายได้ในน้ำสารละลายกรดอ่อนสารละลาย Sodium Dodecyl Sulphate (SDS) และสารละลายเอธานอล ร้อยละ 70 สมบัติของกลูเตนิน คือทำให้เกิดความยืดหยุ่นคล้ายสปริง (Elastic properties) และมีคุณสมบัติในการเกาะติด (Cohesiveness)

กลูเตนจากข้าวสาลี นิยมนำมาใช้เป็นแหล่งโปรตีนจากพืชเป็นอันดับสองรองจากโปรตีนถั่ว เหลือง ในแง่ของปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมา ปัจจุบันกำลังการผลิตกลูเตนจากข้าวสาลี มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ อย่างไรก็ตามมักจะนิยมนำเอากลูเตนไปใช้ในรูปของส่วนผสมอย่างหนึ่งในอาหารมากกว่าที่จะนิยมนำมาบริโภคโดยตรง ในปี ค.ศ. 1987 พบว่าปริมาณการใช้กลูเตนจากข้าวสาลีใน อุตสาหกรรมขนมอบถึงร้อยละ 17 ในขณะที่ใช้ในอุตสาหกรรมเนื้อเพียงร้อยละ 5 และใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะคล้ายอาหารทะเลร้อยละ 1 เท่านั้น

กระบวนการผลิตกลูเตนส่วนใหญ่เป็นกระบวนการแบบเปียก (Wet process) ซึ่งเป็นกระบวนการที่แยกเอาส่วนของสตาร์ชออกมาจากแป้งสาลี ในปัจจุบันไดมีการพัฒนาผลิตกลูเตนซึ่งมีอยู่ 3 กระบวนการใหญ่ๆ ได้แก่ Dough system หรือ Batter process ซึ่งเป็นวิธีพื้นฐานโดยเป็นการละลาย แป้งสาลีให้กระจายในน้ำปริมาณมากๆ เพื่อให้ส่วนของกลูเตนถูกแยกออกมาในลักษณะ Curd และแยกเอากลูเตนที่ไดออกจากน้ำแป้งโดยการกรองร่อน

ส่วนอีกวิธีหนึ่งเรียกว่า การผลิตแบบมาร์ติน (Martin) เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการแยกเอาส่วนของโด (Dough) ออกมาจากแป้งสาลีโดยการนวดแป้งและพ่นล้างด้วยน้ำเพื่อล้างเอาส่วนสตาร์ชออก และ alkaline process โดยการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.03 นอร์มัล เพื่อแยกสตาร์ชและตกตะกอนโปรตีนกลูเตน ในกระบวนการผลิตเหล่านี้กลูเตนที่ไดจะทำให้อยู่ในรูปผงแห้งอาจใช้วิธีทำให้แห้งแบบแช่แข็ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ซึ่งไม่ทำให้กลูเตนเสียสภาพธรรมชาติและคงคุณสมบัติในการเกิดลักษณะที่ยืดหยุ่น และความสามารถในการอุ้มน้ำไวมากที่สุดกลูเตนที่คงคุณสมบัติเหล่านี้อยู่เรียกว่า Vital gluten

ปฏิกิริยาในระหว่างที่มีการผสมโดเกิดขึ้นนั้นพันธะไดซัลไฟด์ที่มีอยู่ในโมเลกุลจะเกิดปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างกลูเตนิน และไกลอะดิน โดยที่พันธะไดซัลไฟด์ภายในโมเลกุลของกลูเตนินจะถูกแทนที่ด้วยพันธะไดซัลไฟด์ของไกลอะดิน มีผลทำให้ไกลอะดินมีลักษณะคล้ายกับ Plasticizer ของกลูเตนิน (นัชนา, 2551) โดยกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบของกลูเตนกลูเตนินและไกลอะดิน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2.3 กรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบของกลูเตน กลูเตนิน และไกลอะดิน (โมล/10^5 กรัม)

กระอะมิโน	กลูเตน	ไกลอะดิน	กลูเตนิน
กรดกลูตามิค	290	317	278
โพรลีน	137	148	114
ลูซีน	59	62	57
กลัยซีน	47	25	78
วาลีน	45	43	41
ไอโซลูซีน	33	37	28
ฟีนิลอะลานีน	32	38	27
อะลานีน	30	25	34
ธรีโอนีน	21	18	26
อาร์จินีน	20	15	20
อิสติดีน	15	15	13
ซีสเตอีน	14	10	10
เมทไธโอนีน	12	12	12
ไลซีน	9	5	13
ทริปโตเฟน	6	5	8

ที่มา: นัชนา (2551)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.1 โรคภูมิแพ้กลูเตน (Celiac disease)

โรคภูมิแพ้กลูเตน คือ โรคที่เกี่ยวกับระบบการย่อยไม่สมบูรณ์ซึ่งเกิดจากลำไส้เล็กถูกทำลายมีผลทำให้ลำไส้เล็กดูดซึมสารอาหารไปใช้ไม่ได้ สาเหตุเกิดจากการแพ้ไกลอะดินในกูลเตน ซึ่งพบในข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ และข้าวโอ๊ต โดยผู้ป่วยจะออกอาการเมื่อรับประทานอาหารที่มีกลูเตนเข้าไปทำให้ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายสร้างสารขึ้นมาต่อต้านซึ่งจะไปทำลายส่วนที่ใช้ดูดซึมสารอาหารในลำไส้เล็ก ทำให้ร่างกายดูดซึมสารอาหารข้าสู่กระแสเลือดไม่ได้ อาการของโรคนี้โดยทั่วไป คือ ท้องบวม และปวด มีอาการท้องร่วงเรื้อรัง น้ำหนักลด อุจาระมีสีซีดและกลิ่นเหม็นเน่า โลหิตจาง เป็นตะคริว เหนื่อยง่าย หากเกิดในทารกจะเจริญเติบโตช้า ปวดกระดูกและข้อต่อขาหมดความรู้สึก เพราะเส้นประสาทถูกทำลาย มีแผลพุพองในปาก มีผื่นคันที่ผิวหนัง เรียกว่า Dermatitis herpetiformis สำหรับผู้หญิงประจำเดือนจะไม่มาเนื่องจากน้ำหนักลด (Pruessner, 1998)

แนวทางในการรักษามีทางเดียวคือ หลีกเลี่ยงอาหารที่มีกลูเตน ดังนั้นจึงมีการ คิดสูตรอาหารที่ปราศจากกลูเตนขึ้นมามากมาย โดยหนึ่งในนั้นคือ ผลิตภัณฑ์ขนมอบในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบ

ปราศจากกลูเตนไดมีการพิจารณาใช้แป้งชนิดอื่นมาทดแทนแป้งสาลีที่มีกลูเตน เช่น แป้งข้าว แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่งและแป้งข้าวโพดโดยเฉพาะแป้งข้าวนั้นเป็นแป้งที่นิยมใช้มากในงานวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบปราศจากกลูเตน เพราะมีคุณสมบัติต่างๆ ที่เหมาะสม คือ ปราศจากกลูเตนมีปริมาณโซเดียม โปรตีนและไขมันน้อยนอกจากนี้ยังมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่ายเป็นปริมาณมากอีกด้วยซึ่งเป็นคุณลักษณะที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพมาก (Nishita et al, 1975)

อาหารที่ปราศจากกลูเตน (Gluten-free diet) จึงเป็นทางเลือกสำหรับผู้ที่เป็นโรคดังกล่าวโดยมีการวิจัยและพัฒนากันอย่างแพร่หลายถึงการนำแป้งที่ปราศจากกลูเตน มาผลิตเป็นอาหารที่ไม่มีกลูเตนเพื่อแทนที่แป้งสาลีในผลิตภัณฑ์นั้นๆ

4. การทดสอบผู้บริโภค (Consumer testing)

การทดสอบผู้บริโภค หมายถึง การทดสอบผลิตภัณฑ์โดยการใช้ผู้บริโภคที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนซึ่งเป็นหรือกำลังจะเป็นผู้ใช้ผลิตภัณฑ์โดยผลิตภัณฑ์เหล่านั้นจะถูกประเมินจากลักษณะ ปรากฏ รสชาติ กลิ่น การสัมผัส และการได้ยิน ส่วนการประเมินทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) คือ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อวัด วิเคราะห์และแปลความ ขณะที่รับความรู้สึก สัมผัสโดยการเห็น การได้ยิน การได้กลิ่น การชิมรส และการสัมผัส คำจำกัดความนี้ได้เป็นที่ยอมรับ และรับรองโดยคณะกรรมการประเมินทางประสาทสัมผัสในองค์กรวิชาชีพต่างๆ เช่น The Institute of Food Technologists (IFT) และ The American Society for Testing and Materials (ASTM) (สุจินดา, 2547) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นระบบจะมีการทดสอบผลิตภัณฑ์กับผู้บริโภค เป็นระยะๆ ผู้บริโภคจะมีบทบาทในการเลือกแนวความคิดผลิตภัณฑ์ (Product concept) การเลือกผลิตภัณฑ์จากสูตรตามความชอบของผู้ทดสอบการประเมินผลผลิตภัณฑ์ขั้นทดลอง (Pilot plant) และทดลองผลิตขั้นโรงงาน (Process line) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นที่ที่ยอมรับของผู้บริโภคจัดว่ามีความสำคัญเนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมานั้นได้รับความสนใจในเชิงพาณิชย์ (ไพโรจน์, 2539)

