รายงานการวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

Development of Cotton Wool Cake from Riceberry Flour

สุวรนี ปานเจริญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรีเป็นอย่างสูงที่ได้ทุนสนับสนุนการทำงานวิจัยในครั้งนี้จนโครงการวิจัยเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.นันทนา แจ้งสุวรรณ อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี และ ดร.พงษ์ศรัณย์ จันทร์ชุ่ม ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา ที่สนับสนุนงานวิจัยองค์ความรู้ ขอบพระคุณคณะกรรมการพิจารณาทุนและกรุณาให้ข้อเสนอแนะที่สร้างสรรค์และเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยอย่างดียิ่งจนโครงการวิจัยแล้วเสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

สุวรนี ปานเจริญ

กันยายน พ.ศ. 2559

ผู้รับผิดชอบโครงการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

หัวข้อวิจัย การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

ผู้วิจัย สุจรนี ปานเจริญ

มหาวิทยาลัย ราชภัฏเทพสตรี

ปีงบประมาณ 2559

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพและคุณภาพทางเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ 2) เพื่อพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่3) เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางจุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่เหมาะสม จากการศึกษา พบว่าค่าสีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มีค่าความสว่าง (L*) น้อยกว่าแป้งสาลี ค่าสี a* มีค่าไปในทิศทางของสีแดง ค่าสี b* มีค่าไปในทิศทางของสีเหลือง จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่าแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณความชื้น โปรตีน และเถ้าอยู่ในเกณฑ์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของแป้งสาลีกล้อง จากการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่าสิ่งทดลองที่มีปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่ำจะมีค่าความสว่าง (L*) สูง ค่าสี a* ของสิ่งทดลองที่มีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 60 และ 100 มีค่าสีไปในทิศทางของสีแดง และมีค่าสี b* ไปในทิศทางของสีเหลืองน้อยที่สุด และสิ่งทดลองที่มีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ปริมาณต่ำจะมีปริมาตรจำเพาะมากที่สุด เมื่อทดสอบค่าเนื้อสัมผัส พบว่าขนมปุยฝ้ายที่มีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 100 มีค่าความแข็ง และค่าการเกาะติดน้อยที่สุด ส่วนสิ่งทดลองที่มีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ปริมาณต่ำ มีค่าความเกาะรวมตัวกัน ค่าความยากในการเคี้ยว และค่าการคืนตัวมากที่สุด จากการศึกษาความสัมพันธ์ของส่วนผสมทั้ง 3 ชนิด พบว่าอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ และปริมาณน้ำ มีความสัมพันธ์กับค่าสี (L*, a* และ b*) ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ปริมาตรจำเพาะ ค่าความแข็ง ค่าการเกาะติดค่าการเกาะรวมตัวกัน และค่าการคืนตัว ส่วนค่าความยากในการเคี้ยวมีความสัมพันธ์กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี และปริมาณเอสพีกับผงฟู และจากการศึกษาคุณภาพของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่เหมาะสม (อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำ ร้อยละ 40:60, 15 และ 87 ตามลำดับ) ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับความชอบมาก (8.10±0.54 คะแนน)

คำสำคัญ: ขนมปุยฝ้าย แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

Research Title: Development of Cotton Wool Cake from Riceberry Flour
Researcher: Suworanee Pancharoen
University: Rajabhat Thepsatri
Year: 2015

Abstract

The research aimed to 1) study the physical and chemical qualities of riceberry flour 2) develop an appropriate cotton wool cake from riceberryflour formula 3) study the physical, chemical, microorganism qualities and sensory evaluation of the appropriate cotton wool cake from riceberryflour formula. The result found that riceberry flour has the lower lightness value (L*) than wheat flour, a* value has value in the directionof red, b* value has value in the direction of yellow. The chemical qualities found that riceberry flour has the moisture content, protein and ash within the community standards of brown wheat flour. The result ratio of riceberry flour: wheat flour, SP and baking powder, and water quantity of cotton wool cake from riceberryflour found that low riceberry flour quantity treatment has the highest lightness value (L*), a* value of riceberry flour 60% and 100% treatment has value in the directionof red and b* value has lower value in the directionof yellow, the low riceberry flour quantity treatment has the most values of specific volume, while the texture analysis found thatcotton wool cake from riceberryflour 100% has the lower values of hardness and adhesiveness, the low riceberry flour quantity treatment has the most values of cohesiveness, chewiness and springiness. The result on relations of the three ingredients found that the ratio of riceberry flour: wheat flour and water quantity has related with color values (L*, a* and b*), water activity, specific volume, hardness, adhesiveness, cohesiveness and springiness, for the chewiness has related with the ratio of riceberry flour: wheat flour and SP and baking powder. The quality of appropriate cotton wool cake from riceberryflour formula found that cotton wool cake (riceberry flour: wheat flour, SP and baking powder, and water quantity in percentages of 40:60, 15 and 87 respectively), the panelists give high scores in overall liking (8.10±0.54 scores).

Key worlds: Cotton Wool Cake, Riceberry Flour

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญตาราง	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ	1
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.5 ระยะเวลาการทำงานวิจัย	2
1.6 สถานที่ดำเนินงานวิจัย	3
1.7 นิยามศัพท์	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ข้าว	5
2.2 ข้าวไรซ์เบอร์รี่	7
2.3 องค์ประกอบภายในแป้ง	10
2.4 ขนมปุยฝ้าย	14
2.5 การออกแบบการทดลองแบบบ๊อกซ์-เบห์นเคน (Box-behnken)	17
2.6 การวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression Analysis)	19
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	
3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต	23
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิต	23
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์	23
3.4 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ	24
3.5 เครื่องมือในการประมวลผลงานวิจัย	25
3.6 วิธีการดำเนินงานวิจัย	25

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและการอภิปรายผล	
4.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่	33
4.2 ผลการพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่	35
4.3 ผลการศึกษาคุณภาพของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่เหมาะสม	69
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	72
5.2 ข้อเสนอแนะ	75
บรรณานุกรม	76
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ส่วนผสมและกรรมวิธีการผลิตขนมปุยฝ้าย	80
ภาคผนวก ข แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	83
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์	87
ภาคผนวก ง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมไทย	99

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่	25
3.2	กรรมวิธีผลิตผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายจากแป้งสาลีสูตรพื้นฐาน	27
4.1	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าความสว่าง (L*)กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)	49
4.2	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าความสว่าง (L*)กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)	50
4.3	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าความสว่าง (L*)กับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)	50
4.4	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าสี a* กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)	51
4.5	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าสี a*กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)	52
4.6	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าสี a* กับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)	52
4.7	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าสี b*กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)	53
4.8	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าสี b* กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)	54
4.9	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าสี b* กับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)	54
4.10	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)	55
4.11	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าปริมาณน้ำอิสระ(a_w) กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)	56
4.12	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)กับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)	56

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.13	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าปริมาตรจำเพาะ กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)	57
4.14	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าปริมาตรจำเพาะ กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)	58
4.15	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าปริมาตรจำเพาะกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)	58
4.16	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าความแข็งกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)	59
4.17	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าความแข็งกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)	60
4.18	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าความแข็งกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)	60
4.19	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการเกาะติดกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)	61
4.20	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการเกาะติดกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)	62
4.21	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการเกาะติดกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)	62
4.22	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการเกาะรวมตัวกันกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)	63
4.23	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการเกาะรวมตัวกันกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)	64
4.24	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการเกาะรวมตัวกันกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)	64

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.25	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าความยากในการเคี้ยวกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)	65
4.26	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าความยากในการเคี้ยวกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)	66
4.27	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าความยากในการเคี้ยวกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)	66
4.28	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการคืนตัวกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)	67
4.29	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการคืนตัวกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)	68
4.30	ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการคืนตัวกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)	68
4.31	ขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่เหมาะสม	71
ก 1	ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่	81
ก 2	กรรมวิธีการผลิตขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่	82

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สมบัติที่แตกต่างกันของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน	10
2.2	คุณสมบัติทางโครงสร้างของอะไมโลส	11
2.3	คุณสมบัติทางโครงสร้างของอะไมโลเพกติน	12
2.4	ปริมาณและสัดส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพกตินในแป้งแต่ละชนิด	13
2.5	การออกแบบการทดลองแบบบ๊อกซ์-เบห์นเคน3 ปัจจัย	18
3.1	ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายจากแป้งสาลีสูตรพื้นฐาน	26
3.2	การวางแผนการทดลองแบบบ๊อกซ์-เบห์นเคน เพื่อศึกษาขนมปุยฝ้ายที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลี	29
4.1	ผลของคุณภาพทางกายและคุณภาพทางเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่	34
4.2	ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายสูตรพื้นฐาน	36
4.3	ผลของการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่	38
4.4	ผลของค่าเนื้อสัมผัสในการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่	41
4.5	ผลของคุณภาพทางประสาทสัมผัสในการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่	45
4.6	สมการถดถอยของค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาตรจำเพาะของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่	47
4.7	สมการถดถอยของค่าเนื้อสัมผัสของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่	48
4.8	ผลการศึกษาคุณภาพของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่เหมาะสม	70
ง 1	หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบลักษณะทั่วไปสีกลิ่นรสและลักษณะเนื้อ	103

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ขนมปุยฝ้าย เป็นขนมไทยโบราณที่ในปัจจุบันยังมีผู้นิยมรับประทาน เนื่องจากเป็นขนมที่มีรสชาติไม่หวานมาก มีกลิ่นหอมละมุนละไม และมีความนุ่มเหนียวของแป้ง สามารถรับประทานคู่กับชา กาแฟ และนำไปใช้ในพิธีไหว้ต่างๆ ของคนไทยและคนจีน ขนมปุยฝ้ายเป็นขนมที่มีวิธีการทำง่าย โดยทำมาจากแป้งข้าวเจ้าหรือแป้งสาลี น้ำตาล ไข่ไก่ เอสพี และผงฟู ซึ่งเมื่อนำแป้งสาลีผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า กลูเต็น (Gluten) ซึ่งก่อให้เกิดอาการแพ้ในคนจำนวนมาก จึงทำให้มีการนำแป้งข้าวชนิดอื่นๆ มาทดแทนแป้งสาลี และแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการทดแทนแป้งสาลี ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นทางด้านโภชนาการ คือมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง นอกจากจะใช้รับประทานเพื่อเสริมสร้างสุขภาพที่ดี และลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็ง จึงมีการนำข้าวไรซ์เบอร์รี่มาแปรรูปเป็นขนมปุยฝ้าย (สำนักงานสถิติจังหวัดสิงห์บุรี, 2558)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ และเพิ่มทางเลือกในการบริโภคผลิตภัณฑ์ให้แก่ผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

1.2.2 เพื่อพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

1.2.3 เพื่อศึกษาคุณภาพของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่เหมาะสม

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบถึงคุณภาพทางด้านกายภาพ และคุณภาพทางด้านเคมีของเนยสด มาร์การีน และเนยขาว

1.3.2 ทราบถึงวิธีการเตรียมแป้ง คุณภาพทางกายภาพ และเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

1.3.3 ทราบถึงอัตราส่วนที่เหมาะสมของอตราส่วนแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำ สำหรับขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

1.3.4 ได้พัฒนาสูตรที่เหมาะสม และทราบถึงคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัสของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ ซึ่งข้าวไรซ์เบอร์รี่ได้จากเกษตรกร ตำบลทับยา อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี และใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีขายในท้องตลาดมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้าย

ทำการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคทั่วไปในจังหวัดลพบุรี

1.5 ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงาน	ระยะเวลา (เดือน) พ.ศ. 2558-2559											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
รวบรวมข้อมูล ตรวจเอกสาร	←	→										
ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่			←	→								
ศึกษาคุณภาพของขนมปุยฝ้ายจากแป้งสาลีสูตรพื้นฐาน					←	→						
ศึกษาปริมาณของแป้งข้าวไรซ์เบอรี่ทดแทนแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอรี่							←	→	→			
ศึกษาคุณภาพของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอรี่สูตรที่เหมาะสม										↔		
วิเคราะห์ผลการวิจัย										←	→	
วิเคราะห์ผล สรุป และเขียนรูปเล่ม										←	→	

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

1.6 นิยามคำศัพท์

1.6.1 ข้าวไรซ์เบอร์รี่ หมายถึง ข้าวที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมเลียนแบบธรรมชาติระหว่างข้าวสองพันธุ์ได้แก่ ข้าวเจ้าหอมนิล และข้าวขาว ดอกมะลิ 105 มีลักษณะสีม่วงเข้ม เมล็ดเรียวยาว ผิวมันวาว (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557)

1.6.2 ขนมปุยฝ้าย หมายถึง ขนมโบราณที่นำเข้ามาในเมืองไทยโดยคนจีน ชาวจีนและชาวไทย นิยมนำไปไหว้เจ้า หรือประกอบพิธีงานมงคลต่างๆ มีหลากหลายสี เช่น ชมพู เขียว ขาว ฟ้า (บรรจงลักษณ์ โพธิ์แก้ว, 2555)

1.6.3 แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ หมายถึง การนำข้าวไรซ์เบอร์รี่มาล้างน้ำ อบแห้งด้วยเครื่องอบลมร้อนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง บดข้าวด้วยเครื่องบดและร่อนผ่านตะแกรงความละเอียด 100 เมช จะได้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ดัดแปลงจาก ปิยธิดา ครองบุญ และอัจฉราภรณ์ รัดห่วง, 2552)

1.6.4 ผงฟู หมายถึง สารเคมีผสมที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ขึ้นฟูผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ขึ้นฟูด้วยผงฟู ได้แก่ เค้ก โดนัท คุกกี้ ปาท่องโก๋ (นิธิยา รัตนาปนนท์ และพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2558)

1.6.5 เอสพี (SP) หมายถึง เป็นสารที่ใช้ในการทำขนมที่มีไข่เป็นส่วนผสมหลัก มีลักษณะเป็นครีมใส สีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอมอ่อนๆ เหมาะสำหรับเค้กไข่ และซาลาเปา

1.6.6 บ็อกซ์-เบห์นเคน (Box-Behnken) หมายถึง วิธีการออกแบบการทดลองสำหรับการแก้ปัญหา 3k แฟคเทอเรียล (Factorial) ในการหาค่าพื้นผิวตอบสนอง คล้ายกับการออกแบบการทดลองแบบ CCD (Central Composite Design) แต่ต่างกันที่จุดบนแกนจะอยู่ในระนาบเดียวกับจุดที่เป็น Factorial และ ทำซ้ำที่จุดกึ่งกลาง แต่ละปัจจัยจะมี 3 ระดับ คือ -1, 0, 1 (นงเยาว์ ชูสุข, 2552)

1.6.7 ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity, a_w) หมายถึง ค่าที่แสดงระดับพลังงานของน้ำ มีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษา การเสื่อมเสีย และความปลอดภัยของอาหาร

1.6.8 ความชื้น (Moisture content) หมายถึง เป็นค่าที่บ่งชี้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร เป็นสมบัติที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งของอาหาร

1.6.9 ความแข็ง (Hardness) หมายถึง แรงสูงสุดที่เกิดขึ้นระหว่างการกดหรือเทียบได้กับการเคี้ยวครั้งแรก มีหน่วยเป็นหน่วยของแรง เช่น นิวตัน

1.6.10 การยึดติด (Adhesivness) หมายถึง เป็นสมบัติด้านเนื้อสัมผัสที่ใช้เป็นค่าในการวัดเนื้อขนมแสดงถึงการยึดติดของขนมกับวัตถุอื่น เช่น อาหารติดเหงือก ฟัน เพดาน ริมฝีปากระหว่างการรับประทานหรืออาหารติดกับเครื่องจักร และอุปกรณ์แปรรูปอาหาร เช่น มีด ใบกวน

1.6.11 การคืนตัว (Springiness) หมายถึง การคืนตัวอย่างยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นเมื่อถอนแรงบีบอัดออก

1.6.12 การเกาะรวมตัว (Cohesiveness) หมายถึง ลักษณะเนื้อสัมผัสที่บ่งบอกถึงการเกาะตัวกันเองของเนื้ออาหารหรือเชื่อมแน่นภายในของโครงสร้างเนื้ออาหาร

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

1.6.13 ความยากในการเคี้ยว (Chewiness) หมายถึง ลักษณะเนื้อสัมผัส ของอาหารที่ บ่งบอกถึงความต้านทานการเคี้ยว ทำให้เคี้ยวได้ยาก อาหารที่มีลักษณะเนื้อสัมผัสประเภทนี้ ได้แก่ เนื้อสัตว์ โดยเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ลูกกวาดแบบเคี้ยว ผักผลไม้ เนยแข็ง ขนมปัง และเฟรนช์ฟาย

1.6.14 การทดสอบทางประสาทสัมผัส หมายถึง การตรวจวิเคราะห์ คุณภาพของอาหาร โดยใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของผู้ชิม ได้แก่ การมอง การฟัง การดม การชิม และการสัมผัส ใช้จำนวนผู้ชิมที่มากพอสมควร ประมวลผลด้วยวิธีทางสถิติ และแปลผลอย่างมีหลักเกณฑ์ (นิธิยา รัตนาปนนท์ และพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2558)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้าว