4.1 ประเภทของการทดสอบผู้บริโภค

แบ่งออกเป็น 4 ประเภทตามสถานที่ที่ใช้ในการทดสอบ(สุจินดา, 2547) ดังนี้

4.1.1 การทดสอบในห้องปฏิบัติการ (Laboratory tests) วิธีนี้จะเป็นการทดสอบในห้องปฏิบัติการ มีข้อดีคือ สะดวกสำหรับนักวิจัย และควบคุมการทดสอบได้ดี แต่มีข้อเสียคือ การทดสอบในห้องปฏิบัติการบางครั้งมีข้อจำกัดทางด้านเวลา ไม่เหมือนการทดสอบจริงจำนวนผู้ทดสอบที่ใช้ประมาณ 50 คน

4.1.2 การทดสอบประเภทสถานที่ชุมชน (Central location test, CLT) วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด การทดสอบอาจทำ 1 ครั้ง หรือมากกว่านั้น และอาจใช้สถานที่ได้หลายๆ ที่นิยมทำการทดสอบในสถานที่ที่มีผู้บริโภคอยู่รวมกันจำนวนมากจำนวนผู้ทดสอบที่ใช้ปกติ คือ 100 คนแต่อาจอยู่ในช่วง 50-300 คน ข้อดีของวิธีนี้คือได้ผู้ทดสอบจำนวนมากที่เป็นผู้บริโภคที่แท้จริง สามารถทดสอบหลายๆ ตัวอย่างได้แต่มีข้อเสีย คือ ข้อจำกัดด้านสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ บางครั้งอาจล่าช้าทำให้ผู้บริโภคไม่รอการทดสอบมีข้อจำกัดด้านเวลา

4.1.3 การทดสอบประเภทห้องปฏิบัติการเคลื่อนที่ (Mobile laboratory test) การทดสอบนี้จะรวมเอาข้อดีของการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และการทดสอบประเภทสถานที่ ชุมชนมาไว้ด้วยกัน การทดสอบทำโดยใช้รถพ่วงทำเป็นห้องทดสอบ และขับเคลื่อนไปจอดในที่ชุมชนที่มีผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายปกติใช้ผู้ทดสอบประมาณ 40-60 คนต่อผลิตภัณฑ์แต่วิธีนี้มีข้อเสีย คือ ค่าใช้จ่ายสูง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.1.4 การทดสอบประเภทใช้ที่บ้าน (Home-use tests) วิธีนี้จะดำเนินการทดสอบที่บ้านของผู้ทดสอบแต่ละคน มีการควบคุมจากนักวิจัย ผู้ทดสอบจะทำการทดสอบภายใต้ สภาวะการบริโภคจริง วิธีนี้มีข้อดี คือ ผลิตภัณฑ์ถูกทดสอบในบ้านจึงเป็นสภาวะจริงของการ บริโภค สามารถได้ข้อมูลการตลาดเพิ่มเติม ข้อเสียของวิธีนี้ คือ ใช้เวลาในเตรียม และการดำเนินงานนาน ขาดการควบคุมในการทดสอบมีต้นทุนในการทดสอบสูง ไม่สามารถทดสอบกับผลิตภัณฑ์ที่เน่าเสียได้ง่าย ผลตอบกลับจากการทดสอบอาจได้รับน้อยกว่าที่ตั้งไว้

4.2 วิธีการสุ่มตัวอย่างในการทดสอบผู้บริโภค

ในการทดสอบผู้บริโภค ขั้นตอนการสุ่มเลือกผู้บริโภคในการทดสอบถือ เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เนื่องจากเป็นการเลือกตัวแทนมาทำการศึกษา และสรุปผลที่ได้ไปยังผู้บริโภคโดยรวม วิธีการสุ่มตัวอย่างแบงออกเป็น 2 ประเภทที่สำคัญ ได้แก่

4.2.1 การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability sampling) เป็นการสุ่มตัวอย่างที่แต่ละหน่วยในตัวอย่างประชากรมีโอกาสที่จะได้รับเลือก และโอกาสที่แต่ละหน่วยข้อมูลจะได้รับเลือกจะต้องทราบ และไม่ใช่ศูนย์วิธีการสุ่มประเภทนี้ที่สำคัญ ได้แก่ การสุ่ม ตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling, SRS) การสุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (Systematic sampling, SYS) การสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Stratified random sampling) การสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster sampling) และการสุ่มตัวอย่างตามพื้นที่ (Area sampling)

4.2.3 การสุ่มตัวอย่างโดยไม่ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Nonprobability sampling) การสุ่มตัวอย่างนี้มีลักษณะที่สำคัญคือไม่ได้กำหนดโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่กลุ่มตัวอย่างจะถูกเลือกมาจากประชากรทั้งหมด จึงไม่สามารถประมาณความคลาดเคลื่อนจากการสุม ตัวอย่าง อย่างไรก็ตามการสุ่มวิธีนี้นิยมใช้กันอย่างแพรหลายในงานวิจัยจริง เนื่องจากเลือกตัวอย่าง ผู้ทดสอบได้อย่างสะดวก การสุ่มตัวอย่างในลักษณะนี้ที่นิยมใช้ คือ การสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความสะดวก (Convenience sampling) การสุ่มตัวอย่างโดยใช้วิจารณญาณ (Judgment sampling) การสุ่ม ตัวอย่างโดยกำหนดโควต้า (Quota sampling) และการสุ่มตัวอย่างแบบก้อนหิมะ (Snowball sampling) (ศิริวรรณ และคณะ, 2541)

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
BAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.3 วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสในการทดสอบผู้บริโภค

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค แบ่งได้ 2 วิธี คือ วิธีการเชิง คุณภาพ เช่น การสัมภาษณ์แบบกลุ่ม และวิธีการเชิงปริมาณ (สุจินดา, 2547) ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงปริมาณในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งข้าวจ้าวผสมโปรตีนสกัดจากกากงาดำโดยใช้วิธี Hedonic scale method ซึ่งเป็น วิธีที่นิยมใช้มากที่สุดในการทดสอบการยอมรับเริ่มคิดค้นในช่วงปี ค.ศ.1940 โดย Peryam และ Pilgrim โดยระดับคะแนนที่ใช้วัดจะเป็น 5 7 และ 9 คะแนน (Peryam and Pilgrim, 1957) ซึ่งใน งานวิจัยนี้ใช้ระดับคะแนนที่ 9 คะแนน โดยที่ 1 เท่ากับไม่ชอบมากที่สุด 5 เท่ากับ บอกไม่ได้ว่าชอบ หรือไม่ชอบ และ 9 เท่ากับชอบมากที่สุด

4.4 การทดสอบผู้บริโภค

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ถือว่ามีความสำคัญ เพราะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมาได้รับความสำเร็จการที่ผู้บริโภคจะยอมรับผลิตภัณฑ์ หรือไม่นั้นสามารถศึกษาได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่แสดงออกของตัวแทนผู้บริโภคเป้าหมาย (ศิริลักษณ์, 2525) การทดสอบเป็นการทดสอบ หรือการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ การยอมรับของผู้บริโภคขึ้นอยู่กับระดับความชอบ ตัวอย่างที่มีการยอมรับมากกว่าผู้บริโภคจะชอบมากกว่าอย่างแน่นอน ผู้บริโภคจะใช้ความรู้สึกส่วนตัวในการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยไม่ได้รับการฝึกฝนจึงต้องใช้ผู้บริโภคเป็นจำนวนมากพอ ตั้งแต่ 50

คนขึ้นไป เพื่อให้ผลที่ได้เป็นตัวแทนของผู้บริโภคจริงๆ ได้ค่าที่สรุปและผลวิเคราะห์ทางสถิติเป็นที่น่าพอใจ (ไพโรจน์, 2539)

5. งานวิจัยในประเทศ

กนกวรรณ (2549) ได้พัฒนามัฟฟินโดยใช้แป้งข้าวกล้องหมอมะลิให้มีพลังงานและสารอาหารที่จำเป็นเพียงพอสำหรับอาหารเช้าที่ผู้บริโภคยอมรับ พบว่าสูตรที่เหมาะสม ประกอบด้วยแป้งข้าวกล้อง ร้อยละ 27.78 ผงฟู ร้อยละ 0.90 กลือป่น ร้อยละ 0.25 น้ำตาลทรายป่น ร้อยละ 3.70 แลคทิทิล ร้อยละ 4.55 ไข่แดง ร้อยละ 2.75 ไข่ขาว ร้อยละ 14.36 เนยสด ร้อยละ 5.26 โยเกิร์ต ร้อยละ 14.99 นมผง ร้อยละ 4.86 งาดำอบหืบ น้ำมัน ร้อยละ 6.61 อินนูลิน ร้อยละ 2.73 อะซีซัลเฟรม ร้อยละ 0.052 โซเดียมเฟอรัสซิเตรท ร้อยละ 0.02 และน้ำ ร้อยละ 11.19 โดยผู้บริโภคชอบคุณภาพโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง สามารถเก็บไว้ที่อุณหภูมิแช่เย็นได้นาน 7 วัน

รุจิรา และคณะ (2543) ศึกษาการใช้แป้งข้าวทดแทนแป้งสาลีในการทำผลิตภัณฑ์เค้กและคุกกี้ โดยใช้แป้งจากข้าวจ้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 กข 23 และ เหลืองประทิว 123 พบว่าคุกกี้จากแป้งข้าวโม่แห้งของพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 มีคุณภาพด้อยกว่าคุกกี้แป้งข้าวชนิดอื่น สำหรับคุกกี้แป้งข้าวโม่น้ำไม่ว่าจะเตรียมจากข้าวพันธุ์ใดก็ตามจะมีคุณภาพค่อนข้างใกล้เคียงกับคุกกี้แป้งสาลี คุกกี้แป้งข้าวมีเนื้อหยาบกว่าคุกกี้แป้งสาลีเล็กน้อย เมื่อวางทิ้งไวในสภาพห้องที่มีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 77-84 นาน 6 ชม. คุกกี้ แป้งข้าวจะอ่อนตัวเร็วกว่าคุกกี้แป้งสาลีเพื่อปรับปรุงคุณภาพคุกกี้แป้งข้าวควรโม่แป้งให้ละเอียดอย่างน้อย 140 เมช และการเติมแป้งพรีเจล (Pre-gel) ของข้าวเพื่อชะลอการอ่อนตัวของคุกกี้ให้ช้าลง

วนิดา (2546) ทำศึกษาการใช้แป้งมันสำปะหลังพันธุ์หวานทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์มัฟฟิน ซึ่งสามารถใช้แป้งมันสำปะหลังทดแทนได้ถึงร้อยละ 50 ของน้ำหนักแป้ง และผลิตภัณฑ์ที่ไดจะมีปริมาตรจำเพาะลดลง เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนของแป้งมันสำปะหลังมากขึ้น เมื่อทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าอยู่ในระดับปานกลาง

อภิญญา และอมรรัตน์ (2548) ศึกษาการผลิตคุกกี้เสริมใยอาหารจากข้าวโอตและข้าวฟ่างโดยการเสริมแป้งข้าวโอ๊ตและแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0, 15, 25, 35 และ 45 ของน้ำหนักแป้งสาลีคุกกี้ที่เสริม แป้งข้าวโอ๊ตในปริมาณร้อยละ 35 ได้รับการยอมรับในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความกรอบ และ ความชอบโดยรวมมากที่สุด และคุกกี้ที่เสริมแป้งข้าวฟ่างปริมาณร้อยละ 25 ไดรับการยอมรับในด้านสี กลิ่นรสชาติ เนื้อสัมผัส ความกรอบ และความชอบโดยรวมมากที่สุด

ภัทรภณ และคณะ (2550) ศึกษาการนำแป้งข้าวกล้องสีนิลแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ ผลการทดสอบพบว่า เมื่อปริมาณแป้งข้าวกล้องสีนิลเพิ่มมากขึ้น ค่าความสว่างของคุกกี้ลดลงเนื่องจากแป้งข้าวกล้องสีนิลมีลักษณะเป็นสีแดงอมชมพู ซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของแป้งข้าวกล้องสีนิลทำให้ค่าความสว่างนั้นมีน้อย ส่วนค่าสีแดงนั้นเมื่อปริมาณแป้งเพิ่มมากขึ้นค่าสีแดงเพิ่มขึ้นด้วยเนื่องจากแป้งข้าวกล้องสีนิลมีลักษณะเป็นสีแดง ส่วนค่าสีเหลืองนั้นจะมีค่าที่ลดลง เนื่องจากคุกกี้มีสีค่อนข้างจะเป็นสีแดงอมน้ำตาลเมื่ออบเสร็จแล้ว

สถิรัตต์ (2550) ได้ศึกษาการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องหอมมะลิในมัฟฟิน พบว่าสามารถใช้แป้งข้าว กล้องแทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์มัฟฟินได้ถึง ร้อยละ 80 โดยผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบให้ด้านต่าง ๆ ไม่แตกต่างจากมัฟฟินสูตรมาตรฐาน

อังคาร (2552) ได้ทำการพัฒนาชอคโกแลตมัฟฟินจากฟล่าวมันสำปะหลัง พันธุ์ห้วยบง 80 วางแผนการทดลองแบบ Mixture design ศึกษา 3 ปัจจัย คือ น้ำตาลไอซิ่ง ไข่ และเนย จากการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วยแป้งมันสำปะหลัง

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
RA PHAPHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พันธุ์ห้วยบง 80 ร้อยละ 22.95 น้ำตาลไอซิ่งร้อยละ 24.00 ผงโกโก้ร้อยละ 4.05 เบกกิ้งพาวเดอร์ร้อยละ 1.34 เกลือร้อยละ 0.14 วานิลลาร้อยละ 0.54 เนยร้อยละ 21.30 และไข่ร้อยละ 24.84 เมื่อนำมาทดสอบความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.11

พรอมลักษณ์ และคณะ (2555) ศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องสินเหล็กโดยแปรอัตราส่วนแป้งข้าวกล้องสินเหล็กต่อแป้งสาลีเป็น 0:100, 20:80, 40:60, 60:40 และ 80:20 พบว่าเมื่ออัตราส่วนของแป้งข้าวกล้องสินเหล็กสูงขึ้น คุกกี้มีค่าแรงกดแตกสูงขึ้น ($p<0.05$) แต่อัตราการแผ่ขยายตัวลดลง ($p<0.05$) เมื่อวิเคราะห์ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าคุกกี้ที่ใช้อัตราส่วน 40:60 ได คะแนนด้านสีกลิ่นข้าวรสหวานรสเค็ม ความแข็งความร่วนและการยอมรับรวมสูง และไม่แตกต่างจากการใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวกล้องสินเหล็กต่อแป้งสาลีเป็น 20:80 ($p>0.05$) ซึ่งมีคะแนนการยอมรับ ทางด้านประสาทสัมผัสในทุกด้านสูงสุด

จิระนาถ (2556) ศึกษาผลของแป้งปราศจากกลูเตนชนิดต่างๆ ต่อคุณภาพทางด้านกายภาพและประสาทสัมผัสของคุกกี้ปราศจากกลูเตนได้แก่ งาดำป่น แป้งลูกเดือย แป้งถั่ว แดง แป้งถั่วเหลือง แป้งกล้วยหอม แป้งข้าวสีนิล และแป้งมันต่อเผือก ผลการศึกษาพบว่าคุกกี้ที่ทำจากแป้งกล้วยหอม แป้งข้าวสีนิล และแป้งมันต่อเผือก มีลักษณะทางกายภาพและประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับคุกกี้สูตรควบคุม (แป้งสาลี) จึงเลือกแป้งทั้ง 3 ชนิดนี้ไปศึกษาต่อเพื่อหาสูตรที่เหมาะสมของคุกกี้ปราศจากกลูเตน โดยใช้แผนการทดลองแบบ Mixture design พบว่าแป้งมันต่อเผือกและแป้งข้าวสีนิลมีอิทธิพลต่อค่าความแข็ง ความกรอบ และความร่วนของคุกกี้ ขณะที่แป้งกล้วยหอมและแป้งข้าวสีนิลจะมีอิทธิพลต่อความชอบโดยรวมของคุกกี้ด้วย จากผลการทดสอบทำให้ได้สูตรที่เหมาะสมกับคุกกี้ปราศจากกลูเตน 2 สูตร คือสูตรที่ใช้ แป้งมันต่อเผือก : แป้งกล้วยหอม : แป้งข้าวสีนิล ที่อัตราส่วน 0 : 67 : 33 และ 8 : 62 : 30 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ เมื่อนำทั้ง 2 สูตร ไปทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบจากผู้บริโภคทางด้านความชอบ ด้านสีกลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมมากกว่า คือสูตรที่มีอัตราส่วนของแป้งมันต่อเผือก : แป้งกล้วยหอม : แป้งข้าวสีนิล 0:67: 33