ข้าว เป็นธัญพืชที่อยู่ที่อยู่ในวงศ์หญ้า (Gramineae) โดยมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Oryza sativa* L. เป็นแหล่งอาหารหลักที่ให้คาร์โบไฮเดรตที่สำคัญในการดำรงชีวิตของประชากรโลก เมล็ดข้าว ประกอบด้วยส่วนเปลือกที่ห่อหุ้มอยู่ภายนอก ถัดเข้าไปจะเป็นชั้นราที่เป็นเยื่อบางๆ ห่อหุ้มเมล็ดข้าวขาว และจมูกข้าว หรือคัพภะ (Embryo) ตัวเมล็ดข้าวขาวที่บริโภคกันประกอบขึ้นจากโมเลกุลของแป้งที่อัดกันแน่นเป็นอนุภาคเล็กๆนับล้านล้านอนุภาค และส่วนของคัพภะจะอยู่ปลายเมล็ดเป็นส่วนของต้นอ่อนที่จะเจริญเป็นต้นข้าวต่อไป ซึ่งเป็นแหล่งของเอนไซม์ วิตามิน และแร่ธาตุที่เกี่ยวข้องกับการงอกของเมล็ด (น้ำทิพย์ เรืองดี, 2555)

2.2.1 ส่วนประกอบของเมล็ดข้าว

เมล็ดข้าว (Rice grain) เป็นผลชนิดคาริออปซิส (Caryopsis) เนื่องจากส่วนที่เป็นเมล็ดเดี่ยว (Single seed) ติดแน่นอยู่กับผนังของรังไข่ หรือเยื่อหุ้มผล (Pericarp) เมล็ดข้าวประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ดังนี้

1) เปลือกข้าว หรือเรียกว่า แกลบ (Hull หรือ Husk) ประกอบด้วยเปลือกใหญ่ (Lemma) เปลือกเล็ก (Palca) หาง (Awn) ขั้วเมล็ด (Rachilla) และกลีบรองเมล็ด (Sterile lemmas) โดยเปลือกข้าวมีน้ำหนักประมาณร้อยละ 20 ของน้ำหนักเมล็ดข้าวเปลือก

1.1) เปลือกใหญ่ เป็นเปลือกหุ้มเนื้อผลด้านท้อง มีขนาดใหญ่อาจมีหางหรือไม่มีก็ได้ ลักษณะของเปลือกใหญ่จะเป็นรอยเส้น ตามความยาวของเปลือกประมาณ 5 เส้น เปลือกใหญ่จะห่อหุ้มเปลือกเล็กไว้ทั้ง 2 ด้านในลักษณะขบอยู่ข้างบนอย่างแน่นสนิท ประมาณ 2/3 ของเปลือกทั้งหมดตามแนวยาวของเมล็ด

1.2) เปลือกเล็ก เป็นเปลือกหุ้มเนื้อผลด้านหลังที่มีขนาดเล็กกว่าเปลือกใหญ่ ประมาณ 1/3 ของเปลือกทั้งหมด จะขบอยู่ใต้เปลือกใหญ่ตามแนวยาว ทำให้เปลือกทั้ง 2 ติดกันสนิท บนผิวเปลือกเล็กจะเป็นรอยเส้น ตามความยาวของเปลือกประมาณ 3 เส้น

1.3) หางเป็นส่วนปลายของเปลือกใหญ่ที่ยาวออกมาเกินตำแหน่งยอดดอก ในบางพันธุ์อาจสั้น หรือ ยาว หรือ ไม่มี ทำหน้าที่ในการกระจายพันธุ์ คล้ายขน

1.4) ขั้วเมล็ด เป็นก้านสั้น อยู่ระหว่างกลีบรองเมล็ดกับเปลือกใหญ่ และยังติดอยู่กับเมล็ดข้าวเปลือก

1.5) กลีบรองเมล็ด เป็นกลีบเล็ก 2 กลีบ อยู่ตรงข้ามกัน ใต้สุดของเมล็ด

2) ส่วนของเมล็ด หรือเมล็ดข้าวกล้อง (Caryopsis หรือ Brown Rice) คือส่วนที่เอาเปลือกหรือแกลบออกไปแล้วแต่ยังไม่ผ่านการขัดสี เป็นส่วนที่รับประทานได้ ประกอบด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

2.1) เยื่อหุ้มผล (Pericarp) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น คือ Epicarp mesocarp และ Endocarp มีลักษณะเป็นเส้นใยผนังเซลล์ประกอบด้วยโปรตีน เซลลูโลส (Cellulose) และเฮมิเซลลูโลส (Hemicelluloses)

2.2) เยื่อหุ้มเมล็ด (Seed coat) อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มผลเข้าไปประกอบด้วยเนื้อเยื่อสองชั้นเรียงกันเป็นแถวเป็นที่อยู่ของสารประเภทไขมัน

2.3) เยื่อแอลิวโรน (Aleurone layer) อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มเมล็ดเข้าไป เยื่อแอลิวโรนจะห่อหุ้มเนื้อเมล็ด (Endosperm) และคัพภะ องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นโปรตีน นอกจากนี้ยังประกอบด้วย ไขมัน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส

2.4) เนื้อเมล็ด (Endosperm) อยู่ชั้นในสุดของเมล็ด ประกอบด้วยแป้งเป็นส่วนใหญ่แป้งในเมล็ดข้าวมีอยู่ 2 ชนิด คือ อะไมโลส (Amylose) และอะไมโลเพคติน (Amylopectin) ซึ่งมีสัดส่วนแตกต่างกันไปตามชนิดของข้าว นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยโปรตีน ไขมัน และกากใยประมาณร้อยละ 7.8, 0.5 และ 0.4 ตามลำดับ

2.5) คัพภะ (Embryo) อยู่ติดกับเนื้อเมล็ดทางด้านเปลือกใหญ่ที่หุ้มเมล็ด เป็นส่วนที่เจริญเป็นต้นต่อไป คัพภะประกอบด้วย ต้นอ่อน (Plumule) รากอ่อน (Radicle) เยื่อหุ้มต้นอ่อน (Coleoptiles) เยื่อหุ้มรากอ่อน (Coleorhizae) ท่อน้ำอาหาร (Epiblast) และใบเลี้ยง (Scutellum) คัพภะเป็นส่วนที่มีโปรตีน และไขมันสูง

2.2.2 คุณค่าทางโภชนาการของข้าว

ข้าว ประกอบด้วยสารอาหารต่างๆ มากมายที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ดังนี้

1) คาร์โบไฮเดรต ข้าวทุกชนิดมีคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบร้อยละ 70-80 ซึ่งเป็นแป้งเกือบทั้งหมด มีน้ำตาลซูโครส (Sucrose) และน้ำตาลเดกซ์ทริน (Dextrin) เล็กน้อย

2) โปรตีน มีโปรตีนไม่มาก อยู่ระหว่างร้อยละ 7-8 ในข้าวเจ้า และร้อยละ 11-12 ในข้าวสาลี

3) ไขมัน ในข้าวกล้องมีปริมาณไขมันสูงกว่าข้าวชนิดอื่นๆ เพราะข้าวกล้องยังมีส่วนของรำข้าวอยู่ แต่เมื่อเทียบกับอาหารชนิดอื่น ๆ แล้ว ข้าวไม่ใช่แหล่งที่อุดมด้วยสารอาหารจำพวกไขมัน

4) กากใย ข้าวกล้องและให้ใยอาหารสูงกว่าข้าวขาว โดยทั่วไปข้าวกล้องจะมีสีน้ำตาลอ่อน คนไทยสมัยก่อนใช้วิธีซ้อมหรือตำด้วยมือ จึงเรียกว่า “ข้าวซ้อมมือ” เป็นข้าวกล้องอย่างหนึ่ง มีเยื่อหุ้มเมล็ดสีแดง มีใยอาหาร ไขมันและวิตามินบี 1 มากกว่าข้าวชนิดอื่น

5) วิตามินและแร่ธาตุ ในข้าวกล้องจะมีวิตามินและแร่ธาตุสูงกว่าข้าวขาว ที่เห็นได้ชัดเจนคือ ธาตุฟอสฟอรัส ธาตุแมกนีเซียม ไนอาซิน และวิตามินบี 1 (สุนทร ตรีนันทวัน, 2553)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

2.2 ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Riceberry)

ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวเจ้าพันธุ์สีม่วงเข้ม เมล็ดเรียวยาว ผิวมันวาวและถ้าหากเป็นข้าวกล้องก็จะมีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์ แถมยังมีรสชาติอมหวานกล่อมกล่อม ซึ่งสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี โดยอายุเก็บเกี่ยวของข้าวสายพันธุ์นี้จะอยู่ที่ ประมาณ 130 วัน ซึ่งให้ผลผลิตปานกลางสามารถต้านทานต่อโรคไหม้แต่ไม่สามารถต้านทานโรคหลาว ดังนั้นจึงควรเปลี่ยนเมล็ดพันธุ์ทุกรอบของการปลูก นอกจากนี้รำข้าวและน้ำมันรำข้าวจากไรซ์เบอร์รี่ ยังมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่ดี ซึ่งทางการแพทย์นิยมนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์อาหารโภชนบำบัด

ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมเลียนแบบธรรมชาติ ระหว่างข้าวสองพันธุ์ได้แก่ ข้าวเจ้าหอมนิล และข้าวขาวดอกมะลิ 105 หลังจากนั้นจึงคัดเลือกโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพจนได้พันธุ์ข้าวที่มีความบริสุทธิ์ จากการพัฒนาพันธุ์ข้าวพิเศษ ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยได้รับความร่วมมือจากคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และได้ยื่นจดทะเบียนคุ้มครองพันธุ์พืชใหม่ ห้ามนำไปขยายพันธุ์เชิงการค้าต่อ โดยไม่ได้รับอนุญาตจาก วช. และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557)

2.2.1 ลักษณะเฉพาะของข้าวไรซ์เบอร์รี่

ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีความสูง 105-110 เซนติเมตร โดยอายุเก็บเกี่ยวของข้าวสายพันธุ์นี้จะอยู่ที่ ประมาณ 130 วัน ซึ่งให้ผลผลิต 750-1000 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการเก็บเกี่ยวข้าวกล้อง (Brown rice) ได้ร้อยละ 76 และต้นข้าวหรือข้าวเต็มเมล็ด (Head rice) ได้ร้อยละ 50 สำหรับความยาวของเมล็ดข้าวไรซ์เบอร์รี่แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ข้าวเปลือก 11 มิลลิเมตร ข้าวกล้อง 7.5 มิลลิเมตร และข้าวขัด 7.0 มิลลิเมตร

2.2.2 คุณค่าทางอาหารของข้าวไรซ์เบอร์รี่

คุณสมบัติเด่นทางด้านโภชนาการของข้าวไรซ์เบอร์รี่ คือมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แกมมาโอไรซานอล วิตามินอี แทนนิน สังกะสี โฟเลตสูง มีดัชนีน้ำตาลต่ำ-ปานกลาง ซึ่งจากคุณสมบัติข้อนี้ นอกจากจะใช้รับประทานเพื่อเสริมสร้างสุขภาพที่ดี ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคมะเร็ง ทางการแพทย์ได้นำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์อาหารโภชนบำบัด และนอกจากนี้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ยังมีสารอาหารที่สำคัญอีกมากมายดังนี้

1) โอเมกา 3 (Omega 3)

โอเมกา 3 เป็นกรดไขมันที่จำเป็น (Essential fatty acid) ซึ่งร่างกายไม่สามารถสร้างได้เองต้องได้รับจากการบริโภคอาหารเท่านั้น มีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของสมอง ตับและระบบประสาท ลดระดับคอเลสเตอรอล นอกจากนี้ยังจำเป็นต่อการรักษาโรคต่างๆ เช่น โรคหัวใจ โรคอัมพาต ลดการอักเสบของโรคไขข้อเสื่อม รูมาตอยด์ ปวดหัวไมเกรน ปวดประจำเดือน เพิ่มภูมิคุ้มกันร่างกาย ลดอาการของโรคภูมิแพ้ ซึ่งในข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณของโอเมกา 3 อยู่ 25.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (กองบรรณาธิการการเกษตร, 2557)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

2) ธาตุสังกะสี (Zinc)

สังกะสี เป็นตัวช่วยควบคุมให้กระบวนการต่างๆในร่างกายดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ คอยช่วยซ่อมบำรุงระบบเอนไซม์และเซลล์ต่างๆ ช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโตให้กับร่างกายเป็นส่วนสำคัญต่อการสร้างโปรตีนและคอลลาเจน สังกะสีมีความจำเป็นต่อการสร้าง DNA และยังช่วยเสริมสร้างภูมิต้านทานให้กับร่างกาย ปริมาณของสังกะสีในข้าวไรซ์เบอร์รี่มีอยู่ 31.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

3) ธาตุเหล็ก (Iron)

ธาตุเหล็กมีความสำคัญต่อร่างกายอย่างมากในการผลิตเฮโมโกลบิน ไมโอโกลบินและเอนไซม์บางชนิด และมีความจำเป็นต่อกระบวนการเผาผลาญของวิตามินบี ธาตุเหล็กนั้นช่วยเสริมสร้างการเจริญเติบโตของร่างกาย ช่วยป้องกันอาการอ่อนเพลียของร่างกาย ช่วยเสริมความต้านทานต่อการเจ็บป่วย ช่วยป้องกันและรักษาภาวะโลหิตจางจากการขาดธาตุเหล็ก และช่วยทำให้สีผิวพรรณดูเรียบเนียน ปริมาณธาตุเหล็กในข้าวไรซ์เบอร์รี่มีอยู่ 13-18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

4) วิตามินอี (Vitamin E)

วิตามินอี เป็นวิตามินที่ละลายในน้ำ ซึ่งจะถูกเก็บสะสมไว้ที่ตับ เนื้อเยื่อไขมัน หัวใจ เลือด กล้ามเนื้อ มดลูก อัณฑะ ต่อมหมวกไต ต่อมใต้สมอง วิตามินอีจะช่วยทำให้แลดูอ่อนกว่าวัย โดยชะลอกระบวนการเสื่อมสภาพของเซลล์ ช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของคอเลสเตอรอลชนิดไม่ดี ช่วยนำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายเพื่อเพิ่มสมรรถภาพความทนทาน นอกจากนี้ยังสร้างและจ่ายพลังงานในร่างกาย เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง และเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้ออกซิเจน ในร่างกาย และสมอง ในข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณวิตามินอีอยู่ 13-18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

5) วิตามินบี 1 (Vitamin B1)

วิตามินบี 1 เป็นวิตามินที่ละลายในน้ำ อยู่ในกลุ่มของวิตามินบีรวม ซึ่งร่างกายไม่สามารถเก็บสะสมไว้ได้ แหล่งที่พบวิตามินบี 1 ได้ตามธรรมชาติ ได้แก่ ผัก โฮลวีท ถั่วเหลือง ข้าวโอ๊ต ถั่วลิสง รำข้าว เปลือกข้าว เมล็ดที่ไม่ผ่านการขัดสี บริวเวอร์ยีสต์ นม ไข่แดง ปลา เนื้อออร์แกนิก เนื้อหมูไม่ติดมัน เป็นต้น ประโยชน์ของวิตามินบี 1 เช่น รักษาโรคจากการขาดวิตามินบี 1 ได้แก่โรคเหน็บชา เสริมสร้างการเจริญเติบโต ช่วยย่อยอาหารจำพวกแป้งได้เป็นดี ช่วยบำรุงประสาท กล้ามเนื้อ และหัวใจให้ทำงานเป็นปกติ ในข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณวิตามินบี 1 อยู่ 0.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Mindell, 2554)

6) เบต้าแคโรทีน (β-carotene)

เบต้าแคโรทีน คือสารตั้งต้นของวิตามินเอ มีบทบาทสำคัญในการรักษาสุขภาพและเพิ่มระบบภูมิคุ้มกันให้ สารอาหารแคโรทีนอยด์ที่ได้จากผักและผลไม้ สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอซึ่งร่างกายจะได้รับประโยชน์จากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ในการช่วยกำจัดอนุมูลอิสระที่ไปทำร้ายเซลล์ร่างกายให้เสื่อมสภาพ ซึ่งแคโรทีนอยด์จะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งบางชนิดและโรคหัวใจ ซึ่งในข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณของเบต้าแคโรทีนอยู่ 63 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม (สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2554)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

7) ลูทีน (Lutein)

สารลูทีน เป็นสารสกัดจากธรรมชาติ จัดอยู่ในกลุ่มสารที่มีสี ในตระกูลแคโรทีนอยด์เป็นสารที่พบบริเวณตา ลูทีนเป็นแคโรทีนอยด์สีเหลือง ซึ่งมีส่วนอย่างมากในการต่อต้านสาร ต้านอนุมูลอิสระ ลูทีนพบได้ทั่วไปในผักใบเขียว ข้าวโพด และไข่แดง มีส่วนสำคัญในการบำรุงลูทีนทำหน้าที่ช่วยให้มองภาพได้คมชัด เห็นรายละเอียดของภาพดีขึ้น สามารถลดอุบัติการณ์ โรคต้อกระจกในผู้สูงอายุได้ ลดความเสี่ยงในการเป็นโรคจุดรับภาพเสื่อม และลดอุบัติการณ์โรคมะเร็งเต้านมในสตรี ลดกลไกการเกิด Plague ในผนังเส้นเลือด ทำให้ลดอัตราการเป็นโรคหัวใจขาดเลือด และโรคหลอดเลือดตีบในสมอง ในข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณของสารลูทีน 84 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม (วินัย ดะห์ลัน, 2550)

8) โพลิฟีนอล (Pholyphenols)

เป็นสารในกลุ่มสารประกอบฟีนอล แหล่งที่พบ คือในผัก ผลไม้ โกโก้ สารสกัดจากเมล็ดองุ่น กระชายดำ ชา โดยเฉพาะชาเขียว พอลิฟีนอลเป็นโภชนเภสัช มีสมบัติที่ดีต่อสุขภาพ คือเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สารต้านมะเร็ง ลดความเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจ ควบคุมความดันโลหิตสูง สมบัติต้านโรคเบาหวาน ป้องกันฟันผุ ซึ่งมีอยู่ในข้าวไรซ์เบอร์รี่ 113.5 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