ธีรนุช และจันทร์จนา (2556) ศึกษาสูตร คุณภาพทางเคมี การยอมรับของผู้บริโภค และ ต้นทุนการผลิตของ มัฟฟินเนื้อตาลสุก และมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของมัฟฟิน 100 กรัม พบว่ามัฟฟินเนื้อตาลสุกประกอบด้วยความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 25.75, 5.56, 13.50, 2.32, 0.72 และ 52.15 ตามลาดับ มีพลังงานทั้งหมด 352.34 กิโลแคลอรี่ และเบต้าแคโรทีน 102.53 ไมโครกรัมส่วนมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลมีร้อยละ 38.20 3.75 10.22 1.75 1.01 และ 45.07 ตามลำดับ มีพลังงานทั้งหมด 287.26 กิโลแคลอรี่ และเบต้าแคโรทีน 94.11 ไมโครกรัม จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคพบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบมัฟฟิน เนื้อตาลสุกในระดับชอบมาก และให้การยอมรับร้อยละ 96 ส่วนมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลนั้น ผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมากผู้บริโภคทั้งหมด (ร้อยละ100) ยอมรับมัฟฟินนี้โดยมัฟฟินเนื้อตาลสุกและมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาลมีต้นทุนการผลิตต่อชิ้นเท่ากับ1.49 บาท และ 3.70 บาท ตามลำดับ

เจตนิพัทธ์ และจักราวุธ (2556) ได้ศึกษาหาปริมาณที่เหมาะสมของกากบีทรูทที่เสริมลงในมัฟฟินแบบอเมริกัน โดย จัดการทดลองในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ เพื่อศึกษาผลของการเสริมกากบีทรูทในมัฟฟิน 4 ระดับ คือ ร้อยละ 0 5 10 และ 15 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด พบว่า การเพิ่มขึ้นของปริมาณกากบีทรูททาให้ผลิตภัณฑ์มัฟฟิน มี ค่าความสว่าง และค่าสีเหลืองลดลง ในขณะที่ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น สำหรับเนื้อสัมผัส มีค่าความแข็ง และค่าการเกาะติด ลดลง แต่มีค่าความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น จากผลการให้คะแนนความชอบแบบให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ พบว่า ปริมาณที่เหมาะสมของกากบีทรูทที่เสริมในมัฟฟิน คือ ร้อยละ 10 และ

250885

องค์ประกอบทางเคมีประกอบด้วย ปริมาณความชื้น ร้อยละ 26.66 โปรตีนร้อยละ 24.63 ไขมันร้อยละ 11.43 เถ้าร้อยละ 1.40 เยื่อใยร้อยละ 0.92 ใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำร้อยละ 1.34 และปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดร้อยละ 55.88 มีปริมาณพลังงานทั้งหมด 344.91 กิโลแคลลอรี่ ปริมาณพลังงานจากไขมัน 102.87 กิโลแคลลอรี่ และมีปริมาณแอนไซยานินร้อยละ 0.37

อภิญญา (2557) ได้ศึกษาผลของการใช้ผงฟู (7.5 และ 15% โดยน้ำหนักแป้ง) และไข่ (30 และ 60% โดยน้ำหนักแป้ง) ต่อคุณภาพของมัฟฟินแป้งข้าวกล้องงอก จากการศึกษาพบว่ามัฟฟินแป้งข้าวกล้องงอกทุกสูตร มีค่า L* (ความสว่าง) ต่ำกว่า และมีค่า a* (สีแดง) สูงกว่ามัฟฟินแป้งสาลีสูตรควบคุม มัฟฟินแป้งข้าวกล้องงอก ที่ใช้ผงฟูในปริมาณเพิ่มขึ้นมีค่า L* (ความสว่าง) เพิ่มขึ้น ($p<0.05$) ส่วนค่า a* (สีแดง) และ b* (สีเหลือง) ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ขณะที่มัฟฟินแป้งข้าวกล้องงอกที่ใช้ไข่ในปริมาณเพิ่มขึ้น มีค่า L* ลดลงค่า a* และ b* เพิ่มขึ้น ($p<0.05$) มัฟฟินแป้งข้าวกล้องงอกที่ใช้ผงฟูและไข่ในปริมาณเพิ่มขึ้น มีค่าความหนาแน่น ค่า Hardness ค่า Gumminess และ ค่า Chewiness ลดลง ค่าปริมาตรจำเพาะ และการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการอบ ค่า Cohesiveness และ Springiness เพิ่มขึ้น ($p<0.05$) มัฟฟินแป้งข้าวกล้องงอกที่ใช้ผงฟูและไข่ในปริมาณเพิ่มขึ้น มีคะแนนความชอบในทุกด้านเพิ่มขึ้น ซึ่งมัฟฟินแป้งข้าวกล้องงอกสูตร 15/60 ได้รับคะแนนความชอบในทุกด้านสูงสุดรองจากมัฟฟินแป้งสาลีสูตรควบคุม

6. งานวิจัยต่างประเทศ

Demirkesen และคณะ (2010) รายงานว่า กลูเตนเป็นสิ่งสำคัญในการกักเก็บก๊าซเอาไว้ซึ่งเป็นที่ต้องการต่อปริมาตรและลักษณะเนื้อสัมผัสของโด เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโครงร่างโปรตีนที่แข็งแรงซึ่งเป็นที่ต้องการในการรักษาความเหนียวของโด กลูเตนินและโปรลามิน (prolamin) เป็นส่วนประกอบหลักในกลูเตนในขณะที่โปรลามินจะให้ความเหนียวและความสามารถในการขยายตัวของโด ส่วนกลูเตนินจะมีหน้าที่ให้คุณสมบัติยืดหยุ่นและเกาะติดกันของโดกลูเตนนั้นไม่ได้มีความสำคัญเพียงแค่ในเรื่องของลักษณะที่ปรากฏเท่านั้น แต่ยังมีส่วนช่วยในโครงร่างของเนื้อขนมปังที่ทำจากธัญพืชอีกด้วย

Renzetti และคณะ (2008) รายงานว่า กลูเตนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญสำหรับ คุณภาพทั้งหมดและโครงร่างของขนมปังเช่นเดียวกับ Sivaramakrishnan และคณะ (2004) ได้นำเสนอว่ากลูเตนเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในการเกิดโครงร่างโปรตีนสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ

Sabanis และคณะ (2009) รายงานว่า โรคภูมิแพ้กลูเตน เป็นความผิดปกติเรื้อรังของลำไส้เล็กมีสาเหตุมาจากกลูเตนที่มีผลเฉพาะทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ต่อต้านกรดอะมิโนที่พบในโปรลามินของข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ และข้าวไรย์ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอันตรายต่อส่วนของวิลไล (Villi) ในลำไส้เล็กที่เกี่ยวข้องกับการดูดซึมสารอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับ Demirkesen และคณะ (2010) ที่กล่าวว่า โรคภูมิแพ้กลูเตนเป็นความผิดปกติเกี่ยวกับการย่อยซึ่งเป็นอันตรายต่อวิลไล (Villi) ในลำไส้เล็กที่มีหน้าที่ดูดซึมสารอาหาร เนื่องจากจะเกิดปฏิกิริยาการสร้างภูมิคุ้มกันต่อกลูเตน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3. วิธีดำเนินการวิจัย
4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

แต่ละหัวข้อมีรายละเอียด ดังนี้

1. วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี

1.1 **วัสดุอุปกรณ์**

- แป้งสาลีเอนกประสงค์
- แป้งไรซ์เบอรี่
- ไข่ไก่
- เนยสด
- นมข้นจืด
- เนยขาว
- กลิ่นวนิลา
- ผงฟู
- เกลือป่น
- น้ำตาล
- เครื่องปั่นผสม
- เครื่องอบ

1.2 สารเคมี

- FolineCiocalteu's reagent
- Sodium potassium tartrate
- Copper (II) Sulphate
- Sodium hydroxide
- Methylene blue

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้ทดสอบชิมทั่วไป โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 จำนวน 35 คน และกลุ่มที่ 2 จำนวน 120 คน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของแป้งไรซ์เบอรี่ และแป้งสาลี

1) Proximate composition คือ โปรตีน (Official Method No.950.36), ไขมัน (Official Method No.935.38), reducing sugar (Official Method No.975.14), total dietary fiber (Official

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Method No.958.29), เถ้า (Official Method No.930.22) และ water content (Official Method No.926.5) โดยใช้วิธีตามมาตรฐาน AOAC (2000)

2) Determination of total phenolic content โดยใช้วิธี spectrophotometrically by using FolineCiocalteu's reagent (Singleton, Orthofer, & Lamuela-Raventos, 1999).

3.2 พัฒนาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ผลิตจากแป้งไรซ์เบอรี่ โดยนำแป้งไรซ์เบอรี่มาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์มัฟฟินในปริมาณร้อยละ 100 ของน้ำหนักแป้งในการทำมัฟฟินโดยใช้สูตรในการทำมัฟฟินโดยมีมัฟฟินสูตรควบคุมคือใช้แป้งสาลีร้อยละ 100 จากนั้นนำมัฟฟินทั้ง 2 สูตร มาทดสอบ ดังนี้

1) Proximate composition คือ โปรตีน (Official Method No.950.36), ไขมัน (Official Method No.935.38), น้ำตาลรีดิวซ์ (Official Method No.975.14), เยื่อใย (Official Method No.958.29), เถ้า (Official Method No.930.22) และความชื้น (Official Method No.926.5) โดยใช้วิธีตามมาตรฐาน AOAC (2000)

2) Determination of total phenolic content โดยใช้วิธี spectrophotometrically by using FolineCiocalteu's reagent (Singleton, Orthofer, & Lamuela-Raventos, 1999).

3) วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไป จำนวน 35 คน สำหรับการทดสอบด้านสี ขนาด กลิ่น และด้านความชอบโดยรวม ด้วยแบบทดสอบความชอบ hedonic Scale 9 ระดับ (1=ชอบน้อยที่สุดและ9=ชอบมากที่สุด) สวนการทดสอบด้านระดับความเข้มของความหวาน ความแข็ง ความร่วน ความเหนียวติดฟัน ความขม และความกรอบ ใช้การทดสอบแบบระดับความเขม scoring test 9 ระดับ (1=น้อยที่สุด และ 9=มากที่สุด)

3.3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค (Consumer Test) ต่อสูตรมัฟฟินที่ผลิตจากแป้งไรซ์เบอรี่ที่เหมาะสม นำมัฟฟินที่ผลิตจากแป้งไรซ์เบอรี่ ที่พัฒนาได้มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดย ใช้ผู้ทดสอบชิมคือผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 120 คน ทดสอบความชอบด้านสี กลิ่น ความกรอบ รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยใช้แบบการทดสอบความชอบ hedonic scale 7 ระดับ (1 = ชอบน้อยที่สุด และ 7 = ชอบมากที่สุด)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลผลการวิเคราะห์ นำมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จ SPSS version 21 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย One-Way ANOVA

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของแป้งไรซ์เบอรี่ และแป้งสาลี

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งไรซ์เบอรี่ และแป้งสาลี

	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)					
	ความชื้น	เถ้า	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์
แป้งข้าวไรซ์เบอรี่	10.94±0.02	1.13±0.04	8.34±0.03	0.91±0.04	2.73±0.05	30.02
แป้งสาลี	11.96±0.04	0.74±0.01	11.87±0.02	1.15±0.04	0.35±0.05	0.43

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของแป้งไรซ์เบอรี่ และแป้งสาลี ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งพบว่าองค์ประกอบทางเคมีของแป้งไรซ์เบอรี่ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน และไขมันมีค่าต่ำกว่าแป้งสาลี ซึ่งปริมาณโปรตีนในแป้ง เป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ (Supatchalee and et al, 2015) สำหรับปริมาณเถ้า ปริมาณเยื่อใย มีค่าสูงกว่าแป้งสาลี เนื่องมาจากในแป้งไรซ์เบอรี่มีปริมาณเยื่อใยและปริมาณสารอาหารที่ถูกเก็บไว้ ได้แก่ กลุ่มคาร์โบไฮเดรตที่ถูกย่อยสลายเป็นโมเลกุลเล็กลง เช่น กลูโคส ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในแป้งไรซ์เบอรี่มีปริมาณสูงกว่าแป้งสาลี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hussein and et al., 1976 ที่ตรวจพบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของแป้งสาลี มีปริมาณเท่ากับร้อยละ 0.49 และงานวิจัยของ Ohtsubo and et al., 2005 ที่ตรวจพบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ผลิตจากแป้งสาลีและแป้งข้าวกล้อง พบว่าขนมปังที่ผลิตจากแป้งข้าวกล้องมีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์สูงกว่าแป้งสาลีร้อยละ 30

ตารางที่ 4.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของแป้งไรซ์เบอรี่ และแป้งสาลี

	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (TPC) (mgGAE/g)
แป้งข้าวไรซ์เบอรี่	1.15±0.02
แป้งสาลี	1.10±0.05

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของแป้งไรซ์เบอรี่ และแป้งสาลี พบว่า ในแป้งไรซ์เบอรี่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกที่สูงกว่าแป้งสาลี เนื่องมาจากในแป้งไรซ์เบอรี่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าแป้งสาลี (ชื่นจิต, มปป.) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ M (2015) ที่ศึกษาองค์ประกอบสารประกอบฟีนอลิกในพันธุ์ข้าวสาลีดูรัมในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน พบว่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของแป้งสาลี เมื่อใช้อุณหภูมิที่สูงและมีการเก็บรักษาที่ระยะเวลานานขึ้นจะส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกลดลง และปัจจยา และคณะ (2556) รายงานว่า ค่าสารประกอบฟีนอลิกรวม (TPC), การวิเคราะห์การเป็นสารต้านออกซิเดชัน (DPPH) และ ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของอาหาร (ORAC) ของ Unprocessed Riceberry flour (URF) และ Pregelatinized Riceberry flour (PRF) ที่อุณหภูมิบาร์เรลแตกต่างกัน เมื่ออุณหภูมิบาร์เรลเพิ่มขึ้นค่า TPC จะลดลง ซึ่งผลการทดลองคล้ายกับการศึกษาของ Sharma and et al. (2012) ซึ่งเผยให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบาร์เรลจาก 150 ถึง 180 องศาเซลเซียส โดยข้าวบาเลย์ที่ผ่านเครื่องอัดเกลียวมีค่าลดลง ซึ่งการลดลงของ TPC อาจเป็นเพราะสารประกอบฟีนอลิกที่เปลี่ยนแปลงเพราะความร้อนและมีความทนน้อยต่อความร้อน นอกจากนี้ความร้อนที่

มากกว่า 80 องศาเซลเซียส อาจทำลายหรือเปลี่ยนแปลงธรรมชาติของสารประกอบ (Zielinski and et al., 2001).

4.2 พัฒนาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์มัฟฟินแป้งไรซ์เบอรี่

โดยนำแป้งไรซ์เบอรี่ร้อยละ 100 มาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์มัฟฟินในปริมาณร้อยละ 100 ของน้ำหนักแป้งในการทำมัฟฟินโดยใช้สูตรในการทำมัฟฟิน ดังแสดงตารางที่ 4.3 โดยมีมัฟฟินสูตรควบคุมคือใช้แป้งสาลีร้อยละ 100 จากนั้นนำมาทดสอบ ดังนี้

ตารางที่ 4.3 สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์มัฟฟิน

ส่วนผสม	ร้อยละ
แป้งไรซ์เบอรี่	33.32
นมข้นจืด	11.16
ไข่ไก่	15.24
น้ำตาลทรายป่น	18.60
เนยสด	9.30
เนยขาว	9.30
กลิ่นวนิลา	0.95
ผงฟู	1.67
เกลือป่น	0.46

ที่มา: ดัดแปลงจากวนิดา (2546)

4.2.1 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดของของผลิตภัณฑ์มัฟฟินแป้งไรซ์เบอรี่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.4 องค์ประกอบทางเคมีของของผลิตภัณฑ์มัฟฟินไรซ์เบอรี่

	องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)					
	ความชื้น	เถ้า	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์
มัฟฟินไรซ์เบอรี่	11.53±0.05	1.45±0.04	8.32±0.16	1.40±0.05	1.95±0.04	40.42

จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ของผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ผลิตจากแป้งไรซ์เบอรี่ พบว่า ค่าความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และเยื่อใย เท่ากับร้อยละ 11.53 8.32 1.45 และร้อยละ1.95 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับรายงานการวิจัยของ เจตนิพัทธ์และจักราวุธ (มปป.) พบว่า ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมันของผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ผลิตจากแป้งสาลีมีค่าสูงกว่าผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ผลิตจากแป้งไรซ์เบอรรี่ ในขณะที่ปริมาณเถ้าและ เยื่อใยของผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ผลิตจากแป้งไรซ์เบอรี่มีค่าสูงกว่าผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ผลิตจากแป้งสาลี โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 23.86 26.71 และร้อยละ 13.61 ตามลำดับ ธีรนุช และจันทร์จนา (2555) รายงานผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีของมัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล พบว่า ผลิตภัณฑ์มัฟฟินมีองค์ประกอบส่วนใหญ่

คือ คาร์โบไฮเดรต และความชื้น เท่ากับร้อยละ 45.07 และร้อยละ 38.20 โดยมัฟฟิน 100 กรัม จะมีพลังงานทั้งหมด 287.26 กิโลแคลอรี่ และการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่ผลิตจากแป้งไรเบอร์รี่ พบว่า มีค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อาจมาจากองค์ประกอบของส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์มัฟฟิน เช่น ไขมันจากเนย โปรตีนจากไข่ไก่ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ พัชรีย์ และคณะ (มปป.) พบว่าน้ำตาลรีดิวซ์มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นแปรผันตามการเพิ่มปริมาณโยเกิร์ต เนื่องจากมีส่วนผสมจากนมผงและน้ำลูกเดือย ในส่วนของนมผงประกอบด้วย โปรตีนเคซีนและน้ำตาลแลคโตส ซึ่งในกระบวนการผลิตโยเกิร์ตสภาพความเป็นกรดจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแลคติคมีการเจริญและใช้น้ำตาลแลคโตสเป็นวัตถุดิบเริ่มต้น นอกจากจะได้กรดแลคติคเป็นผลผลิตแล้ว กรดแลคติคที่ได้ยังสามารถไฮโดรไลซ์น้ำตาลแลคโตสในนมผงและแป้งบางชนิดที่อยู่ในลูกเดือย ให้กลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเช่นกลูโคสได้ ดังนั้นจึงส่งผลทำให้การเพิ่มปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ในโยเกิร์ตมีค่าสูงขึ้นด้วย