9) แทนนิน (Tannin)

แทนนิน เป็นสารที่มีโมเลกุลใหญ่และโครงสร้างซับซ้อน มีสถานะเป็นกรดอ่อนรสฝาด เป็นสารให้ความฝาดในพืช พบได้ในพืชหลายชนิด พบได้ในส่วนเปลือกต้น และแก่นไม้เป็นส่วนใหญ่ มีคุณสมบัติตกตะกอนโปรตีน ทำให้หนังสัตว์ไม่เน่าเปื่อย จึงมีการใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนังด้วย แทนนินมีฤทธิ์ฝาดสมาน จึงใช้เป็นยารักษาโรคท้องเสีย และมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ ปริมาณแทนนินในข้าวไรซ์เบอร์รี่ 89.33 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (นิธิยา รัตนาปนนท์ และพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2558)

10) แกมมา โอไรซานอล (Gamma-Oryzanol)

เป็นสารธรรมชาติที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญ และสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าวิตามินอี ถึง 6 เท่าในภาวะที่อยู่ในน้ำ คุณสมบัติเด่นหลายประการ เช่น ลดการเสื่อมสภาพของเซลล์ในร่างกายอันทาให้เกิดการแก่ก่อนวัย มีความสามารถในการป้องการเซลล์ผิวจากการถูกทำลายด้วยแสงแดด และลดระดับของไขมันในเลือด เป็นต้น ในข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณแกมมา โอไรซานอล 462 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม (ศูนย์สุขภาพธรรมชาติบำบัด, 2555)

11) ใยอาหาร (Dietary fiber)

ใยอาหาร คือ ส่วนของพืชผัก ผลไม้ หรือเมล็ดธัญพืชที่รับประทานเข้าไปแต่จะไม่ถูกย่อยโดยน้ำย่อยของคน (ไม่ให้พลังงาน) แต่อาจจะถูกย่อยโดยจุลินทรีย์บางชนิดในทางเดินอาหารของคน ใยอาหารแบ่งได้ 2 ชนิดคือ ใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ และใยอาหารชนิดละลายน้ำ ซึ่งใยอาหารมีประโยชน์ เช่น ช่วยควบคุมระดับน้ำตาล ช่วยลดการดูดซึมของน้ำตาล ช่วยลดระดับไขมันในเลือด ช่วยจับไขมันในอาหาร ป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน ช่วยเพิ่มภูมิต้านทานโรคให้กับร่างกาย ช่วยป้องกันการเกิดโรคหัวใจ ในข้าวไรซ์เบอร์รี่มีใยอาหารอยู่ปริมาณมาก (ประสงค์ เทียนบุญ, 2550)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

2.3 องค์ประกอบภายในแป้ง

แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ในอัตราส่วน 6:10:5 มีสูตรเคมีโดยทั่วไปคือ ($C_6H_{10}O_5$) แป้งเป็นพอลิเมอร์ของกลูโคส ซึ่งประกอบด้วย anhydroglucose unit เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ glucosidic linkage ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 1 ทางด้านตอนปลายของสายพอลิเมอร์มีหน่วยกลูโคสที่มีหมู่แอลดีไฮด์ เรียกว่า Reducing end group แป้งประกอบด้วยพอลิเมอร์ของกลูโคส 2 ชนิด คือพอลิเมอร์เชิงเส้น (อะไมโลส) และพอลิเมอร์เชิงกิ่ง (อะไมโลเพกติน) วางตัวในแนวรัศมี แป้งจากแหล่งที่ต่างกันจะมีอัตราส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพกตินแตกต่างกัน ทำให้คุณสมบัติของแป้งแตกต่างกัน (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2542)

ตารางที่ 2.1 สมบัติที่แตกต่างกันของอะไมโลสและอะไมโลเพคติน

อะไมโลส	อะไมโลเพกติน
1. ประกอบด้วยโมเลกุลกลูโคสที่ต่อกันเป็นเส้นตรงด้วยพันธะ α-1,4	1. โมเลกุลกลูโคสที่ต่อกันด้วยพันธะ α-1,4 และมีการแตกกิ่งด้วยพันธะ α-1,6
2. ประกอบด้วยกลูโคส 200-6000 หน่วย	2. แต่ละกิ่งมีกลูโคส 20-25 หน่วย
3. ละลายน้ำได้น้อยกว่า	3. ละลายน้ำได้ดีกว่า
4. เมื่อต้มในน้ำจะมีความข้นหนืดน้อย	4. ข้นหนืดมากและใส
5. ให้สีน้ำเงินกับสารละลายไอโอดีน	5. ให้สีม่วงแดงหรือสีน้ำตาลแดงกับสารละลายไอโอดีน
6. ต้มแล้วทิ้งไว้จะจับตัวเป็นวุ้นและแผ่นแข็งได้	6. ไม่จับตัวเป็นวุ้นและแผ่นแข็ง

ที่มา : กล้าณรงค์ ศรีรอต (2542)

2.3.1 องค์ประกอบหลักภายในเม็ดแป้ง

1) อะไมโลส (Amylose) เป็นคาร์โบไฮเดรตประเภทพอลิแซ็กคาไรด์ ประเภทฮอโมพอลิแซ็กคาไรด์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักในโมเลกุลของสตาร์ช ซึ่งสตาร์ชจากพืชต่างชนิดกันมีปริมาณอะไมโลสต่างกัน ส่วนที่เหลือเป็นอะไมโลเพกทิน

โดยทั่วไปแป้งจากธัญพืช เช่น แป้งข้าวโพด แป้งสาลี แป้งข้าวฟ่าง มีปริมาณอะไมโลสสูง ประมาณร้อยละ 22-30 ส่วนแป้งจากรากและหัว เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งมันฝรั่ง แป้งสาคูจะมีปริมาณอะไมโลสต่ำกว่าคืออยู่ในช่วงร้อยละ 18-24 น้ำหนักโมเลกุลอะไมโลสอยู่ในช่วง 105-106 ดาลตัน โดยอะไมโลสภายในแป้งแต่ละชนิดจะมีน้ำหนักโมเลกุลที่แตกต่างกันไป เนื่องจากแป้งแต่ละชนิดมี Degree of polymerization (DP) ของอะไมโลสแตกต่างกัน แป้งมันฝรั่งและแป้งมันสำปะหลังมี DP ของอะไมโลส อยู่ในช่วง 1,000-6,000 สูงกว่าแป้งข้าวโพดและแป้งสาลี ซึ่งมี DP ของอะไมโลสในช่วง 200-1,200 แป้งที่มีสายของอะไมโลสยาวมากจะมีแนวโน้มในการเกิดรีโทรเกรเดชันลดลง (กล้าณรงค์ ศรีรอต, 2542)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางโครงสร้างของอะไมโลส

แหล่งแป้ง	ปริมาณอะไมโลส (ร้อยละ)	β -Amylolysis Limit (ร้อยละ)	DP เฉลี่ย	จำนวนสายเฉลี่ย (NC)	ความยาวสายเฉลี่ย (CL)	โมเลกุลกิ่ง (ร้อยละ)
แป้งสาลี	28	88	1,300	4.8	270	27
แป้งข้าวโพด	28	82	930	2.7	340	44
แป้งข้าวเจ้า	17					
Indica		73	1,000	4.0	250	49
Japonica		81	1,100	3.4	320	31
แป้งมันสำปะหลัง	17	75	2,600	7.6	340	42
แป้งมันฝรั่ง	21	80	4,900	9.5	240	

ที่มา : กล้าณรงค์ ศรีรอต (2542)

หมายเหตุ : β –Amylolysis = ร้อยละการย่อยแป้งโดย β–Amylase

DP = Degree of polymerization

NC = Number of Chain

CL = Chain Length

2) อะไมโลเพกติน คือพอลิแซ็กคาไรด์ประเภทฮอโมพอลิแซ็กคาไรด์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเม็ดสตาร์ช เป็นพอลิเมอร์ของน้ำตาลกลูโคสที่จัดเรียงตัวเป็นสายตรงและสายแขนง โดยพันธะไกลโคไซด์สองแบบ คือส่วนที่เป็นพันธะสายตรง เป็นพันธะชนิดแอลฟา-1-4 เหมือนกับอะไมโลส และส่วนที่เป็นสายแขนงจะเชื่อมต่อด้วย พันธะแอลฟา-1-6

สำหรับอะไมโลเพกตินของแป้งข้าวเจ้า ข้าวเหนียว มันสำปะหลัง และมันฝรั่ง สายส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 80-90 ประกอบด้วยกลุ่มเดี่ยวๆ และสายที่เหลืออีกร้อยละ 10-20 จะเป็นส่วนเชื่อมต่อของแต่ละกลุ่ม ในแต่ละกลุ่มประกอบไปด้วยสายประมาณ 22-25 สาย ทำให้เกิดเป็นส่วนผลึกของเม็ดแป้ง ในการจับกันเป็นกลุ่มของอะไมโลเพกตินทำให้เกิดเป็นเกลียวคู่ ซึ่งช่วยให้เม็ดแป้งมีความคงทนต่อการทำปฏิกิริยาด้วยกรดและเอนไซม์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางโครงสร้างของอะไมโลเพกติน

แหล่งแป้ง	ปริมาณอะไมโลเพกติน (ร้อยละ)	DP เฉลี่ย	ความยาวสายเฉลี่ย (CL)	จำนวนสายเฉลี่ย (NC)	ความยาวสายภายนอกเฉลี่ย (ECL)	ความยาวสายภายในเฉลี่ย (ICL)
แป้งสาลี	72	4,800	19	250	13	5
แป้งข้าวโพด	72	8,200	370	370	15	6
แป้งข้าวเจ้า	83					
Indica (IR36)		4,500	220	220	14	6
Japonica		12,800	670	670	13	5
Waxy Rice		18,500	1,000	1,000	12	5
แป้งมันสำปะหลัง	79	9,800	410	410	15	8
แป้งมันฝรั่ง	83					

ที่มา : กล้าณรงค์ ศรีรอต (2542)

อะไมโลเพกตินถือว่าสำคัญมากกว่าอะไมโลส ทั้งด้านโครงสร้าง หน้าที่ และการนำไปใช้ ดังนั้นเมื่อมีอะไมโลเพกตินเพียงอย่างเดียวสามารถรวมตัวเพื่อสร้างเม็ดแป้งได้ ปริมาณของอะไมโลสและอะไมโลเพกตินที่แตกต่างกันทำให้สมบัติของแป้งแตกต่างกัน จะได้แป้งจากข้าวโพดสายพันธุ์ที่มีปริมาณอะไมโลสสูงถึงร้อยละ 70 คือ Amylomaize และสายพันธุ์ที่ไม่มีอะไมโลส คือ Waxy maize

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ตารางที่ 2.4 ปริมาณและสัดส่วนของอะไมโลสและอะไมโลเพกตินในแป้งแต่ละชนิด

	แป้งมันฝรั่ง	แป้งข้าวโพด	แป้งสาลี	แป้งมันสำปะหลัง	แป้งข้าวโพดข้าวเหนียว
อะไมโลส (ร้อยละ น.น.แห้ง)	21	28	28	17	0
อะไมโลเพกติน (ร้อยละ น.น แห้ง)	79	72	72	83	100
DP อะไมโลส	3000	800	800	3000	-
DP อะไมโลเพกติน	2×10^6	2×10^6	2×10^6	2×10^6	2×10^6
จำนวนโมเลกุลอะไมโลส ($\times 10^{20}$) ในแป้ง 1 กรัม	30	130	130	20	0
จำนวนโมเลกุลอะไมโลเพกติน ($\times 10^{17}$) ในแป้ง 1 กรัม	150	130	130	150	190
สัดส่วนจำนวนโมเลกุลของอะไมโลสต่ออะไมโลเพกติน	200	1,000	1,000	150	0
DP เฉลี่ยของโมเลกุลแป้ง	14,00	3,000	3,000	18,000	2,000,000

ที่มา : กล้าณรงค์ ศรีรอต (2542)

อะไมโลเพกตินถือว่าสำคัญมากกว่าอะไมโลส ทั้งด้านโครงสร้าง หน้าที่ และการนำไปใช้ ดังนั้นเมื่อมีอะไมโลเพกตินเพียงอย่างเดียวสามารถรวมตัวเพื่อสร้างเม็ดแป้งได้ ปริมาณของอะไมโลสและอะไมโลเพกตินที่แตกต่างกันทำให้สมบัติของแป้งแตกต่างกัน จะได้แป้งจากข้าวโพดสายพันธุ์ที่มีปริมาณอะไมโลสสูงถึงร้อยละ 70 คือ Amylomaize และสายพันธุ์ที่ไม่มีอะไมโลส คือ Waxy maize

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

2.4 ขนมปุยฝ้าย

ขนมปุยฝ้าย เป็นขนมโบราณที่นำเข้ามาในเมืองไทยโดยคนจีน และเป็นขนมมงคลของคนไทย ชาวจีนเรียกขนมปุยฝ้ายว่า ฮวดโก้ย หมายถึง มีแต่ความเจริญรุ่งเรือง เฟื่องฟู ในงานมงคล ชาวจีนและชาวไทยนิยมนำไปไหว้เจ้า หรือประกอบพิธีงานมงคลต่างๆ ในงานแต่งงานนิยมทำขนมปุยฝ้ายเป็นสีแดง ใช้ไหว้เจ้าหรืองานมงคลต่างๆนิยมใช้สีชมพู ใช้ในงานอวมงคล หรือไหว้บรรพบุรุษที่ล่วงลับไปแล้วนิยมใช้สีขาว ในปัจจุบันยังหาทานได้ง่าย มีหลากหลายสี เช่น ชมพู เขียว ขาว ฟ้า (บรรจง ลักษณ์ โพธิ์แก้ว, 2555)

2.4.1 ส่วนประกอบในขนมปุยฝ้าย

1) แป้งสาลี

แป้งข้าวสาลี (Wheat flour) เป็นแป้งที่ได้จากเมล็ดของข้าวสาลี โดยใช้ส่วนที่เป็นเอนโดเสเปิร์ม นำมาโม่ให้เป็นผงละเอียด โปรตีนในแป้งสาลี ทำให้แป้งสาลีมีสมบัติเฉพาะที่ต่างจากแป้งอื่น ประกอบด้วย โปรตีนกลูเตน และไกลอะดิน ในสัดส่วนเท่าๆ กัน จะสร้างพันธะไดซัลไฟด์ ทำให้ได้กลูเตน ซึ่งมีลักษณะเหนียวและยืดหยุ่น สามารถเก็บกักก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตขึ้นโดยสารที่ทำให้ขึ้นฟู เช่น ยีสต์ หรือผงฟู เอาไว้ได้ ทำให้รักษารูป (นิธิยา รัตนาปนนท์ และพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2558) ชนิดของแป้งสาลีแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ชนิด คือ

1.1) แป้งขนมปัง

เป็นแป้งชนิดหนักมีโปรตีนสูง ต้องใช้ยีสต์หรือแป้งเชื้อเป็นตัวทำให้ขึ้นฟู เนื้อแป้งหยาบเหมาะที่จะใช้ทำขนมปัง หรือขนมที่มีลักษณะคล้ายขนมปัง เช่น โดนัทยีสต์ พิซซ่า ปาท่องโก๋ โรตี หรือผลิตภัณฑ์จำพวกเส้นบะหมี่แผ่นเกี๊ยว แป้งขนมปังที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เช่น แป้งตรานกอินทรี แป้งตราห่าน แป้งตรากำแพงเมืองจีน

1.2) แป้งเค้ก

เป็นแป้งชนิดเบาเนื้อแป้งละเอียด มีโปรตีนต่ำกว่าแป้งขนมปัง เหมาะที่จะใช้ทำขนมเค้ก และขนมที่มีเนื้อละเอียด เบา ฟู เช่น ขนมปุยฝ้าย ซาลาเปา แยมโรล ขนมไข่ แพนเค้ก ฯลฯ แป้งชนิดนี้ ใช้ผงฟูหรือเบคกิ้งโซดา เป็นตัวทำให้ฟู แป้งเค้กที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เช่น แป้งตรากิเลนแดง แป้งตรากิเลนเขียว แป้งตราพัดโบก แป้งตราบัวแดง

1.3) แป้งสาลีธรรมดา หรือแป้งอเนกประสงค์

เป็นแป้งที่ทำมาจากข้าวสาลีชนิดเบาและหนักผสมกัน จึงเป็นแป้งที่ทำขนมจากแป้งสาลีได้ทุกอย่าง แต่ลักษณะของเนื้อขนมที่ได้จะต่างกับที่ใช้แป้งเฉพาะอย่างบ้างเล็กน้อย เช่น ถ้าใช้ทำขนมปัง ความหนืดของเส้นใย ขนมปังจะไม่ดีเท่ากับใช้แป้งขนมปังโดยตรง หรือเค้กที่ทำจากแป้งอเนกประสงค์จะได้เนื้อขนมไม่นุ่ม หรือเนื้อละเอียดเท่ากับใช้แป้งเค้ก แต่แป้งชนิดนี้จะราคาถูกและหาซื้อง่ายกว่าแป้งชนิดอื่น แป้งอเนกประสงค์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด เช่น แป้งตราหัวกวาง แป้งตรากบ (สุมนา สุนทรเวชพงษ์, 2554)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

2) น้ำตาล

น้ำตาล (Sugar) คือสารประกอบคาร์โบไฮเดรตประเภทโมโนแซ็กคาไรด์และไดแซ็กคาไรด์ ซึ่งมีรสหวาน โดยทั่วไปจะได้มากจากอ้อย มะพร้าว แต่เดิมนั้นน้ำตาลที่นำมาใช้ทำขนมคือน้ำตาลจากตาลหรือมะพร้าว ในบางท้องที่ใช้น้ำตาลอ้อย น้ำตาลทรายถูกนำมาใช้ภายหลัง ประเภทของน้ำตาลแบ่งได้ ดังนี้