ตารางที่ 4.5 ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดของของผลิตภัณฑ์มัฟฟินไรซ์เบอรี่

	ปริมาณสารประกอบฟินอลิก (TPC) (mgGAE/g)
มัฟฟินไรซ์เบอรี่	1.49±0.03

การศึกษาปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดของของผลิตภัณฑ์มัฟฟินแป้งไรซ์เบอรี่ พบว่ามีค่า TPC เพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 1.49 เนื่องมาจากผลของอุณหภูมิของการอบผลิตภัณฑ์ส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟินอลิกมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดกระบวนการทำลายพันธะเอสเตอร์ระหว่างกรดฟินอลิกและองค์ประกอบของผนังเซลล์ (ธนัญชนก, มปป.) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kim and et al. (2011) ที่ศึกษากระบวนการคั่วต่อถั่วเหลืองเมล็ดเล็ก ซึ่งปริมาณฟินอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่ผ่านการคั่ว เนื่องจากอุณหภูมิของกระบวนการมีผลให้เยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์แตกเกิดการปลดปล่อยสารประกอบฟินอลิกที่ละลายน้ำได้จากพันธะเอสเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.2.2 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไป จำนวน 35 คน สำหรับการทดสอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และด้านความชอบโดยรวม ด้วยแบบทดสอบความชอบ hedonic Scale 7 ระดับ (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 7 = ชอบมากที่สุด)

ตารางที่ 4.6 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินไรซ์เบอรี่

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ย
สี	4.9
กลิ่น	4.7
รสชาติ	5.0
ความชอบโดยรวม	5.1

จากตารางที่ 4.6 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไป จำนวน 35 คน สำหรับการทดสอบด้านสี กลิ่น และด้านความชอบโดยรวม ด้วยแบบทดสอบความชอบ hedonic Scale 7 ระดับ (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 7 = ชอบมากที่สุด) พบว่า ผู้ทดสอบชิมมีความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และด้านความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบน้อยที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ย 4.9, 4.7, 5.0 และ 5.1 ตามลำดับ

4.3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อสูตรมัฟฟินไรซ์เบอรี่ที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.7 คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัส

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ย
ความหวาน	4.6
ความแข็ง	3.9
ความเหนียวติดฟัน	4.4
ความขม	4.3
ความกรอบ	4.6

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไป จำนวน 35 คน สำหรับการทดสอบด้านระดับความเข้มของความหวาน ความแข็ง ความร่วน ความเหนียวติดฟัน ความขม และความกรอบ ใช้การทดสอบแบบระดับความเข้ม hedonic Scale 7 ระดับ (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 7 = ชอบมากที่สุด) โดยผู้ทดสอบชิมมีความชอบด้านความแข็ง ความเหนียวติดฟัน และความขมอยู่ในระดับเฉยๆ โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.9, 4.4 และ 4.3 ตามลำดับ และมีความชอบด้านความหวาน และความกรอบอยู่ในระดับชอบน้อยที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 ทั้งสองด้าน สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ กนกวรรณ (2549) ที่พัฒนามัฟฟินโดยใช้แป้งข้าวกล้องหอมมะลิ พบว่า ผู้บริโภคชอบคุณภาพโดยรวมของผลิตภัณฑ์ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลางทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้ทดสอบชิมยังไม่คุ้นชินกับผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีการพัฒนาขึ้น

ตารางที่ 4.8 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของมัฟฟินไรซ์เบอรี่

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ย
สี	4.2
กลิ่น	3.6
ความกรอบ	4.1
รสชาติ	4.6
ความชอบโดยรวม	5.0

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อสูตรมัฟฟินไรซ์เบอรี่ที่เหมาะสม นำมัฟฟินที่ผลิตจากแป้งไรซ์เบอรี่ ที่พัฒนาได้มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิม คือผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 120 คน ทดสอบความชอบด้านสี กลิ่น ความกรอบ รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยใช้แบบการทดสอบความชอบ hedonic scale 7 ระดับ (1 = ไม่ชอบมากที่สุด และ 7 = ชอบมากที่สุด) พบว่า คุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภคยอมรับในด้านสี กลิ่น และความกรอบ อยู่ในระดับความชอบเฉยๆ โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.2, 3.1 และ 4.1 ตามลำดับ ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบชิมมีความชอบอยู่ในระดับชอบน้อยที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 และ 5.0 สอดคล้องกับรายานการวิจัยของปัศนีย์ และคณะ (มปป.) ที่ศึกษาการผลิตมัฟฟินที่มีส่วนผสมของ แป้งสาลี กัวกัม ผงฟู น้ำตาลทราย น้ำเชื่อมฟรุกโตส ไข่ไก่ นมสด และเนยสดในปริมาณร้อยละ 4 9.68 0.51 58.3 1.79 22.05 3.58 22.5 12.05 และ 22.05 ตามลำดับ เมื่อนำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิม 30 คน ผู้บริโภคให้การยอมรับอยู่ในระดับปานกลาง โดยอภิญญา (2557) รายงานผลของผลิตภัณฑ์มัฟฟินแป้งข้าวกล้องงอกที่ใช้

ผงฟูและไข่ในปริมาณเพิ่มขึ้น มีคะแนนความชอบในทุกด้านเพิ่มขึ้น ซึ่งมัฟฟินแป้งข้าวกล้องงอกสูตร 15/60 ได้รับคะแนนความชอบในทุกด้านสูงสุดรองจากมัฟฟินแป้งสาลีสูตรควบคุม และจุฑารัตน์ และลัดดาวัลย์ (2546) ทำการพัฒนาสูตรมัฟฟินพื้นฐานมาเป็นผลิตภัณฑ์มัฟฟินเจ โดยพบว่าสูตรที่กลุ่มผู้ทดลองชิมให้การยอมรับ ประกอบด้วย แป้งสาลีอเนกประสงค์ 30.96% ผงฟู 0.21% โซเดียมไบคาบอเนต 0.25% น้ำตาล 18.57% น้ำมันถั่วเหลือง 18.57% นมถั่วเหลือง 30.64% แป้งถั่วเหลือง 0.80% และกลิ่นวนิลา 0.62% ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะคล้ายกับสูตรพื้นฐาน โดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการยอมรับในระดับปานกลาง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์มัฟฟินไรซ์เบอรี่ ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อสูตรผลิตภัณฑ์มัฟฟินไรซ์เบอรี่ เปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมี และการยอมรับของผู้บริโภคต่อมัฟฟินที่ผลิตจากแป้งสาลี และมัฟฟินไรซ์เบอรี่ พบว่า

5.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งไรซ์เบอรี่ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน และไขมันมีค่าต่ำกว่าแป้งสาลี ส่วนปริมาณเถ้า ปริมาณเยื่อใย ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ และปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดมีค่าสูงกว่าแป้งสาลี

5.1.2 ผลิตผลิตภัณฑ์มัฟฟินแป้งไรซ์เบอรี่โดยดัดแปลงจากสูตรพื้นฐานของวนิดา (2546) จากนั้นทำการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมด (TPC) ของผลิตภัณฑ์มัฟฟินแป้งไรซ์เบอรี่ พบว่า คุณสมบัติทางเคมี ของผลิตภัณฑ์มัฟฟินไรซ์เบอรี่ ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน และเยื่อใย เท่ากับร้อยละ 11.53 8.32 1.45 และร้อยละ 1.95 ตามลำดับ และตรวจสอบปริมาณสารประกอบฟินอลิกทั้งหมดของของผลิตภัณฑ์มัฟฟินไรซ์เบอรี่ พบว่ามีค่า TPC เพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 1.49

5.1.3 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อสูตรผลิตภัณฑ์มัฟฟินไรซ์เบอรี่โดยใช้ผู้ทดสอบชิมทั่วไป จากจำนวนผู้ทดสอบ 120 คน มีคะแนนจากความชอบด้านสี 35 คน พบว่า ทดสอบชิมมีความชอบด้านสี กลิ่นรสชาติ และด้านความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบน้อยที่สุด ด้านความแข็ง ความเหนียวติดฟัน และความขมอยู่ในระดับเฉยๆ มีความชอบด้านความหวาน และความกรอบอยู่ในระดับชอบน้อยที่สุด

5.1.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อสูตรมัฟฟินไรซ์เบอรี่ที่เหมาะสมโดยใช้ผู้ทดสอบชิมคือผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 120 คน พบว่าผู้บริโภคยอมรับในด้านสี กลิ่น และความกรอบ อยู่ในระดับความชอบเฉยๆ และด้านรสชาติ และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบชิมมีความชอบอยู่ในระดับชอบน้อยที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้ทดสอบชิมยังไม่คุ้นชินกับผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีการพัฒนาขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ประโยชน์

1. ควรปรับปรุงรสชาติผลิตภัณฑ์มัฟฟินให้เป็นที่ยอมรับแก่ผู้บริโภคมากขึ้น
2. ควรทำการตรวจสอบด้านอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์มัฟฟินไรซ์เบอรี่

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. อาจนำแป้งข้าวชนิดอื่นๆมาทดแทน เพื่อได้ผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค

บรรณานุกรม

กนกวรรณ ตุ้นสกุล. (2549). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์มัฟฟินที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับอาหารเช้าจากแป้งข้าวกล้องหอมมะลิ.** สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์

กล้านรงค์ ศรีรอต. (2542). **สารให้ความหวาน.** กรุงเทพฯ: จาร์พา เท็คเซ็นเตอร์

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. (2541). **เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น.** โครงการตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

งามชื่น คงเสรี .2541. **ข้าวที่เหมาะสำหรับการแปรรูปก๋วยเตี๋ยวและการตรวจสอบคุณภาพ .** ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี: ปทุมธานี.

จิระนาถ บุญคง. (2546). **ผลของแป้งปราศจากกลูเตนบางชนิดต่อคุณภาพคุ้กกี้ปราศจากกลูเตน.** สาขาเทคโนโลยี. คณะอุตสาหกรรมเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง การจัดและบริการอาหาร.

เจตนิพัทธ์ บุณยสวัสดิ์และจักราวุธ ภู่เสม (.มปป) **.ผลของการเสริมกากบีทรูทต่อคุณลักษณะทางกายภาพและการยอมรับของมัฟฟิ่น** .สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชญาณี บุญทัน และคณะ. (2558). การเปรียบเทียบแป้งไรซ์เบอรี่และสารให้ความหวานต่อคุณภาพของซาลาเปาไรซ์เบอรี่ไส้คัสตาร์ดครีม. **วารสารวิทย์เกษตร.** 46(3)(พิเศษ): 525-528

ธีรนุช ฉายศิริโชติ และจันทร์จนา ศิริพันธ์วัฒนา. (2555). **การพัฒนามัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล.** มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

นรินทร์ภพ ช่วยการ และคณะ. (2556). อิทธิพลของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อสมบัติทางเคมีกายภาพและทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมไขมันต่ำ. วารสารวิทย์เกษตร. 44(2) (พิเศษ): 589-592

นัชนา รัตนากรโกวิท. (2551). **ผลของส่วนผสมต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์ไส้อั่วมังสวิรัติ.** การค้นคว้าแบบอิสระบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผู้จัดการออนไลน์. (2548). ภัยแล้งรุนแรงกระทบผลผลิตข้าวเวียดนามลดลงครั้งแรกนับตั้งแต่ปี 2548. **[ระบบออนไลน์].** แหล่งที่มา: http://www.manager.co.th/QOL/ViewNews.aspx? (13 สิงหาคม 2559)

พัชรีย์ พัฒนากูล และคณะ (.มปป) **.การใช้วิธีการพื้นผิวตอบสนองเพื่อหาปริมาณโยเกิร์ตและน้ำตาลที่เหมาะสมของนมเปรี้ยวพร้อมดื่มผสมชาเขียว .**คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ไพโรจน์ วิริยจารี. (2539). หลักการทางเทคโนโลยีการพัฒนาพัฒนาผลิตภัณฑ์ เล่มที่ 1,2. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มัณฑนา นครเรียบ. (มปป.) **ประโยชน์ที่ดีต่อสุขภาพของข้าวกล้องงอกและข้าวฮางงอก.** มหาวิทยาลัยราชภัฏเพรชบุรี

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. (2525). **ทฤษฎีอาหาร เล่ม 2 หลักการถนอมอาหารและการควบคุมคุณภาพอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์และคณะ. (2541). **การวิจัยธุรกิจ.** กรุงเทพมหานคร: เพชรจรัสแสงแห่งโลกธุรกิจ.

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2548). ข้าวปี'48 : ตลาดส่งออก...ยังเติบโตโดดเด่น. **[ระบบออนไลน์].** แหล่งที่มา: https://www.kasikornresearch.com/TH/K- 42 (10 สิงหาคม 2559)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เศรษฐพงศ์ เผ่าวัฒนา. (2546). **ของหวาน ๆ พื้นฐานการทำขนมอบ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บ้านและสวน

สายสนม ประดิษฐดวง. (2541). **การปรับปรุงคุณสมบัติของแป้งดิบ.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2548). ศักยภาพการดาเนินงานของสมาร์ทฟาร์มเมอร์ข้าวที่ส่งผลต่อความสามารถในการแข่งขันเพื่อก้าวเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน. [**ระบบออนไลน์**]. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/download/research.pdf (10 สิงหาคม 2559)

อภิญญา เจริญกูล. (2547). ผลของผงฟูและไข่ต่อคุณภาพของมัฟฟินแป้งข้าวกล้องงอก. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.** 43(2): 373-376

อภิญญา เจริญกูลและอมรรัตน์ ถนนแก้ว. (2543). ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องงอกต่อคุณภาพของมัฟฟิน. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.** 44(2): 237-240

อรอนงค์ นัยวิกุล. (2540). เทคโนโลยีการผลิตและการพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวสดและอบแห้ง. **วารสารอุตสาหกรรมเกษตร.** 8(3): 58-66

Artigas, P. F. N., Ndez, E. G. S., & Villanova, B. C .(2001) .Changes in sugar profile during infant cereal manufacture. **Food Chemistry.** 74: 499–505

Avramiuc, M. (2015). The phenolic compounds evolution in a durum wheat cultivar during storage at different temperature. **Scientific Papers Animal Science Series: Lucrari stiintifice Seria Zootehnie,** 63

Demirkesen, T., Behic, M., Gulum, S., & Serpil, S., 2010. Rheological properties of gluten-free bread formulation. **Journal of Food Engineering.** 96: 295–303.

Ferng, L. H., Liou, C. M., Yeh, R., Chen, S H. (2016). Physicochemical property and glycemic response of chiffon cakes with different rice flours. **Food Hydrocolloids.** 53: 172-179

Kariyawasam, T. I., Godakumbura, P. I., Prashantha, M. A. B., Premakumara, G. A. S. (2016). Proximate composition, calorie content and heavy metals (As, Cd, Pb) of selected Sri Lankan traditional rice (Oryza sativa L.) varieties .**Procedia Food Science** 6: 253– 256

Korus, J., Witczak, M., Ziobro, R. & Juszczak, L., 2009, The Impact of Resistant Starch on Characteristics of Gluten-free Dough and Bread. **Food Hydrocolloids.** 23: 988–995.

Nishita, H., & Hamilton, M. (1975) Empirical methods of using soils as radiation dosimeters: **Soil Sci.** 120: 96-106.

Pruessner, H. T. (1998). Detecting Celiac Disease in Your Patients. **Am Fam Physician.** 57: 1023–1034, 1039–1041

Sabanis, D., Lebesi, D., Tzia, C., (2009). Effect of dietary fiber enrichment on selected properties of gluten-free bread. **LWTFood Science and Technology.** 42: 1380–1389.

Sirichokworrakita, S., Phetkhut, J., Khommoon, A. (2015). Effect of Partial Substitution of Wheat Flour with Riceberry Flour on Quality of Noodles .**Procedia Social and**

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

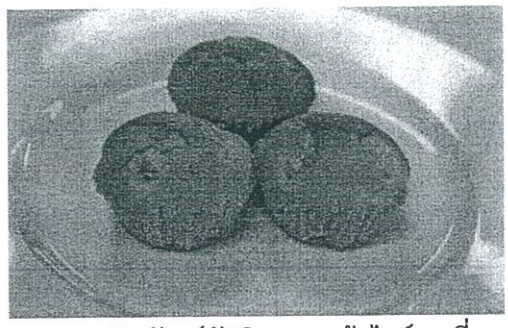
Behavioral Sciences. 197: 1006 – 1012

Sun, D., Huang, S., Cai, S. Cao, J. & Han, P. (2015). Digestion property and synergistic effect on biological activity of purple rice (Oryza sativa L.) anthocyanins subjected to a simulated gastrointestinal digestion in vitro .**Food Research International.** 78: 114–123

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
ผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งไรซ์เบอรี่และแป้งสาลี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ก-1 ผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งไรซ์เบอรี่

ก-2 ผลิตภัณฑ์มัฟฟินจากแป้งสาลี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข
แบบสอบถามการยอมรับของผู้บริโภค

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชุดที่ .....