2.1) น้ำตาลทรายดิบ (Raw sugar) คือน้ำตาลทรายที่ใช้ส่งออกเพื่อจำหน่ายในต่างประเทศ หรือเก็บไว้เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำตาลทรายขาว โดยน้ำตาลทรายดิบจะมีสีน้ำตาลเข้ม มีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่ และมีความบริสุทธิ์ต่ำ

2.2) น้ำตาลทรายดิบคุณภาพสูง (High pol sugar) คือน้ำตาลทรายดิบที่นำมาผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์บางส่วน สีของน้ำตาลเป็นสีเหลืองแกมน้ำตาล สามารถนำไปบริโภคได้โดยตรง แต่ไม่เป็นที่นิยมของคนส่วนใหญ่ ยกเว้นในประเทศที่กำลังพัฒนาและมีกำลังซื้อค่อนข้างต่ำ เนื่องจากน้ำตาลชนิดมีราคาถูกกว่าน้ำตาลทรายขาว

2.3) น้ำตาลทรายขาว (White sugar) คือน้ำตาลที่ได้มาจากการสกัดเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำตาลทรายดิบ และเป็นที่นิยมในการใช้บริโภค

2.4) น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ (Refined sugar) คือน้ำตาลที่ผ่านกระบวนการผลิตคล้ายกับน้ำตาลทรายขาว แต่จะมีความบริสุทธิ์มากกว่า มีลักษณะเป็นเม็ดสีขาวใส นิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้น้ำตาลที่มีความบริสุทธิ์มาก เช่น เครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลม เครื่องดื่มบำรุงกำลัง รวมไปถึงอุตสาหกรรมยา เป็นต้น

2.5) น้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ (Super refined sugar) คือน้ำตาลที่ผ่านกระบวนการผลิตเหมือนน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ แต่จะมีความบริสุทธิ์มากกว่า นิยมนำไปใช้ในอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้น้ำตาลที่มีความบริสุทธิ์มากๆ เป็นส่วนประกอบ

2.6) น้ำตาลปี๊บ (Paste Sugar) คือน้ำตาลที่ได้จากเอาน้ำตาลทรายขาวมาเคี่ยวจนมีความเข้มตามที่กำหนด แล้วนำไปบรรจุขณะยังร้อนและผึ่งให้น้ำตาลแข็งตัวโดยใช้ลมเย็น

2.7) น้ำตาลทรายแดง (Brown sugar) คือน้ำตาลที่ได้จากการเอาน้ำตาลทรายดิบมาละลายกับน้ำอ้อยใสและน้ำเชื่อมดิบในอัตราส่วนที่กำหนด

2.8) น้ำเชื่อม (Liquid sugar) คือน้ำตาลที่ได้จากการแปรสภาพจากผลึกของน้ำตาลเป็นน้ำเชื่อม นิยมนำมาใช้เพื่อความสะดวกในกระบวนการผลิตต่างๆ เช่น น้ำอัดลม เครื่องดื่มชูกำลัง

2.9) น้ำตาลแร่ธรรมชาติ (Mineral sugar) คือน้ำตาลที่ได้จากการผสมคาราเมล ซึ่งได้มาจากการเคี่ยวน้ำตาลกับโมลาส (Molasses) ซึ่งมีแร่ธาตุธรรมชาติจากอ้อย แล้วจึงนำไปผสมกับน้ำตาลทรายขาวตามสัดส่วนที่เหมาะสม เพื่อให้แร่ธาตุจากอ้อยที่สูญเสียไปกับกากน้ำตาลในกระบวนการตกผลึกของน้ำตาล กลับคืนสู่น้ำตาล

2.10) กากน้ำตาล (Molasses) คือผลพลอยได้จากการผลินน้ำตาล นิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำคัญในภาคอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ การผลิตสุรา แอลกอฮอล์ ผลิตผงชูรส น้ำส้มสายชู เป็นต้น (รวิวรรณ เทนอิสสระ และคณะ, 2555)

3) ผงฟู

สารเคมีผสมที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ขึ้นฟูผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ขึ้นฟูด้วยผงฟู ได้แก่ เค้ก โดนัท คุกกี้ ปาท่องโก๋ ผงฟูสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

3.1) ผงฟูกำลังหนึ่ง (Single acting baking powder) มีส่วนผสมของกรดชนิดเดียว เช่น ครีมออฟทาร์ทาร์ ซึ่งเป็นเกลือโพแทสเซียมของกรดทาร์ทาริก จะผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทันทีอย่างรวดเร็ว ขณะที่ผสมและระหว่างที่รอเข้าอบ

3.2) ผงฟูกำลังสอง (Double acting baking powder) ผงฟูที่มีส่วนผสมของกรด 2 ประเภท ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับเบกกิ้งโซดา เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิต่างกัน คือประเภทที่เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งจะทำให้ขึ้นฟูในขั้นตอนการผสม และการหมักแป้ง และอีกประเภทหนึ่งเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูง จะทำให้ขนมขึ้นฟูอีกครั้งขณะอบในเตาอบ เช่น โซเดียมแอซิดไพโรฟอสเฟต โซเดียมอะลูมิเนียมซัลเฟต ใช้กับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ต้องรอการอบนาน เช่น โดแช่เยือกแข็ง

4) ไข่

ไข่สามารถบริโภคในชีวิตประจำวันได้หลายรูปแบบ และยังเป็นวัตถุดิบสำหรับการแปรรูปอาหาร และสามารถนำไปทำการถนอมอาหารเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้หลากหลาย เช่น ไข่เค็ม ไข่เยี่ยวม้า ไข่ผง และใช้เป็นส่วนผสม ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ขนมไทยหลายชนิดไข่ที่ใช้ในการทำขนมหวานไทย จะใช้ทั้งไข่ไก่และไข่เป็ด การนำไข่มาตีให้ขึ้นฟูมากจะเป็นตัวเก็บฟองอากาศช่วยทำให้ขนมโปร่งฟู การเลือกใช้ไข่ควรใช้ไข่ที่ใหม่และสด

5) สีผสมอาหาร

สีผสมอาหาร หมายถึง วัตถุเจือปนอาหาร ที่ผสมในอาหารโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ เพื่อแต่งสีผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อให้มีสีเป็นที่ดึงดูดใจผู้บริโภค เพื่อแต่งสีผลิตภัณฑ์อาหารซึ่งอาจสูญเสียหรือเปลี่ยนไปมากในระหว่างกระบวนการแปรรูปอาหารหรือการเก็บรักษาอาหาร และเพื่อแต่งสีผลิตภัณฑ์อาหารที่มีสีธรรมชาติแปรเปลี่ยนตามฤดูกาลและสภาพภูมิอากาศ สีผสมอาหารมีอยู่ 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

5.1) สีธรรมชาติ ได้แก่ สีที่ได้จากการสกัดจากวัตถุดิบธรรมชาติ ซึ่งมีรงควัตถุเป็นส่วนประกอบของเซลล์พืช หรือสัตว์ และสารสกัดจากธรรมชาติที่ให้สีต่างๆ เช่น สีเขียวมาจากใบเตยหอม คะน้า สีส้มมาจากแครอท เป็นต้น

5.2) สีสังเคราะห์ หมายถึง สีอินทรีย์ที่ได้จากการสังเคราะห์ ซึ่งมีลักษณะถูกต้องตามข้อกำหนดและ ปลอดภัยต่อการบริโภคสีสังเคราะห์มีราคาถูกกว่า ให้สีสดและสม่ำเสมอกว่าและให้สีในช่วงที่กว้างกว่า นอกจากนี้ยังมีขายทั้งในรูปแม่สี และสีผสมในรูปผง สารละลาย และสารละลายแขวนลอย ซึ่งสะดวกต่อการเลือกใช้กับอาหารชนิดต่างๆ (นิธิยา รัตนาปนนท์ และพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2558)

6) กลิ่นวานิลลา

กลิ่นวานิลลาเป็นเครื่องเทศชนิดเดียวที่มาจากพืชในวงศ์กล้วยไม้ เป็นไม้เลื้อยที่มีถิ่นกำเนิดในอเมริกากลางและใต้ และในปัจจุบันนอกจากช็อกโกแล็ตยังใช้วานิลลาแต่งกลิ่นไอศกรีม ขนมอบ ลูกกวาดและทอฟฟี่ รวมทั้งใช้ในน้ำหอม และยาบางชนิด ด้วยวิธีการที่ยุ่งยากและซับซ้อนเช่นนี้ ทำให้วานิลลาเป็นเครื่องเทศที่มีราคาแพง มีการสังเคราะห์วานิลลาขึ้นมาแทนเพื่อให้มีราคาถูกลง โดยใช้น้ำมันกานพลู น้ำมันอบเชย หรือใช้ขี้เลื่อยเป็นวัตถุดิบ (ศศิวิมล แสวงผล และคณะ, 2546)

ผลิตภัณฑ์จากวานิลลาที่จำหน่ายอยู่ในตลาดโลก มีหลายชนิดแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการใช้ โดยส่วนใหญ่จะใช้วานิลลาในการปรุงแต่งกลิ่น รสอาหาร รวมทั้งเครื่องดื่ม โดยสามารถแบ่งผลิตภัณฑ์ออกเป็น 4 ประเภทคือ

6.1) สารสกัดวานิลลา เป็นสารละลายน้ำผสมแอลกอฮอล์ ที่ประกอบด้วยกลิ่นและรสชาติจากฝักวานิลลา อาจมีการเพิ่มความหวานจากน้ำตาล

6.2) วานิลลาทิงเจอร์ วิธีการสกัดคล้ายวานิลลาสกัดแต่แตกต่างกันตรงวานิลลาทิงเจอร์มีปริมาณแอทิล แอลกอฮอล์มากกว่าร้อยละ 38 ซึ่งนิยมใช้กันมากในอุตสาหกรรมยา

6.3) วานิลลาโอริโอเรซิน (Vanilla oleoresin) เป็นของเหลวข้น ที่ได้จากการสกัดด้วยสารชนิดหนึ่งแทนที่ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ มีกลิ่นและรสด้อยกว่าสารสกัดวานิลลา นำไปใช้ในการแต่งปรุงกลิ่น

6.4) วานิลลาผง ได้จากการเอาฝักวานิลลาที่ผ่านการหมักบ่มแล้วมาทำให้แห้ง บดเป็นผงละเอียด ใช้สำหรับผสมอาหารและยา

7) เอสพี (SP) หรือโอวาเลต (Ovalet)

เป็นสารที่ใช้ในการทำเค้กที่มีไข่เป็นส่วนผสมหลัก มีลักษณะเป็นครีมใส สีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นหอมอ่อนๆ เหมาะสำหรับเค้กไข่ และซาลาเปา คุณสมบัติของเอสพีคือ ใช้ในการผสมเค้กแบบขั้นตอนเดียว สามารถตั้งส่วนผสมทิ้งไว้เพื่อรออบได้ประมาณ 2-3 ชั่วโมงช่วยให้เนื้อขนมละเอียด นุ่ม และเก็บความชื้นได้นาน ปริมาณในการใช้ และใช้ปริมาณร้อยละ 2 ของน้ำหนักรวมของแป้ง น้ำตาลและไข่ หรือร้อยละ 3-5 ของน้ำหนักแป้ง

2.5 การออกแบบการทดลองแบบบ็อกซ์-เบห์นเคน (Box-behnken design)

บ็อกซ์-เบห์นเคน เป็นวิธีการออกแบบการทดลองสำหรับการแก้ปัญหา 3k แฟคเทอเรียล (Factorial) ในการหาค่าพื้นผิวตอบสนอง วิธีการออกแบบนี้ได้รวมวิธีการ 2k แฟคเทอเรียล กับการออกแบบบล็อกที่ไม่สมบูรณ์เข้าด้วยกัน ผลการออกแบบทำให้ได้ประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ในเรื่องของการใช้จำนวนการทดลองที่น้อยลง และในกรณีที่ต้องการเพิ่มตัวแปรเข้าไปในการทดลองวิธีการออกแบบของบ็อกซ์-เบห์นเคนสามารถใช้การทดลองที่กำหนดไว้แล้วก่อนหน้านั้นได้ในการออกแบบการทดลองใหม่ (พลวริน พลยิ่ง, 2551)

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

บ็อกซ์-เบห์นเคนเป็นการออกแบบที่คล้ายกับการออกแบบการทดลองแบบ CCD (Central Composite Design) แต่ต่างกันที่จุดบนแกนจะอยู่ในระนาบเดียวกับจุดที่เป็น Factorial และทำซ้ำที่จุดกึ่งกลาง แต่ละปัจจัยจะมี 3 ระดับ คือ -1, 0, 1

ตารางที่ 2.5 การออกแบบการทดลองแบบบ็อกซ์-เบห์นเคน 3 ปัจจัย

สิ่งทดลองที่	ปัจจัย			Point types
	X1	X2	X3	
1	-1	-1	0	Full Factorial Design
2	-1	1	0	
3	1	-1	0	
4	1	1	0	
5	1	0	-1	
6	1	0	1	
7	0	-1	-1	
8	0	-1	1	
9	0	1	-1	
10	0	1	1	
11	0	0	-1	Axial Point
12	0	0	1	
13	0	0	0	Center Point
14	0	0	0	

ที่มา : นงเยาว์ ชูสุข (2552)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

2.6 การวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยคือกระบวนการทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยมีเป้าหมาย 2 ประการ คือเพื่อพยากรณ์ค่าของตัวแปรตามและเพื่อศึกษาปัจจัยสาเหตุของตัวแปรตาม ผลการศึกษานำไปสู่การใช้ประโยชน์ที่ต่างกันคือ ในกรณีศึกษาเพื่อการพยากรณ์ จะนำผลการพยากรณ์ไปใช้กำหนดค่าของตัวแปรตามเมื่อตัวแปรอิสระมีค่าอื่นตามกำหนด หรือเพื่อกำหนดค่าอนาคตของตัวแปรเมื่อตัวแปรอิสระมีค่าอื่นที่คาดว่าจะเป็นไปได้ในภายหน้า เช่น การพยากรณ์ยอดขายซึ่งจะถูกนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจด้านการผลิต ด้านการขาย ด้านการส่งเสริมการขาย ค่าพยากรณ์จำนวนนักท่องเที่ยวนาสู่การบริหารการท่องเที่ยวและบริหารทรัพยากรการท่องเที่ยว ในกรณีศึกษาตามแนวทางความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ นำไปสู่การกำหนดนโยบายลงไปที่ตัวแปรอิสระเพื่อควบคุมให้ค่าตัวแปรตามเป็นไปตามความต้องการ

2.6.1 สมการถดถอยและข้อตกลงการถดถอย

เนื่องจากในการวิเคราะห์การถดถอยนั้นมีตัวแปรอิสระที่ใช้ควบคุมหรืออธิบายตัวแปรตามได้มากมายหลายตัว ทั้งที่เป็นไปตามทฤษฎีและวรรณกรรมและที่เป็นไปตามเหตุผลและสถานการณ์เชิงประจักษ์ ในจำนวนนี้จะมีตัวแปรจำนวนมากที่ไม่รู้จักหรือรู้จักแต่ไม่มีข้อมูล หรือหาข้อมูลไม่ได้ หรือไม่อาจหา proxy ที่เหมาะสมมาใช้แทน หรือตัวแปรมีความเป็นนามธรรม หรือเป็นข้อมูลอนุกรมเวลา แต่บันทึกไว้ด้วยนิยามเวลาต่างกัน หรือไม่บันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ตัวแปรเหล่านี้แม้ไม่ปรากฏในสมการถดถอยแต่ก็ยังคงแอบส่งอิทธิพลต่อตัวแปรตาม นอกนี้ยังมีความคลาดเคลื่อนจากการวัดอีกด้วย ด้วยเหตุนี้จึงรวมตัวแปรดังกล่าวที่นอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในสมการรวมทั้งความคลาดเคลื่อนจากการวัดไว้ในที่เดียวกัน เรียกว่า residual หรือ disturbance term ใช้สัญลักษณ์ ε หรือ u ตัวแปร u จึงมีส่วนประกอบที่หลากหลายมากมาย ยากแก่การควบคุมให้อยู่นิ่งๆ ทั้งไม่ทราบทิศทางหรือปริมาณที่จะพึงมีในแต่ละวาระในข้อมูลอนุกรมเวลา (time series) หรือในแต่ละหน่วยวิเคราะห์ในข้อมูลภาคตัดขวาง (cross section)

กำหนดให้ Y = ตัวแปรตาม (dependent variable หรือ target variable หรือ endogenous variable)

กำหนดให้ X_j ; j =1 ,2 ,..., k คือตัวแปรอิสระที่ทาหน้าที่อธิบายหรือคาดคะเนความผันแปรของตัวแปรตาม (เรียกว่า explained variable หรือ predictor หรือ independent variable หรือ exogenous variable)c

กำหนดให้ β_j ; j =1,2 ,..., k คือน้ำหนักของ X_j ที่มีต่อ Y คือ เรียกว่า partial regression weight หรือ partial regression coefficient

กำหนดให้ u คือส่วนเหลือหรือตัวก่อกวน

ดังนั้นสมการถดถอยเชิงเส้นคือสมการความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่าง X_j's กับ Y ดังนี้คือ $\beta_0 + \sum_j^k = 1\ \beta_j X_j + u$ โดยที่ $\beta_j = \frac{\Delta Y}{\Delta X_j}$ หมายถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปร Y เมื่อตัวแปร X_j's เปลี่ยนค่าไป 1 หน่วย (มนตรี พิริยะกุล, 2544)

2.6.2 ตัวอย่างการวิเคราะห์การถดถอย

1) ต้องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาหลักสถิติกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารที่ให้กับลูกสุกรกับน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

3) ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการให้น้ำมีอิทธิพลต่อผลผลิตของข้าวหรือไม่

4) ศึกษาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเชือกมีผลต่อความเหนียวของเส้นเชือกที่ผลิตหรือไม่

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศศิพร รัตนสุวรรณ์ และณัฐพร แสงขันทอง (2558) ได้ทำการศึกษาการใช้ฟักทองผงในการทดแทนแป้งสาลีในขนมปุยฝ้าย เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพของฟักทองผงที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตัวอย่างมีความชื้นร้อยละ 10 เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความชื้นโปรตีน ไขมัน กากใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 7.07, 8.36, 0.92, 6.23, 4.83 และ 72.58 ตามลำดับ ค่าสี L* a* b* เท่ากับ 69.13, 5.57 และ 36.43 ตามลำดับ จากนั้นนำฟักทองผงมาทดแทนแป้งสาลีในขนมปุยฝ้ายที่ ร้อยละ 0, 5, 10, 15 และ 20 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ผลการทดลองพบว่าเมื่อปริมาณฟักทองผงเพิ่มขึ้น มีผลให้ความชื้น โปรตีนและไขมันของขนมปุยฝ้ายฟักทองมีแนวโน้มลดลง ($p<0.05$) ในขณะที่กากใย เถ้าและคาร์โบไฮเดรตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p>0.05$) คุณภาพทางกาย พบว่า ค่าสี L* และปริมาตรจำเพาะลดลง ในขณะที่ค่าสี a* b* และค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าขนมปุยฝ้ายที่ระดับฟักทองร้อยละ 10 ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรสชาติความนุ่ม ความยืดหยุ่นและความชอบรวมสูงสุด

ชไมพร เพ็งมาก และสุธาสินี ศรีวิไล (2557) ได้ทำการการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งตาลโตนด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการทำแห้งแป้งตาลโตนด โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 65 และ 70 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด และนำไปทดแทนในส่วนผสมแป้งของขนมไทย 3 ชนิด คือขนมชั้น ขนมน้ำดอกไม้ และขนมปุยฝ้าย เพื่อให้ได้สีและกลิ่นที่เหมาะสม จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า การอบแห้งแป้งตาลโตนดที่ 60 องศาเซลเซียส มีคุณสมบัติเหมาะสมในการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์และสามารถใช้แป้งตาลโตนดร้อยละ 10 ในการทดแทนส่วนผสมแป้งของผลิตภัณฑ์ขนมไทย 3 ชนิด คือขนมชั้น ขนมน้ำดอกไม้ และขนมปุยฝ้าย ส่วนองค์ประกอบทางเคมีจะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ที่เติมลงไปในส่วนผสม สำหรับการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 คน จะให้การยอมรับขนมปุยฝ้ายถึง 66 คน ขนมชั้น 28 คน และขนมน้ำดอกไม้ 6 คน และผู้บริโภคทุกคนยินดีซื้อผลิตภัณฑ์ทุกชนิดในราคา 20 บาท จึงมีความเป็นไปได้ที่ผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายแป้งตาลโตนดจะสามารถนำออกจำหน่ายในท้องตลาดได้ แต่อย่างไรก็ตาม ไม่ควรเก็บขนมปุยฝ้ายไว้เกิน 1 วัน เนื่องจากมีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐานในวันรุ่งขึ้น ซึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแล้วขนมไทยจะมีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

นรินทร์ภพ ช่วยการ และคณะ (2556) ได้ศึกษาอิทธิพลของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อสมบัติทางเคมี-กายภาพและทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมไขมันต่ำ โดยศึกษาอิทธิพลของ RF (Riceberry flour, RF) โดยแปรปริมาณ RF เป็นร้อยละ 3, 5 และ 7 แล้วลดสัดส่วนของปริมาณกะทิ (UHT ตราชาวเกาะ) เป็นร้อยละ 50, 36.7 และ 23.4 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการทดสอบแล้ว พบว่า RF มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า กากใยหยาบ และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 11.53, 8.32, 1.40, 1.45, 1.95 และ 75.35 ตามลำดับ สำหรับประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของ RF พบว่ามีค่า TPC (Total phenolic content) เท่ากับ 1.49 มิลลิกรัมของกรดแกลลิคต่อกรัม, ค่า ORAC (Oxygen radical absorbance capacity) และ FRAP (Ferric reducing antioxidant power) เท่ากับ 73.62 และ 7.03 ไมโครโมล (TE) ต่อกรัม (โดยน้ำหนักเปียก) จากนั้นมีการตรวจสอบสมบัติทางเคมี-กายภาพ พบว่าการใช้ RF ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อค่า pH แต่มีผลให้ความหนืดของ ICM (Ice Cream Mix) เพิ่มสูงขึ้น และได้มีการตรวจสอบการขึ้นฟู ไอศกรีมที่ใช้ RF ร้อยละ 7 มีร้อยละการขึ้นฟูต่ำสุด ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เป็นผลมาจากความหนืดที่สูงขึ้น นอกจากนี้การลดปริมาณกะทิลงทำให้เกิดการรวมตัวกันบางส่วนของเม็ดไขมันได้น้อยลง ส่งผลให้ร้อยละการสูญเสียสภาพของไขมันน้อยลง นอกจากนี้การเติม RF ในปริมาณเพิ่มขึ้นยังส่งผลให้ค่า L^*, h° ลดลง แต่ a^* เพิ่มมากขึ้น ($p \leq 0.05$) เนื่องจากรงควัตถุของข้าวหรือปริมาณแอนโธไซยานินที่มีสีแดงและม่วงละลายในน้ำได้ดี เมื่อละลายในไอศกรีมส่งผลให้ไอศกรีมมีสีม่วงเข้มขึ้น แต่ไม่ส่งผลต่อค่า b^* ส่วนการยอมรับโดยรวมด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5 Point scoring test) โดยใช้ผู้ทดสอบชิมกึ่งฝึกฝนจำนวน 30 คน ไอศกรีมที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 5 มีคะแนนการยอมรับพอดีของสีม่วง กลิ่นรสข้าว และความแน่นเนื้อ นอกจากนี้ยังมีคะแนนการยอมรับรวมสูงสุด

อภิญญา เจริญกูล (2556) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้แป้งข้าวกล้องงอกทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของมัฟฟิน ทำการทดลองโดยทดแทนแป้งสาลีในอัตราส่วน 0 (สูตรควบคุม), 25, 50, 75 และร้อยละ 100 โดยน้ำหนักแป้ง จากการศึกษาพบว่า เมื่อปริมาณการทดแทนแป้งสาลีเพิ่มขึ้น ทำให้มัฟฟินมีสีคล้ำลง มีค่า L^* ลดลง ค่า a^* และค่า b^* เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) มัฟฟินมีลักษณะเนื้อแน่น และแข็งร่วน โดยมีการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการอบ ความหนาแน่นและค่าแรงตัดขาดเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) แต่ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาตรจำเพาะลดลง ส่วนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า เมื่อปริมาณการทดแทนแป้งสาลีเพิ่มขึ้น ทำให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมลดลง แต่อย่างไรก็ตามมัฟฟินที่มีการทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 50 โดยน้ำหนักแป้ง มีคะแนนความชอบในทุกด้านไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ($p \geq 0.05$) ดังนั้นจึงสามารถใช้แป้งข้าวกล้องงอกทดแทนแป้งสาลีในมัฟฟินได้ร้อยละ 50 โดยน้ำหนักแป้ง

อุทัยวรรณ ทองทั้งวงศ์ และสุนทรี สุวรรณสิชณน์ (2551) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้แป้งข้าวสีนิลทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 50-100 ต่อคุณภาพด้านต่างๆ ของบัตเตอร์เค้ก ผลการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มระดับการทดแทนด้วยแป้งข้าวสีนิลจะทำให้ส่วนผสมเค้กมีค่าความถ่วงจำเพาะเพิ่มขึ้น ค่าร้อยละความคงตัวของอิมัลชันลดลง ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีปริมาตรและความชื้นลดลง แต่มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) จากการวิเคราะห์เค้าโครงลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture profile analysis) ด้วยเครื่อง Texture analyzer พบว่าบัตเตอร์เค้กที่ระดับการ

ทดแทนร้อยละ 50-80 มีค่าความแน่นเนื้อ ความเหนียวคล้ายยาง และความยากในการเคี้ยวต่ำกว่าสูตรควบคุมที่ใช้แป้งสาลีล้วน แต่เมื่อเพิ่มระดับการทดแทนเป็นร้อยละ 90-100 บัตเตอร์เค้กที่ได้จะมีค่าดังกล่าวใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 100 คนพบว่า บัตเตอร์เค้กแป้งข้าวสีนิลที่ทุกระดับการทดแทนมีคะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อ สัมผัส และความชอบโดยรวมน้อยกว่าสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) โดยระดับการทดแทนสูงสุดที่ผลิตภัณฑ์ยังคงได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคคือร้อยละ 70

ชุติมา อัศวเสถียร และคณะ (2547) งานวิจัยนี้ศึกษาการใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ซาลาเปา แป้งข้าวกล้องที่ผลิตได้มีความชื้น โปรตีน ไขมัน กากใย และเถ้า ในปริมาณร้อยละ 12.00, 8.39, 4.07, 1.28 และ 1.56 ตามลำดับ และจากการใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ซาลาเปาปริมาณร้อยละ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 ของน้ำหนักแป้งในสูตร พบว่าปริมาตรของซาลาเปาและอัตราการเกิดโดของแป้งมีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อมีการใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่มากขึ้น ซึ่งส่งผลถึงค่าแรงตัดขาดสูงสุดของซาลาเปา คือ การใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่มากขึ้น ค่าแรงตัดขาดของซาลาเปาจะมีแนวโน้มลดลง ค่าสีจะมีค่าลดลงเมื่อมีการใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีในปริมาณที่มากขึ้น และซาลาเปาที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องร้อยละ 10 ของน้ำหนักแป้ง ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรี

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต

3.1.1 ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (เกษตรกร ตำบลทับยา อำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี)
3.1.2 แป้งสาลี (ยี่ห้อบัวแดง, บริษัท ยูเอฟเอ็ม ฟู้ดเซ็นเตอร์ จำกัด กรุงเทพมหานคร)
3.1.3 ผงฟู (ยี่ห้อเบสท์ โอเตอร์, บริษัท อาร์ แอนด์ บี ซัพพลาย จำกัด กรุงเทพมหานคร)
3.1.4 ไข่ไก่ (ตลาดสระแก้ว, อำเภอเมือง, จังหวัดลพบุรี)
3.1.5 น้ำตาลทราย (ยี่ห้อวังขนาย, บริษัท ครีเดนซ์ จำกัด กรุงเทพมหานคร)
3.1.6 กลิ่นวานิลา (ยี่ห้อวินเนอร์, บริษัทเกรทฮิลล์ จำกัด กรุงเทพมหานคร)
3.1.7 น้ำเปล่า (ยี่ห้อสิงห์, บริษัทวังน้อยเบเวอเรช จำกัด จังหวัดพระนครศรีอยุธยา)
3.1.8 เอสพี (SP) (ยี่ห้อเอสพี, บริษัทอเมริกันเบเกอร์ จังหวัดสมุทรสาคร)

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการผลิต

3.2.1 เครื่องชั่ง (Analytical balance; ยี่ห้อ mettle, รุ่น K5SS, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
3.2.2 ตู้อบแบบถาด (Tray dryer, รุ่น TTM, ประเทศไทย)
3.3.3 ตู้เย็น (Refrigerator, ยี่ห้อ Snowland, รุ่น Trezio, ประเทศไทย)
3.3.4 เครื่องบด (Polymix® ยี่ห้อ Kinematica, รุ่น System PX-MFC 90 D, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
3.3.5 เครื่องร่อน (Minor 200/23050, ยี่ห้อ Endecotts, ประเทศอังกฤษ)
3.3.6 อุปกรณ์เครื่องครัว ได้แก่ ผ้าขาวบาง ชุดถ้วยตวง ชุดช้อนตวง หม้อ ทัพพี เป็นต้น

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์

3.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1) เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Analytical balance; ยี่ห้อ mettle, รุ่น K5SS, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

2) เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer; ยี่ห้อ Stable micro systems, รุ่น TA-XT2; ประเทศอังกฤษ)

3) เครื่องวัดสี (Spectrophotometer, ยี่ห้อ Hunter Lab, รุ่น Color Flex EZ, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

4) เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (a_w) (Water activity meter, ยี่ห้อ Aqualab model series 4, รุ่น Decagon device inc, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

5) เครื่องวัดความชื้น (Moisture analyzer; ยี่ห้อ Ohaus, รุ่น MB45, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

6) ชุดอุปกรณ์สำหรับหาปริมาตรจำเพาะ เช่น กระบอกตวง เมล็ดงา เป็นต้น

3.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1) เครื่องสกัดไขมันแบบ Soxhlet (ยี่ห้อ BUCHI extraction system รุ่น B-811, ประเทศเยอรมนี)

2) ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า (Hot air oven รุ่น YXD-1A, ประเทศไทย)

3) โถดูดความชื้น (Desiccator)

4) ช้อนตักสาร (Spatula)

5) กระป๋องอะลูมิเนียม (Moisture can)

6) กระดาษกรอง (Filter papers)

3.3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

1) เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Analytical balance; ยี่ห้อ Mettle, รุ่น K5SS, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

2) ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol burner)

3) ห่วงเขี่ยเชื้อ (Loop)

4) จานเพาะเชื้อ (Petri dish)

5) ชุดเครื่องแก้ว เช่น ขวดบรรจุสารละลาย (Reagent bottle), ปิเปต (Pipette), กระบอกตวง (Cylinder) เป็นต้น

3.3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

1) แบบสอบถาม

2) อุปกรณ์สำหรับการชิม

3.4 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

3.4.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

1) กรดบอริก (Boric acid; H3BO3, Merck, ประเทศเยอรมันนี)

2) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide; NaOH, Univar, ประเทศออสเตรีย)

3) อินดิเคเตอร์ ประกอบด้วย

3.1) เมธิลเรด (Methyl red; Panreac, บาร์เซโลน่า, ประเทศสเปน)

3.2) โบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green; Labchem, ประเทศออสเตรีย)

4) กรดซัลฟิวริก (sulfuric acid; H_2SO_4, Univer, ประเทศออสเตรีย)

5) ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether; RDI Labscan, ประเทศไทย)

6) กรดอะซิติก (Acetic acid; C2H4O2, J.T. Baker, ประเทศไทย)

7) กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric; HCL, กานต์เคมี, ประเทศไทย)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิพัฒน์

3.4.2 อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

1) PCA (Plate count agar: Himdia, ประเทศอินเดีย)

2) PDA (Plate dextrose agar: Himdia, ประเทศอินเดีย)

3.5 เครื่องมือในการประมวลผลงานวิจัย

3.5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

3.5.2 โปรแกรม Microsolf excel 2013

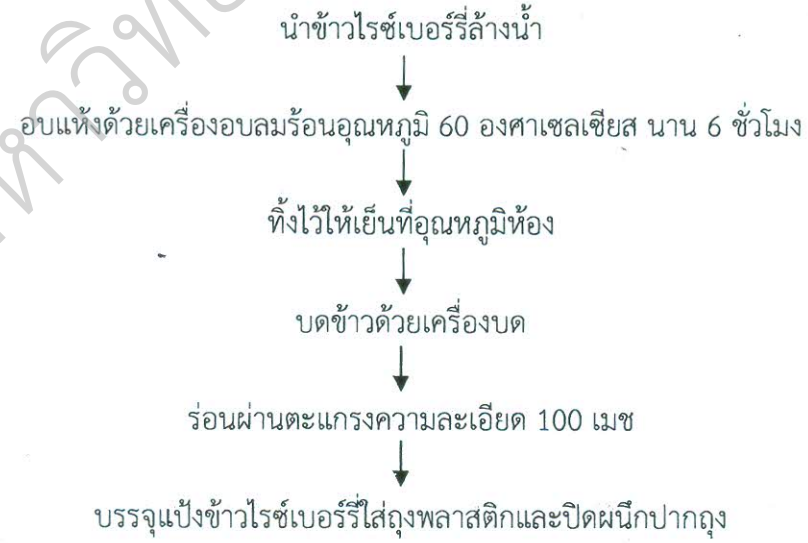
3.5.3 โปรแกรมประมวลผลทางสถิติสำเร็จรูป SPSS version 22.0

3.5.4 โปรแกรม Minitab version 16.0

3.6 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.6.1 การเตรียมแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

ในการเตรียมแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ นำข้าวไรซ์เบอร์รี่มาล้างน้ำ หลังจากสะเด็ดน้ำจึงนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง นำมาบดด้วยเครื่องบด (polymix® ยี่ห้อ Kinematica, รุ่น System PX-MFC 90 D, ประเทศสหรัฐอเมริกา) ร่อนผ่านตะแกรงความละเอียด 100 เมช นำแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ได้บรรจุใส่ถุงพลาสติก เพื่อรอการนำไปใช้ต่อไป กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่แสดงดังภาพที่ 3.1 โดยดัดแปลงกรรมวิธีการผลิตจากแป้งข้าวโพดไร่ (ดัดแปลงจาก ปิยธิดา ครองบุญ และอัจฉราภรณ์ รัดห่วง, 2552)



ภาพที่ 3.1 กรรมวิธีการผลิตแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

ที่มา : ดัดแปลงจาก ปิยธิดา ครองบุญ และอัจฉราภรณ์ รัดห่วง (2552)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

3.6.2 การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

นำแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านการบดมาทำการตรวจวัดคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี ดังนี้

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

ก. ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยใช้เครื่อง Water activity meter (ยี่ห้อ Aqualab model series 4, รุ่น Decagon device inc, ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยวิธีการนำตัวอย่างบดให้ละเอียดใส่ลงในตลับ ¾ ของตลับ ซึ่งมีขีดบอกในระดับการใส่ตัวอย่างและปิดฝาพักไว้ นำตัวอย่างใส่ตลับเปิดฝาออกและใส่ลงในช่องวัดค่า Water activity ทำการวัดค่าและบันทึกข้อมูล โดยที่แต่ละตัวอย่างทำการวัดค่าจำนวน 3 ซ้ำ

ข. ค่าสี L*, a*, b* โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer (ยี่ห้อ Hunter lab, รุ่น Color Hex E2, ประเทศญี่ปุ่น) ระบบ CIE lab ทำการวาง Port insert 1.25 นิ้ว ใน Sample port เพื่อทำการ Standardized ทุกครั้งก่อนใช้งาน เตรียมตัวอย่างวาง Petri dish พลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร โดยให้ตัวอย่างมีขนาดใหญ่กว่า Port insert 1.25 นิ้ว นำตัวอย่างที่เตรียมวางบน Port insert ที่เครื่องวัดสี ทำการวัดค่าสีจำนวน 3 ซ้ำ

2) คุณภาพทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ความชื้น เถ้า และกากใย (AOAC, 2000)

3.6.3 การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

3.6.3.1 การศึกษาคุณภาพของขนมปุยฝ้ายจากแป้งสาลีสูตรพื้นฐาน

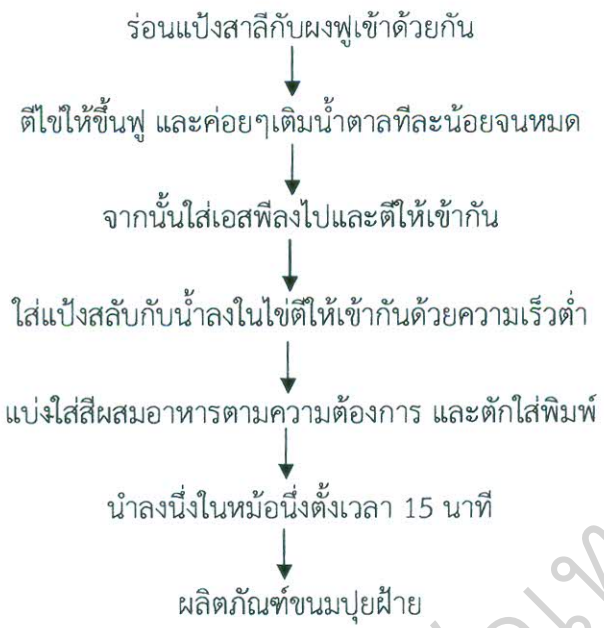
ทำการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายสูตรพื้นฐาน (ดัดแปลงจาก อบเชย วงศ์ทอง, 2543) ซึ่งมีส่วนผสมดังตารางที่ 3.1 และผลิตตามกรรมวิธีการผลิตดังภาพที่ 3.2 จากนั้นนำไปวัดค่าคุณภาพทางกายภาพ เคมีและทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 3.1 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายจากแป้งสาลีสูตรพื้นฐาน

ส่วนผสม	ร้อยละของแป้งสาลี
แป้งสาลี	100
เอสพี	10
ผงฟู-	5
ไข่ไก่	40
น้ำตาลทราย	77
กลิ่นวานิลลา	4
น้ำ	67

ที่มา : ดัดแปลงจาก อบเชย วงศ์ทอง (2543)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี



ภาพที่ 3.2 กรรมวิธีผลิตผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายจากแป้งสาลีสูตรพื้นฐาน
ที่มา : อบเชย วงศ์ทอง (2543)

ทำการวัดค่าคุณภาพของขนมปุยฝ้ายสูตรพื้นฐาน โดยวัดค่าคุณภาพทางกายภาพ และประสาทสัมผัส ดังนี้

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของขนมปุยฝ้ายสูตรพื้นฐาน

ก. ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยใช้เครื่อง Water activity meter (ยี่ห้อ Aqualab model series 4, รุ่น Decagon device inc, ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยวิธีการนำตัวอย่างบดให้ละเอียดใส่ลงในตลับ ¾ ของตลับ ซึ่งมีขีดบอกในระดับการใส่ตัวอย่างและปิดฝาพักไว้ นำตัวอย่างใส่ตลับเปิดฝาออกและใส่ลงในช่องวัดค่า Water activity ทำการวัดค่าและบันทึกข้อมูล โดยที่แต่ละตัวอย่างทำการวัดค่าจำนวน 3 ซ้ำ

ข. วัดค่าเนื้อสัมผัส ด้วยวิธี Texture profile analysis (TPA) โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer; ยี่ห้อ Stable microsystems, รุ่น TA-XT2; ประเทศอังกฤษ) วัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยใช้หัว Cylinder probe ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 มิลลิเมตร (P36R) กดลงบนตัวอย่างด้วยอัตราเร็ว 1.7 มิลลิเมตรต่อวินาที เป็นระยะทางร้อยละ 40 ของความสูงตัวอย่าง ใช้ขนาดตัวอย่าง 20x50x50 มิลลิเมตร^3 ทำการวัดค่าจำนวน 3 ซ้ำ (Ferng *et al.*, 2014)

ค. ค่าสี L*, a*, b* โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer (ยี่ห้อ Hunter lab, รุ่น Color Hex E2, ญี่ปุ่น) ระบบ CIE lab ทำการวาง Port insert 1.25 นิ้ว ใน Sample port เพื่อทำการ Standardized ทุกครั้งก่อนใช้งาน เตรียมตัวอย่างวาง Petri dish พลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร โดยให้ตัวอย่างมีขนาดใหญ่กว่า Port insert 1.25 นิ้ว นำตัวอย่างที่เตรียมวางบน Port insert ที่เครื่องวัดสี ทำการวัดค่าสีจำนวน 3 ซ้ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ง. ปริมาตรจำเพาะ โดยวิธี Rapseed displacement โดยการเติมเมล็ดงาลงในภาชนะที่มีขนาดใหญ่กว่าผลิตภัณฑ์จนเต็มและอ่านปริมาตรของเมล็ดงาที่ใช้เติมนั้นโดยใช้กระบอกตวงและบันทึกค่า นำผลิตภัณฑ์ชั่งน้ำหนักและวางลงในภาชนะเมล็ดงาลงไปจนเต็มอ่านปริมาตรเมล็ดงาที่ใช้เติมนั้นโดยใช้กระบอกตวงและคำนวณปริมาตรจำเพาะ ทำการวัดค่าจำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้ (ชุติมา มโนธรรม, 2549)

$$\text{ปริมาตรจำเพาะ (เซนติเมตร}^3\text{/กรัม)} = \frac{\text{ปริมาตรของผลิตภัณฑ์*}}{\text{น้ำหนักขนมปุยฝ้าย}}$$

*ปริมาตรของผลิตภัณฑ์ = ปริมาตรของเมล็ดงาเริ่มต้น-ปริมาตรเมล็ดงาหลังจากแทนที่ด้วยผลิตภัณฑ์

2) การทดสอบทางประสาทสัมผัส

โดยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scaling) กำหนดให้คะแนน 1 คือไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 คือชอบมากที่สุด (เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, 2550) กับผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (Untrained panel) 50 คน

3.6.3.2 การศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟูและปริมาณน้ำของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

วางแผนการทดลองแบบบ๊อกซ์-เบห์นเคน โดยทำการศึกษา 3 ปัจจัย ได้แก่

ปัจจัยที่ 1 (A) คืออัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี โดยระดับสูง (+1) คือร้อยละ 60: 40, ระดับกลาง (0) คือร้อยละ 40: 60, ระดับต่ำ (-1) คือร้อยละ 20: 80

ปัจจัยที่ 2 (B) คือปริมาณส่วนผสมของเอสพีกับผงฟู (อัตราส่วนคงที่ 2: 1) โดยระดับสูง (+1) คือร้อยละ 27 ของแป้ง, ระดับกลาง (0) คือร้อยละ 21 ของแป้ง, ระดับต่ำ (-1) คือร้อยละ 15 ของแป้ง

ปัจจัยที่ 3 (C) คือปริมาณของน้ำ โดยระดับสูง (+1) คือร้อยละ 87, ระดับกลาง (0) คือร้อยละ 77, ระดับต่ำ (-1) คือร้อยละ 67

สิ่งทดลองควบคุม คือ สูตรของขนมปุยฝ้ายจากแป้งสาลีสูตรพื้นฐาน มีส่วนผสม คือ แป้งสาลี เอสพี ผงฟู ไข่ไก่ น้ำตาลทราย วานิลลา และน้ำ ร้อยละ 100, 10, 5, 40, 77, 4 และ 67 ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ตารางที่ 3.2 การวางแผนการทดลองแบบบ๊อกซ์-เบห์นเคน เพื่อศึกษาผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ทดแทนแป้งสาลี

สิ่งทดลองที่	ปัจจัย (Code)			ปัจจัยที่ศึกษา (ค่าจริง) (ร้อยละของแป้ง)			ส่วนผสมคงที่ (ร้อยละของแป้ง)		
	A	B	C	A	B	C	ไข่ไก่	น้ำตาลทราย	วานิลลา
1	-1	-1	0	20:80	15	77			
2	-1	+1	0	20:80	27	77			
3	+1	-1	0	60:40	15	77			
4	+1	+1	0	60:40	27	77			
5	+1	0	-1	60:40	21	67			
6	-1	0	+1	20:80	21	87			
7	0	0	-1	40:60	21	67	40	77	4
8	0	0	+1	40:60	21	87			
9	0	-1	-1	40:60	15	67			
10	0	-1	+1	40:60	15	87			
11	0	+1	-1	40:60	27	67			
12	0	+1	+1	40:60	27	87			
13	0	0	0	40:60	21	77			
14	0	0	0	40:60	21	77			
15	สูตรควบคุม			0:100	15	67	40	77	4
16				100:0	15	67			

หมายเหตุ: ปัจจัย A หมายถึงอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (ร้อยละของแป้ง) (+1) คือ 60: 40, (0) คือ 40: 60, (-1) คือ 20:80

ปัจจัย B หมายถึงปริมาณส่วนผสมของเอสพีกับผงฟู (อัตราส่วนคงที่ 2:1, ร้อยละของแป้ง) (+1) คือ 27, (0) คือ 21, (-1) คือ 15

ปัจจัย C หมายถึงปริมาณของน้ำ (ร้อยละของแป้ง) (+1) คือ 87, (0) คือ 77, (-1) คือ 67

สิ่งทดลองที่ 15 แล 16 ใช้เป็นสูตรควบคุม

สิ่งทดลองที่ 1-14 เป็นสูตรที่ได้จากการวางแผนการทดลองแบบบ๊อกซ์-เบห์นเคน จำนวน 3 ปัจจัย และกำหนดซ้ำที่จุดกึ่งกลางจำนวน 2 ซ้ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

วิเคราะห์คุณภาพของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ ดังนี้

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

ก. ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยใช้เครื่องมือ Water activity meter (ยี่ห้อ Aqualab model series 4, รุ่น Decagon device inc, ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยวิธีการนำตัวอย่างบดให้ละเอียดใส่ลงในตลับ ¾ ของตลับ ซึ่งมีขีดบอกในระดับการใส่ตัวอย่างและปิดฝาพักไว้ นำตัวอย่างใส่ตลับเปิดฝาออกและใส่ลงในช่องวัดค่า Water activity ทำการวัดค่าและบันทึกข้อมูล โดยที่แต่ละตัวอย่างทำการวัดค่าจำนวน 3 ซ้ำ

ข. วัดค่าเนื้อสัมผัส ด้วยวิธี Texture profile analysis (TPA) โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer; ยี่ห้อ Stable microsystems, รุ่น TA-XT2; ประเทศอังกฤษ) วัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยใช้หัว Cylinder probe ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 มิลลิเมตร (P36R) กดลงบนตัวอย่างด้วยอัตราเร็ว 1.7 มิลลิเมตรต่อวินาที เป็นระยะทางร้อยละ 40 ของความสูงตัวอย่าง ใช้ขนาดตัวอย่าง 20x50x50 มิลลิเมตร^3 ทำการวัดค่าจำนวน 3 ซ้ำ (Ferng *et al.*, 2014)

ค. ค่าสี L*, a*, b* โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer (ยี่ห้อ Hunter lab, รุ่น Color Hex E2, ญี่ปุ่น) ระบบ CIE lab ทำการวาง Port insert 1.25 นิ้ว ใน Sample port เพื่อทำการ Standardized ทุกครั้งก่อนใช้งาน เตรียมตัวอย่างวาง Petri dish พลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร โดยให้ตัวอย่างมีขนาดใหญ่กว่า Port insert 1.25 นิ้ว นำตัวอย่างที่เตรียมวางบน Port insert ที่เครื่องวัดสี ทำการวัดค่าสีจำนวน 3 ซ้ำ

ง. ปริมาตรจำเพาะ โดยวิธี Rapseed displacement โดยการเติมเมล็ดงาลงในภาชนะที่มีขนาดใหญ่กว่าผลิตภัณฑ์จนเต็มและอ่านปริมาตรของเมล็ดงาที่ใช้เติมนั้นโดยใช้กระบอกตวงและบันทึกค่า นำผลิตภัณฑ์ชั่งน้ำหนักและวางลงในภาชนะเมล็ดงาลงไปจนเต็มอ่านปริมาตรเมล็ดงาที่ใช้เติมนั้นโดยใช้กระบอกตวงและคำนวณปริมาตรจำเพาะ ทำการวัดค่าจำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้ (ชุติมา มโนธรรม, 2549)

$$\text{ปริมาตรจำเพาะ (เซนติเมตร}^3\text{/กรัม)} = \frac{\text{ปริมาตรของผลิตภัณฑ์*}}{\text{น้ำหนักขนมปุยฝ้าย}}$$

*ปริมาตรของผลิตภัณฑ์ = ปริมาตรของเมล็ดงาเริ่มต้น-ปริมาตรเมล็ดงาหลังจากแทนที่ด้วยผลิตภัณฑ์

2) การทดสอบทางประสาทสัมผัส

โดยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scaling) กำหนดให้คะแนน 1 คือไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 คือชอบมากที่สุด (เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, 2550) กับผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (Untrained panel) 50 คน

3.6.4 การศึกษาคุณภาพของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่เหมาะสม

จากการศึกษาการศึกษาปริมาณของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในข้อที่ 3.6.3.2 คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมโดยมีการทดสอบทางกายภาพและมีคะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคสูงที่สุดมา 1 สูตร แล้วนำมาศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์และประสาทสัมผัส ดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

ก. ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) โดยใช้เครื่อง Water activity meter (ยี่ห้อ Aqualab model series 4, รุ่น Decagon device inc, ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยวิธีการนำตัวอย่างบดให้ละเอียดใส่ลงในตลับ ¾ ของตลับ ซึ่งมีขีดบอกในระดับการใส่ตัวอย่างและปิดฝาพักไว้ นำตัวอย่างใส่ตลับเปิดฝาออกและใส่ลงในช่องวัดค่า Water activity ทำการวัดค่าและบันทึกข้อมูล โดยที่แต่ละตัวอย่างทำการวัดค่าจำนวน 3 ซ้ำ

ข. วัดค่าเนื้อสัมผัส ด้วยวิธี Texture profile analysis (TPA) โดยใช้เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture analyzer; ยี่ห้อ Stable microsystems, รุ่น TA-XT2; ประเทศอังกฤษ) วัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยใช้หัว Cylinder probe ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 มิลลิเมตร (P36R) กดลงบนตัวอย่างด้วยอัตราเร็ว 1.7 มิลลิเมตรต่อวินาที เป็นระยะทางร้อยละ 40 ของความสูงตัวอย่าง ใช้ขนาดตัวอย่าง 20x50x50 มิลลิเมตร^3 ทำการวัดค่าจำนวน 3 ซ้ำ (Ferng *et al.*, 2014)

ค. ค่าสี L*, a*, b* (ยี่ห้อ Hunter lab, รุ่น Color Hex E2, ญี่ปุ่น) ระบบ CIE lab ทำการวาง Port insert 1.25 นิ้ว ใน Sample port เพื่อทำการ Standardized ทุกครั้งก่อนใช้งาน เตรียมตัวอย่างวาง Petri dish พลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร โดยให้ตัวอย่างมีขนาดใหญ่กว่า Port insert 1.25 นิ้ว นำตัวอย่างที่เตรียมวางบน Port insert ที่เครื่องวัดสีทำการวัดค่าสีจำนวน 3 ซ้ำ

ง. ปริมาตรจำเพาะ โดยวิธี Rapseed displacement โดยการเติมเมล็ดงาลงในภาชนะที่มีขนาดใหญ่กว่าผลิตภัณฑ์จนเต็มและอ่านปริมาตรของเมล็ดงาที่ใช้เติมนั้น โดยใช้กระบอกตวงและบันทึกค่า นำผลิตภัณฑ์ชั่งน้ำหนักและวางลงในภาชนะเมล็ดงาลงไปจนเต็ม อ่านปริมาตรเมล็ดงาที่ใช้เติมนั้นโดยใช้กระบอกตวงและคำนวณปริมาตรจำเพาะ ทำการวัดค่าจำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้ (ชุติมา มโนธรรม, 2549)

$$\text{ปริมาตรจำเพาะ (เซนติเมตร}^3\text{/กรัม)} = \frac{\text{ปริมาตรของผลิตภัณฑ์*}}{\text{น้ำหนักขนมปุยฝ้าย}}$$

*ปริมาตรของผลิตภัณฑ์ = ปริมาตรของเมล็ดงาเริ่มต้น-ปริมาตรเมล็ดงาหลังจากแทนที่ด้วยผลิตภัณฑ์

2) คุณภาพทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ความชื้น เถ้า และกากใย (AOAC, 2000)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

3) คุณภาพทางจุลินทรีย์

โดยตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) จำนวนยีสต์และรา ตามวิธี AOAC (2000 ทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำ

4) การทดสอบทางประสาทสัมผัส

โดยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scaling) กำหนดให้คะแนน 1 คือไม่ชอบมากที่สุด คะแนน 9 คือชอบมากที่สุด (เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, 2550) กับผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝน (Untrained panel) 100 คน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

บทที่ 4
ผลการทดลองและการอภิปราย

4.1 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้าย แสดงผลดังตารางที่ 4.1 โดยคุณภาพทางกายภาพ พบว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณน้ำอิสระ (a_w) เท่ากับ 0.37±0.06 ซึ่งมีปริมาณน้ำอิสระค่อนข้างต่ำ จัดอยู่ในประเภทอาหารแห้ง ที่มีปริมาณน้ำอิสระน้อยกว่า 0.6 และจุลินทรีย์ทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2545)และการวัดค่าสี พบว่าค่าความสว่าง (L*) มีค่าเท่ากับ 60.18±0.18 ค่าสี a* เท่ากับ 4.41±0.03 มีค่าสีไปในทิศทางของสีแดง และค่าสี b* เท่ากับ 6.74±0.06 มีค่าสีไปในทิศทางของสีเหลือง สำหรับการวัดค่าคุณภาพทางเคมี พบว่าในแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มีความชื้นร้อยละ 8.89±0.80 ไขมันร้อยละ 5.16±0.28 โปรตีนร้อยละ 8.37±0.22 กากร้อยละ 2.81±0.24 เถ้าร้อยละ 0.68±0.14 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 73.64±1.19ซึ่งความชื้น ไขมัน โปรตีน กากใย เถ้าและคาร์โบไฮเดรตใกล้เคียงกับแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ใช้ในการผลิตไอศกรีมไขมันต่ำ ในงานวิจัยของนรินทร์ภพ ช่วยการและคณะ(2556) ซึ่งมีปริมาณความชื้นโปรตีนไขมันเถ้ากากใยและคาร์โบไฮเดรตเท่ากับร้อยละ 11.53, 8.32, 1.40, 1.45, 1.95 และ 75.35 ตามลำดับ นอกจากนี้องค์ประกอบทางเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มีปริมาณความชื้น โปรตีน และเถ้าอยู่ในเกณฑ์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของแป้งสาลีกล้อง (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเรื่องแป้งสาลีกล้อง, 2548) ที่กำหนดว่าจะต้องมีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 14 โดยน้ำหนัก โปรตีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก และเถ้าไม่เกินร้อยละ 2.2 โดยน้ำหนัก

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ตารางที่ 4.1ผลของคุณภาพทางกายและคุณภาพทางเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

ค่าคุณภาพ	แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่
ค่าคุณภาพทางกายภาพ	
- ปริมาณน้ำอิสระ (A_W)	0.37 ± 0.06
- ค่าสี	
L*	60.18 ± 0.18
a*	4.41 ± 0.03
b*	6.74 ± 0.06
ค่าคุณภาพทางเคมี	
- ความชื้น (ร้อยละ)	8.89 ± 0.80
- ไขมัน (ร้อยละ)	5.16 ± 0.28
- โปรตีน (ร้อยละ)	8.37 ± 0.22
- กากใย (ร้อยละ)	2.81 ± 0.24
- เถ้า (ร้อยละ)	0.68 ± 0.14
- คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	73.64 ± 1.19

หมายเหตุ: - แสดงผลในรูปของของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ค่าสี L* คือ ค่าความสว่าง 0-100 (0 หมายถึงความมืด และ100 หมายถึงความสว่าง)
- ค่า a* คือ ค่าสีแดง/สีเขียว (+ คือ สีแดง; - คือ สีเขียว)
- ค่า b* คือ ค่าสีเหลือง/สีน้ำเงิน (+ คือ สีเหลือง; - คือ สีน้ำเงิน)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

4.2 ผลการพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

4.2.1 ผลการศึกษาคุณภาพของขนมปุยฝ้ายจากแป้งสาลีสูตรพื้นฐาน

จากการตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องกับขนมปุยฝ้าย และทำการทดลองในเบื้องต้น เพื่อหาสูตรพื้นฐานขนมปุยฝ้าย สูตรพื้นฐานขนมปุยฝ้ายที่นำมาใช้เพื่อขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่นำมาจากอบเชย วงศ์ทอง (2543) ผลการวัดค่าคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปุยฝ้าย แสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่าในขนมปุยฝ้ายสูตรพื้นฐานมีปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.94±0.01 การวัดค่าสี พบค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 79.84±0.40 ค่าสี a* เท่ากับ 1.51±0.19 มีค่าสีไปในทิศทางสีแดง และค่าสี b* เท่ากับ 18.67±0.35มีค่าสีไปในทิศทางสีเหลือง ส่วนปริมาตรจำเพาะมีค่าเท่ากับ 2.26±0.15 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากการวัดค่าคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส พบว่าค่าความแข็ง (Hardness) เท่ากับ 374.50±31.64กรัม ค่าการเกาะติด (Adhesiveness) เท่ากับ 1.33±0.13กรัมต่อวินาที ค่าการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) เท่ากับ 0.70±0.01ค่าความยากในการเคี้ยว (Chewiness) เท่ากับ 141.97±15.86 และค่าการคืนตัว (Springiness) เท่ากับ 0.91±0.01 ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปุยฝ้ายสูตรพื้นฐานจากผู้ทดสอบ 50 คน พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏเท่ากับ 7.38±1.15 คะแนน สีเท่ากับ 7.26±1.24 คะแนน กลิ่นรส เท่ากับ 7.64±0.92 คะแนน ความนุ่มเท่ากับ 7.38±1.12 คะแนน และความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.62±1.02 คะแนน ซึ่งผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความนุ่ม และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับความชอบปานกลาง ยกเว้นความชอบด้านการเกาะติดภายในปาก ผู้บริโภคให้คะแนนเท่ากับ 5.48±1.70คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับความชอบเฉยๆ

ดังนั้นจึงนำส่วนผสมของขนมปุยฝ้ายสูตรพื้นฐาน จะประกอบด้วย แป้งสาลี ผงฟู เอสพี ไข่ไก่ น้ำตาลทรายขาว กลิ่นวานิลลา และน้ำ ร้อยละของแป้งเท่ากับ 100, 5, 10, 40, 77, 4 และ 67 มาใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ตารางที่ 4.2 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายสูตรพื้นฐาน

ค่าคุณภาพ	ขนมปุยฝ้ายสูตรพื้นฐาน
ค่าคุณภาพทางกายภาพ	
- ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.94 ± 0.01
- ค่าสี	
L*	79.84 ± 0.40
a*	1.51 ± 0.19
b*	18.67 ± 0.35
- ปริมาตรจำเพาะ(ลบ.ซม.)	2.26 ± 0.15
- ค่าความแข็ง (กรัม)	374.50 ± 31.64
- ค่าการเกาะติด (กรัม.วินาที)	1.33 ± 0.13
- ค่าการเกาะรวมตัวกัน	0.70 ± 0.01
- ค่าความยากในการเคี้ยว	141.97 ± 15.86
- ค่าการคืนตัว	0.91 ± 0.01
ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส (N = 50 คน)	
- ลักษณะปรากฏ	7.38 ± 1.15
- สีของผลิตภัณฑ์	7.26 ± 1.24
- กลิ่นรส	7.64 ± 0.92
- ความนุ่ม	7.38 ± 1.12
- การเกาะติดภายในปาก	5.48 ± 1.70
- ความชอบโดยรวม	7.62 ± 1.02

หมายเหตุ: - แสดงผลในรูปของของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ค่าสี L* คือ ค่าความสว่าง 0-100 (0 หมายถึงความมืด และ100 หมายถึงความสว่าง)
- ค่า a* คือ ค่าสีแดง/สีเขียว (+ คือ สีแดง; - คือ สีเขียว)
- ค่า b* คือ ค่าสีเหลือง/สีน้ำเงิน (+ คือ สีเหลือง; - คือ สีน้ำเงิน)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

4.2.2 ผลการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

จากการวัดค่าขนมปุยฝ้าย ได้แก่ ค่าสี L*, a* และ b* ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาตรจำเพาะของขนมปุยฝ้าย จากการศึกษาอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ร้อยละ 60: 40, 40: 60 และ 20: 80 ปริมาณส่วนผสมของเอสพีกับผงฟู ร้อยละ 2.2, 2.0 และ 1.8 และปริมาณน้ำร้อยละ 18, 16 และ 14 ของการวางแผนการทดลองแบบบ๊อกซ์-เบห์นเคน แสดงผลดังตารางที่ 4.3 พบว่าสิ่งทดลองทั้งหมดในแต่ละคุณลักษณะมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลของค่าสีพบว่าสิ่งทดลองที่ 15 มีค่าความสว่าง (L*) มากที่สุด ส่วนสิ่งทดลองที่ 16 มีค่าความสว่าง (L*) น้อยที่สุด สิ่งทดลองที่ 15 มีส่วนผสมของแป้งสาลีที่ร้อยละ 100 ส่งผลทำให้ขนมปุยฝ้ายมีค่าความสว่างมากที่สุด ขณะที่สิ่งทดลองที่ 16 มีส่วนผสมของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 100 จึงส่งผลให้ขนมปุยฝ้ายมีค่าความสว่างน้อยที่สุด ค่าสี a* พบว่าสิ่งทดลองที่ 16 มีค่าสีไปในทิศทางของสีแดงมากที่สุด เนื่องจากข้าวไรซ์เบอร์รี่มีสีม่วงแข้ม หรือสีม่วงแดง และสิ่งทดลองที่ 6 มีค่าสีไปในทิศทางของสีแดงน้อยที่สุด ค่าสี b* พบว่าสิ่งทดลองที่ 15 มีค่าสีไปในทิศทางของสีเหลืองมากที่สุด ขณะที่สิ่งทดลองที่ 2, 3, 4 และ 16 ซึ่งมีส่วนผสมของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ร้อยละ 60, 60, 60 และ 100 ตามลำดับ ส่งผลให้มีค่าสีไปในทิศทางของสีเหลืองน้อยที่สุด

ปริมาณน้ำอิสระ พบว่าทุกสิ่งทดลองมีปริมาณน้ำอิสระไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยค่าปริมาณน้ำอิสระของ 16 สิ่งทดลอง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.91-0.95 โดยมีปริมาณน้ำที่ร้อยละ 67, 77 และ 87 ตามลำดับ ซึ่งปริมาณน้ำอิสระในขนมปัง โดยทั่วไปมีค่าเท่ากับ 0.91-0.95 ซึ่งถูกจัดให้เป็นประเภทอาหารชื้น สามารถควบคุมการเติบโตของเชื้อโรคได้โดยการเก็บรักษาในตู้เย็น (นิธิยา รัตนาปนนท์ และพิมพ์เพ็ญพรเฉลิมพงศ์, 2555)

ปริมาตรจำเพาะของขนมปุยฝ้าย พบว่าสิ่งทดลองที่ 15 ซึ่งมีส่วนผสมของแป้งสาลีร้อยละ 100 มีปริมาตรจำเพาะสูงที่สุด ขณะที่สิ่งทดลองที่ 16 ซึ่งมีส่วนผสมของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ร้อยละ 100 มีปริมาตรจำเพาะน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการทดแทนด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นการเจือจางโปรตีนกลูเตนในส่วนผสมของขนมปุยฝ้าย ทำให้ความสามารถในการกักเก็บอากาศและความคงตัวของอิมัลชันลดลง ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีปริมาตรจำเพาะต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมที่ใช้แป้งสาลีล้วน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอุทัยวรรณ ทองทั้งวงศ์และสุนทรีสุวรรณสิชณ์ (2553) ที่ศึกษาผลของการใช้แป้งข้าวสีนิลทดแทนแป้งสาลีต่อระดับคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก โดยสูตรควบคุมที่ใช้แป้งสาลีร้อยละ 100 มีปริมาตรจำเพาะสูงที่สุด

ตารางที่ 4.3 ผลของการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

สิ่งทดลอง	ปัจจัยที่ศึกษา			ค่าสี			ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	ปริมาตรจำเพาะ (ลบ.ซม.ต่อกรัม)
	A	B	C	L*	a*	b*		
1	-1	-1	0	63.41^{h} ±1.40	0.26^{b} ±0.09	10.82^{d} ±0.21	0.94^{bc} ±0.01	2.51^{ef} ±0.07
2	-1	+1	0	64.02^{h} ±0.46	0.37^{bc} ±0.25	10.07^{bcd} ±1.74	0.94^{bc} ±0.01	2.41^{de} ±0.02
3	+1	-1	0	50.45^{b} ±0.94	0.68^{e} ±0.03	7.97^{a} ±0.25	0.95^{c} ±0.01	2.12^{c} ±0.01
4	+1	+1	0	50.83^{b} ±0.22	0.55^{e} ±0.01	8.18^{a} ±0.10	0.94^{c} ±0.01	1.73^{b} ±0.12
5	+1	0	-1	51.42^{b} ±0.14	0.67^{e} ±0.41	8.09^{a} ±0.03	0.95^{bc} ±0.01	2.01^{c} ±0.05
6	-1	0	+1	67.99^{i} ±0.67	0.11^{a} ±0.09	9.88^{bc} ±0.39	0.93^{c} ±0.01	2.08^{c} ±0.14
7	0	0	-1	60.76^{f} ±0.23	0.30^{b} ±0.03	9.14^{bc} ±0.14	0.93^{bc} ±0.01	2.51^{ef} ±0.07
8	0	0	+1	57.71^{de} ±1.08	0.32^{b} ±0.03	9.98^{bcd} ±0.31	0.95^{c} ±0.01	2.46^{ef} ±0.05

หมายเหตุ : - แสดงผลในรูปของค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวเลขที่มีกลุ่มอักษร (a-h) ในคอลัมน์เดียวกันมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
- ค่าสี L* คือ ค่าความสว่าง 0-100 (0 หมายถึงความมืด และ100 หมายถึงความสว่าง), a* คือ ค่าสีแดง/สีเขียว (+ สีแดง; - สีเขียว), b* คือ ค่าสีเหลือง/ สีน้ำเงิน (+ สีเหลือง; - สีน้ำเงิน)
- ปัจจัยที่ศึกษา A = อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (ร้อยละของแป้ง) (+1)คือ 60: 40, (0)คือ 40: 60, (-1)คือ 20:80
  B = ปริมาณส่วนผสมของเอสพีกับผงฟู (อัตราส่วนคงที่ 2: 1, ร้อยละของแป้ง)(+1)คือ 27, (0)คือ 21, (-1)คือ 15
  C = ปริมาณของน้ำ (ร้อยละของแป้ง)(+1)คือ 87, (0)คือ 77, (-1)คือ 67
- สิ่งทดลองที่ 15 และ 16 ใช้เป็นสูตรควบคุม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ตารางที่ 4.3 ผลของการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ต่อ)

สิ่งทดลอง	ปัจจัยที่ศึกษา			ค่าสี			ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	ปริมาตรจำเพาะ (ลบ.ซม.ต่อกรัม)
	A	B	C	L*	a*	b*		
9	0	-1	-1	62.24^{g} ±0.81	0.28^{b} ±0.03	9.73^{bc} ±0.07	0.92^{ab} ±0.01	2.13^{c} ±0.10
10	0	-1	+1	58.28^{e} ±0.91	0.38^{bc} ±0.05	9.92^{bcd} ±0.15	0.94^{c} ±0.01	2.59^{f} ±0.14
11	0	+1	-1	60.49^{f} ±0.54	0.27^{b} ±0.04	9.34^{b} ±0.15	0.91^{a} ±0.01	2.48^{ef} ±0.02
12	0	+1	+1	56.58^{cd} ±0.84	0.51^{cd} ±0.05	10.36^{cd} ±0.35	0.94^{bc} ±0.01	2.40^{de} ±0.05
13	0	0	0	58.31^{e} ±0.17	0.52^{cd} ±0.01	10.19^{bcd} ±0.16	0.94^{bc} ±0.01	2.30^{d} ±0.05
14	0	0	0	55.52^{c} ±0.46	0.63^{de} ±0.04	10.25^{bcd} ±0.13	0.94^{bc} ±0.01	2.05^{c} ±0.05
15	สูตรควบคุม			81.88^{j} ±0.46	0.86^{f} ±0.12	16.39^{e} ±0.18	0.93^{abc} ±0.01	3.10^{g} ±0.10
16				38.74^{a} ±0.15	1.45^{g} ±0.05	8.05^{a} ±0.26	0.94^{bc} ±0.01	1.53^{a} ±0.05

หมายเหตุ : - แสดงผลในรูปของค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวเลขที่มีกลุ่มอักษร (a-j) ในคอลัมน์เดียวกันมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
- ค่าสี L* คือ ค่าความสว่าง 0-100 (0 หมายถึงความมืดและ100 หมายถึงความสว่าง), a* คือ ค่าสีแดง/สีเขียว (+ สีแดง; - สีเขียว), b* คือ ค่าสีเหลือง/ สีน้ำเงิน (+ สีเหลือง; - สีน้ำเงิน)
- ปัจจัยที่ศึกษา A = อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (ร้อยละของแป้ง) (+1)คือ 60: 40, (0)คือ 40: 60, (-1)คือ 20:80
  B = ปริมาณส่วนผสมของเอสพีกับผงฟู (อัตราส่วนคงที่ 2: 1, ร้อยละของแป้ง)(+1)คือ 27, (0)คือ 21, (-1)คือ 15
  C = ปริมาณของน้ำ (ร้อยละของแป้ง) (+1)คือ 87, (0)คือ 77, (-1)คือ 67
- สิ่งทดลองที่ 15 และ 16 ใช้เป็นสูตรควบคุม

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวัดค่าคุณภาพของขนมปุยฝ้าย ได้แก่ ค่าทางเนื้อสัมผัส ในการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ ค่าทางเนื้อสัมผัสของสิ่งทดลองทั้งหมดมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงผลดังตารางที่ 4.4 พบว่า ค่าความแข็ง (Hardness) ของสิ่งทดลองที่ 2 มีค่าความแข็งมากที่สุด และมีค่ามากกว่าสิ่งทดลองที่ 15 ซึ่งเป็นสูตรควบคุม การเพิ่มปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในร้อยละ 60 และ 100 ส่งผลให้ขนมปุยฝ้ายมีน้ำหนักเบา เนื้อที่ได้จะแข็งและร่วน

ค่าการยึดติด (Adhesiveness) พบว่าสิ่งทดลองที่ 13 และ 14 มีค่าการยึดติดมากที่สุด ในขณะที่สิ่งทดลองที่ 16 มีค่าการยึดติดน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากสิ่งทดลองที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 100 มีเนื้อค่อนข้างร่วน และนิ่ม ทำให้การเกาะติดน้อยกว่าสิ่งทดลองที่มีแป้งสาลีเป็นส่วนผสม

ค่าการเกาะรวมตัวกัน (Cohesiveness) พบว่าสิ่งทดลองที่ 2 และ15 มีค่าการเกาะรวมตัวกันมากที่สุด สำหรับสิ่งทดลองที่มีปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูง จะมีลักษณะเนื้อขนมที่ค่อนข้างร่วน และไม่เกาะรวมตัวกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นการทำให้ระบบมีปริมาณกลูเตนน้อยลง ทำให้ส่วนผสมของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มีความข้นหนืดน้อยลง และมีความคงตัวของอิมัลชันลดลง (อุทัยวรรณ ทองทั้งวงศ์และสุนทรีสุวรรณสิชณน์, 2553)

ค่าความยากในการเคี้ยว (Chewiness) พบว่าสิ่งทดลองที่ 1 และ 2 มีค่าความยากในการเคี้ยวมากที่สุด ส่วนสิ่งทดลองที่ 4 มีค่าความยากในการเคี้ยวน้อยที่สุด สำหรับสิ่งทดลองที่ 6, 8, 10 และ 14 ไม่มีความแตกต่างกับสิ่งทดลองที่ 15 ซึ่งเป็นสูตรควบคุม ($p \geq 0.05$)

ค่าการคืนตัว (Springiness) พบว่าสิ่งทดลองที่ 15 ซึ่งเป็นสูตรควบคุมมีค่าการคืนตัวมากที่สุด ส่วนสิ่งทดลองที่ 2, 4 และ 14 มีค่าการคืนตัวน้อยที่สุด สำหรับสิ่งทดลองที่ 6 ซึ่งมีส่วนผสมของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ร้อยละ 20 มีค่าใกล้เคียงกับสูตรควบคุม

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

ตารางที่ 4.4 ผลของค่าเนื้อสัมผัสในการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

สิ่งทดลอง	ปัจจัยที่ศึกษา			ค่าเนื้อสัมผัส				
	A	B	C	ค่าความแข็ง (กรัม)	ค่าการเกาะติด (กรัม.วินาที)	ค่าการเกาะรวมตัวกัน	ค่าความยากในการเคี้ยว	ค่าการคืนตัว
1	-1	-1	0	$470.66^{f} \pm 25.46$	$2.86^{bc} \pm 1.21$	$0.66^{def} \pm 0.00$	$235.58^{ef} \pm 23.37$	$0.79^{bcd} \pm 0.05$
2	-1	+1	0	$484.69^{g} \pm 42.94$	$2.56^{bc} \pm 0.96$	$0.71^{f} \pm 0.08$	$242.66^{f} \pm 60.94$	$0.62^{a} \pm 0.20$
3	+1	-1	0	$461.62^{f} \pm 17.08$	$2.95^{bc} \pm 1.18$	$0.62^{abcde} \pm 0.03$	$110.38^{abc} \pm 19.21$	$0.77^{abcd} \pm 0.01$
4	+1	+1	0	$269.28^{ab} \pm 36.69$	$1.45^{ab} \pm 0.48$	$0.59^{abcde} \pm 0.09$	$73.94^{a} \pm 11.38$	$0.61^{a} \pm 0.11$
5	+1	0	-1	$405.79^{def} \pm 25.90$	$1.92^{abc} \pm 0.63$	$0.62^{abcde} \pm 0.01$	$193.51^{def} \pm 9.28$	$0.76^{abc} \pm 0.00$
6	-1	0	+1	$342.17^{bcd} \pm 26.48$	$2.08^{abc} \pm 0.81$	$0.62^{bcde} \pm 0.03$	$130.27^{abcd} \pm 19.71$	$0.83^{cd} \pm 0.03$
7	0	0	-1	$473.08^{f} \pm 55.37$	$1.76^{abc} \pm 0.63$	$0.57^{abcd} \pm 0.01$	$105.76^{bcdef} \pm 5.26$	$0.68^{abc} \pm 0.04$
8	0	0	+1	$339.84^{bcd} \pm 48.79$	$2.58^{bc} \pm 0.63$	$0.57^{abc} \pm 0.03$	$129.14^{abcd} \pm 8.33$	$0.73^{abc} \pm 0.02$

หมายเหตุ: - แสดงผลในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวเลขที่มีกลุ่มอักษร (a-f) ในคอลัมน์เดียวกันมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
- ปัจจัยที่ศึกษา A = อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (ร้อยละของแป้ง) (+1)คือ 60: 40, (0)คือ 40: 60, (-1)คือ 20:80
  B = ปริมาณส่วนผสมของเอสพีกับผงฟู (อัตราส่วนคงที่ 2: 1, ร้อยละของแป้ง)(+1)คือ 27, (0)คือ 21, (-1)คือ 15
  C = ปริมาณของน้ำ (ร้อยละของแป้ง) (+1)คือ 87, (0)คือ 77, (-1)คือ 67
- สิ่งทดลองที่ 15 และ16 ใช้เป็นสูตรควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4.4 ผลของค่าเนื้อสัมผัสในการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ (ต่อ)

สิ่งทดลอง	ปัจจัยที่ศึกษา			ค่าเนื้อสัมผัส				
	A	B	C	ค่าความแข็ง (กรัม)	ค่าการเกาะติด (กรัม.วินาที)	ค่าการเกาะรวมตัวกัน	ค่าความยากในการเคี้ยว	ค่าการคืนตัว
9	0	-1	-1	$383.33^{cde} \pm 55.44$	$2.80^{bc} \pm 0.36$	$0.61^{abcde} \pm 0.01$	$180.73^{cdef} \pm 19.12$	$0.74^{abc} \pm 0.05$
10	0	-1	+1	$300.03^{b} \pm 12.67$	$1.46^{ab} \pm 0.37$	$0.57^{abc} \pm 0.03$	$129.81^{abcd} \pm 3.43$	$0.65^{ab} \pm 0.03$
11	0	+1	-1	$339.51^{bcd} \pm 25.91$	$2.45^{bc} \pm 0.83$	$0.54^{ab} \pm 0.04$	$110.38^{def} \pm 19.21$	$0.65^{ab} \pm 0.02$
12	0	+1	+1	$315.17^{bc} \pm 27.32$	$2.65^{bc} \pm 1.00$	$0.53^{a} \pm 0.01$	$160.44^{bcd} \pm 38.15$	$0.65^{ab} \pm 0.00$
13	0	0	0	$418.06^{def} \pm 79.47$	$3.83^{c} \pm 2.66$	$0.57^{abc} \pm 0.00$	$165.11^{bcde} \pm 33.36$	$0.63^{ab} \pm 0.06$
14	0	0	0	$427.55^{ef} \pm 30.68$	$3.79^{c} \pm 2.28$	$0.54^{ab} \pm 0.05$	$137.68^{abcd} \pm 37.96$	$0.63^{a} \pm 0.04$
15	สูตรควบคุม			$319.58^{bc} \pm 74.00$	$1.50^{ab} \pm 0.40$	$0.68^{ef} \pm 0.01$	$131.63^{abcd} \pm 23.83$	$0.91^{d} \pm 0.02$
16				$205.35^{a} \pm 22.43$	$0.25^{a} \pm 0.01$	$0.50^{a} \pm 0.02$	$101.64^{ab} \pm 16.03$	$0.70^{abc} \pm 0.18$

หมายเหตุ: - แสดงผลในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ตัวเลขที่มีกลุ่มอักษร (a-f) ในคอลัมน์เดียวกันมีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
- ปัจจัยที่ศึกษา A = อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (ร้อยละของแป้ง) (+1)คือ 60: 40, (0)คือ 40: 60, (-1)คือ 20:80
  B = ปริมาณส่วนผสมของเอสพีกับผงฟู (อัตราส่วนคงที่ 2: 1, ร้อยละของแป้ง)(+1)คือ 27, (0)คือ 21, (-1)คือ 15
  C = ปริมาณของน้ำ (ร้อยละของแป้ง)(+1)คือ 87, (0)คือ 77, (-1)คือ 67
- สิ่งทดลองที่ 15 และ16 ใช้เป็นสูตรควบคุม

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบจำนวน 50 คน พบว่าค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของสิ่งทดลองทั้งหมดมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงผลดังตารางที่ 4.5 คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของสิ่งทดลองที่ 15 ซึ่งใช้แป้งสาลีร้อยละ 100 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด (8.26 คะแนน) รองลงมาคือ สิ่งทดลองที่ 7, 9, 10 และ 11ซึ่งใช้อัตราส่วนแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีเท่ากับร้อยละ 40:60 มีคะแนนความชอบเท่ากับ 7.08, 7.12, 7.04 และ 7.44 คะแนน ตามลำดับ สำหรับสิ่งทดลองที่ 16 ที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ร้อยละ 100 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบน้อยที่สุด

คะแนนความชอบด้านสี พบว่าสิ่งทดลองที่ 15 ซึ่งใช้แป้งสาลีร้อยละ 100 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด (7.92 คะแนน) และสิ่งทดลองที่ 16 ซึ่งใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รีร้อยละ 100 มีคะแนนความชอบน้อยที่สุด (3.86คะแนน) เนื่องจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มีสีม่วงเข้มทำให้ขนมปุยฝ้ายที่ได้มีสีม่วงเข้ม จึงส่งผลให้ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านสีน้อยกว่าขนมปุยฝ้ายที่ใช้อัตราส่วนของแป้งสาลีสูง

ความชอบด้านกลิ่นรส พบว่าสิ่งทดลองที่ 10 และ 15 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด (7.54 และ 7.86 คะแนน ตามลำดับ) โดยสิ่งทดลองที่ 10 ที่ใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีร้อยละ 40:60 และสิ่งทดลองที่ 15 ใช้แป้งสาลีร้อยละ 100 ส่วนสิ่งทดลอง 16 มีคะแนนความชอบน้อยที่สุด (4.16 คะแนน) ที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ร้อยละ 100 ทำให้ขนมปุยฝ้ายมีรสชาติขม และกลิ่นแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ค่อนข้างแรง

ความชอบด้านความนุ่ม พบว่าสิ่งทดลองที่ 10 และ 15 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด (7.48 และ 7.88 คะแนน ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัดค่าเนื้อสัมผัสซึ่งมีค่าความแข็งต่ำ ส่วนสิ่งทดลองที่ 16 มีคะแนนความชอบน้อยที่สุด(4.04 คะแนน)

ความชอบด้านเกาะติดภายในปาก พบว่าสิ่งทดลองที่ 10 และ 15 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุด (7.04 และ 7.74 คะแนน ตามลำดับ) ส่วนสิ่งทดลองที่ 16 มีคะแนนความชอบน้อยที่สุด(3.94 คะแนน) โดยสิ่งทดลองที่ 10 และ 15 ซึ่งมีอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อ แป้งสาลีร้อยละ 40:60 และ 0:100 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าสิ่งทดลองที่ใช้แป้งสาลีในอัตราส่วนที่สูง ผู้ทดสอบจะให้คะแนนความชอบสูงกว่าสิ่งทดลองที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในอัตราส่วนที่สูง โดยสิ่งทดลองที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ เนื้อขนมค่อนข้างร่วน และไม่เกาะรวมตัวกัน จึงส่งผลให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบต่ำ

คะแนนความชอบโดยรวม พบว่าสิ่งทดลองที่ 15 ใช้แป้งสาลีร้อยละ 100 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด (8.12 คะแนน) รองลงมาคือสิ่งทดลองที่ 1, 9 และ 10 ซึ่งใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีร้อยละ 20:80, 40:60 และ 40:60 ตามลำดับ ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมใกล้เคียงกับสิ่งทดลองที่ 15

ดังนั้นการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่เหมาะสม โดยคัดเลือกจากค่าคุณภาพด้านต่างๆ ได้แก่ ค่าคุณภาพทางกายภาพ และการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบ 50 คน พบว่าสิ่งทดลองที่ 10 ซึ่งมีส่วนผสมของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ร้อยละ 40 มีค่าใกล้เคียงกับสูตรควบคุมมากที่สุด ทั้งในด้านค่าความแข็ง ค่าการยืดติด และค่าความยากในการเคี้ยว ที่สอดคล้องกับคะแนนความชอบด้านความนุ่ม การเกาะติดภายในปาก นอกจากนี้คะแนนด้าน

กลิ่นรส และความชอบโดยรวมยังมากที่สุดรองจากสูตรควบคุม ดังนั้นจึงคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม ซึ่งส่วนผสมได้แก่ แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ แป้งสาลี เอสพี ผงฟู ไข่ไก่ น้ำตาลทราย วานิลลา และน้ำร้อยละ 40, 60, 14, 7, 40, 77, 4 และ 87 ตามลำดับ เพื่อนำไปศึกษาคุณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในตอนที่ 4.3 ต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ตารางที่ 4.5 ผลของคุณภาพทางประสาทสัมผัสในการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

สิ่งทดลอง	ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส (N = 50 คน)					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นและรสชาติ	ความนุ่ม	การเกาะติดภายในปาก	ความชอบโดยรวม
1	6.92^{g} ±1.50	6.96^{i} ±1.21	7.02^{j} ±0.99	7.24^{i} ±1.18	6.76^{j} ±0.98	7.14^{k} ±0.98
2	5.42^{c} ±1.66	6.56^{e} ±1.28	6.12^{de} ±1.62	5.86^{c} ±1.44	5.86^{e} ±1.22	6.18^{f} ±1.08
3	5.88^{d} ±0.96	5.80^{c} ±1.79	5.90^{c} ±1.35	5.34^{b} ±1.40	5.62^{d} ±1.21	5.78^{c} ±1.16
4	5.94^{d} ±0.13	5.94^{cd} ±0.18	6.02^{d} ±1.42	5.79^{c} ±1.34	5.46^{c} ±1.72	5.92^{d} ±1.20
5	5.20^{b} ±1.53	5.62^{b} ±1.94	5.66^{b} ±1.08	5.38^{b} ±1.30	4.88^{b} ±1.47	5.30^{b} ±1.41
6	6.04^{e} ±0.90	5.90^{d} ±0.12	6.04^{de} ±1.08	6.20^{d} ±1.26	5.92^{e} ±1.10	6.04^{e} ±1.12
7	7.08^{hi} ±1.17	6.80^{f} ±1.08	6.68^{gh} ±1.16	6.74^{h} ±1.06	6.54^{i} ±0.86	6.84^{j} ±0.91
8	6.80^{g} ±1.21	6.86^{f} ±1.01	6.58^{fg} ±1.23	6.50^{f} ±1.21	6.44^{hi} ±1.45	6.68^{i} ±1.39

หมายเหตุ: - แสดงผลในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ตัวเลขที่มีกลุ่มอักษร (a-k) ในคอลัมน์เดียวกันมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)
- สิ่งทดลองที่ 15 และ 16 ใช้เป็นตัวอย่างควบคุม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ตารางที่ 4.5 ผลคุณภาพทางประสาทสัมผัสในการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่(ต่อ)

สิ่งทดลอง	ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส (N = 50 คน)					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นและรสชาติ	ความนุ่ม	การเกาะติดภายในปาก	ความชอบโดยรวม
9	$7.12^{i}\pm115$	$7.16^{gh}\pm0.95$	$7.34^{k}\pm0.91$	$7.14^{i}\pm0.94$	$6.66^{i}\pm0.68$	$7.14^{l}\pm1.04$
10	$7.04^{h}\pm1.84$	$7.16^{g}\pm1.34$	$7.54^{l}\pm1.05$	$7.48^{j}\pm0.95$	$7.04^{k}\pm0.92$	$7.34^{m}\pm1.15$
11	$7.44^{j}\pm0.81$	$7.58^{i}\pm0.88$	$6.88^{i}\pm1.30$	$6.38^{e}\pm1.39$	$6.39^{gh}\pm1.14$	$7.00^{k}\pm1.37$
12	$6.86^{g}\pm1.34$	$7.46^{h}\pm0.61$	$6.68^{h}\pm1.52$	$6.64^{g}\pm1.94$	$6.10^{f}\pm1.70$	$6.58^{h}\pm1.90$
13	$6.54^{f}\pm