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ .....

วันที่ชิม .....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอให้ในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบแต่ละคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุดโดยกำหนดให้

7 = ชอบมากที่สุด
6 = ชอบมาก
5 = ชอบน้อยที่สุด
4 = เฉยๆ
3 = ไม่ชอบเล็กน้อย
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบของตัวอย่าง	
	รหัส	รหัส .....
สี		
กลิ่น		
รสชาติ		
เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม)		
ความชอบโดยรวม		

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบทดสอบ

คณะผู้วิจัย

ชุดที่ .....

แบบประเมินผลคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ .....

วันที่ชิม .....

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างที่เสนอให้ตามลำดับของรหัสที่เสนอให้ในตารางจากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนน ความชอบแต่ละคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุดโดยกำหนดให้

7 = ชอบมากที่สุด
6 = ชอบมาก
5 = ชอบน้อยที่สุด
4 = เฉยๆ
3 = ไม่ชอบเล็กน้อย
2 = ไม่ชอบมาก
1 = ไม่ชอบมากที่สุด

คุณภาพทางประสารทสัมผัส (ระดับความเข้มข้น(	คะแนนความชอบของตัวอย่าง	
	รหัส	รหัส .....
ความหวาน		
ความแข็ง		
ความร่วน		
ความเหนียวติดฟัน		
ความขม		
ความกรอบ		

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบทดสอบ

คณะผู้วิจัย

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรม SPSS version 21

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Warnings

Post hoc tests are not performed for reducing because there are fewer than three groups.

Descriptives

cing

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
	5	.4180	.00837	.00374	.4076	.4284	.41	.43
	5	30.0146	.00508	.00227	30.0083	30.0209	30.01	30.02
al	10	15.2163	15.59878	4.93277	4.0576	26.3750	.41	30.02

Test of Homogeneity of Variances

reducing

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.020	1	8	.342

```
SAVE OUTFILE='C:\Users\My Documents\Desktop\SPSS\reducing.sav'
  /COMPRESSED.
```

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

นางสาวญาณิศา โพธิ์รัตน์โส

1. ชื่อ - สกุล (ภาษาไทย) นางสาวญาณิศา โพธิ์รัตน์โส
   (ภาษาอังกฤษ) Miss Yanisa Poratso
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1 4609 00069 24 9
3. ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ (พนักงานในสถาบันอุดมศึกษา) สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เลขที่ 80 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44000
   โทรศัพท์ - โทรศัพท์มือถือ 088-748-3202 โทรสาร -
   e-mail meepoohza024@hotmail.com
5. ประวัติการศึกษา
   ปริญญาตรี วท.บ.(เทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   -
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัย/ประวัติการทำงาน
   - ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและกิจกรรมต้านการเกิดออกซิเดชันของโยเกิร์ตผลไม้

นางสาวศนันธร พิชัย

1. ชื่อ - สกุล (ภาษาไทย) นางสาวศนันธร พิชัย
   (ภาษาอังกฤษ) Miss Sananthorn Pichai
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 6099 00144 56 1
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ (พนักงานมหาวิทยาลัย) สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
   สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เลขที่ 80 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44000
   โทรศัพท์ - โทรศัพท์มือถือ 098-890-4506 โทรสาร -
   e-mail Sananthorn.p@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา
   ปริญญาโท วท.ม.(วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
   ปริญญาตรี วท.บ.(วิทยาการคอมพิวเตอร์) มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   6.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร
   6.2 Rheology
   6.3 การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากปลาร้า

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: ชื่อแผนงานวิจัย

-ไม่มี-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย

- โครงงาน ENPUS ปี 2549 เรื่อง ปลาร้าก้อนสมุนไพรบรรจุกระป๋อง
- โครงการ ENPUS ปี 2550 เรื่องการประยุกต์ใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทำปลาร้าผง
- โครงการ ENPUS ปี 2550 เรื่อง การประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (GMP) ในโรงงานแปรรูป “ปลาร้า” : กรณีศึกษากลุ่มผลิตภัณฑ์ปลาร้าบองสมุนไพรครูแหวว
- โครงการ IRPUS3 ปี 2550 เรื่อง กระบวนการผลิต และสารต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มน้ำคลอโรฟิลด์จากใบหม่อน
- โครงการ IRPUS3 ปี 2550 เรื่อง กระบวนการผลิตและอายุการเก็บรักษาปลาร้าผงเสริมสมุนไพร
- โครงการ IRPUS3 ปี 2551 เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาร้าชนิดโซเดียมต่ำ
- โครงการ IRPUS3 ปี 2552 เรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตกะหรี่ปั๊บไส้เนยถั่วลิสงผสมงาขาว
- โครงการ ABCPUS/MAG ปี 2552 เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการแปรรูปข้าวแต๋นหน้าใบหม่อนเพื่อยกระดับเป็นสินค้าหนึ่งผลิตภัณฑ์หนึ่งชุมชน (OTOP) กรณีศึกษากลุ่มแปรรูปอาหารและสมุนไพร บ้านหนองโน ตำบลหนองโน อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

- สมบัติวัสโคอิสาลติกของเศษเนื้อนกกระจอกเทศขึ้นรูป (2547)
- ไอศกรีมนมผสมเสาวรส (2549)
- ปลาร้าก้อนสมุนไพรบรรจุกระป๋อง (2549)
- กระบวนการผลิตและอายุการเก็บรักษาน้ำสลัดไขโอเมก้า (2550)
- การประยุกต์ใช้ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการทำปลาร้าผง
- การประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (GMP) ในโรงงานแปรรูป “ปลาร้า” : กรณีศึกษากลุ่มผลิตภัณฑ์ปลาร้าบองสมุนไพรครูแหวว (2550)
- กระบวนการผลิต และสารต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มน้ำคลอโรฟิลด์จากใบหม่อน (2550)
- กระบวนการผลิตและอายุการเก็บรักษาปลาร้าผงเสริมสมุนไพร (2550)
- การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาร้าชนิดโซเดียมต่ำ (2551)
- เครื่องปรุงรสซุบหน่อไม้ผง (2551)
- การพัฒนากระบวนการผลิตกะหรี่ปั๊บไส้เนยถั่วลิสงผสมงาขาว (2552)
- การศึกษาความเป็นไปได้ในการแปรรูปข้าวแต๋นหน้าใบหม่อนเพื่อยกระดับเป็นสินค้าหนึ่งผลิตภัณฑ์หนึ่งชุมชน (OTOP) กรณีศึกษากลุ่มแปรรูปอาหารและสมุนไพร บ้านหนองโน ตำบลหนองโน อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม (2552)
- การพัฒนาศักยภาพการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาร้าแปรรูป เพื่อการแข่งขันในตลาด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ของกลุ่มชุมชนในเขตอีสานกลาง ได้รับทุนสนับสนุนจาก วช. มีสถานะเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาวปาริชาติ ราชมณี

1. ชื่อ - สกุล (ภาษาไทย) นางสาวปาริชาติ ราชมณี
(ภาษาอังกฤษ) Miss Parichart Ratmanee
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 4803 00771 58 5
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ (พนักงานในสถาบันอุดมศึกษา) สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail
สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เลขที่ 80 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44000
โทรศัพท์ - โทรศัพท์มือถือ 099-362-4459 โทรสาร -
e-mail tarnratmanee@gmail.com
5. ประวัติการศึกษา

ปริญญาโท	วศ.ม.(วิศวกรรมการอาหาร)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ปริญญาตรี	วศ.บ.(วิศวกรรมอาหาร)	สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
6.1 การวางผังโรงงานและออกแบบโรงงาน
6.2 การออกแบบและติดตั้งเครื่องจักรเกี่ยวกับอุตสาหกรรมอาหาร
6.3 การปรับปรุงหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (GMP)
6.3 ด้านการแปรรูปอาหาร
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัย/ประวัติการทำงาน
- ศึกษาถังหมักสาโทแบบ pack-bed สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- ศึกษาการตรวจสอบมังคุดเนื้อแก้วโดยใช้การถ่ายเทความร้อนภายในเปลือก
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ตำแหน่งวิศวกรโรงงาน บริษัทพิบูลย์น้ำพริกเผาไทยแม่ประนอม กรุงเทพฯ
- ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษเรื่อง ผลของกะทิต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้าวแต๋น
- ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ เรื่อง กระบวนการผลิตชาผักหวานบ้านที่เหมาะสม
- ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ เรื่อง การศึกษาปริมาณผลของเจลาตินและกรดอะซิตริกต่อเยลลี่แครอท
- ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ เรื่อง การศึกษาการทำข้าวต้มจากข้าวหอมมะลิอบแห้งแบบถาด
- ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ เรื่อง การผลิตภัณฑ์บะหมี่จากแป้งข้าวกล้อง
- การออกและพัฒนาเครื่องต้นแบบการทำปลาร้าก้อน

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ

-

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY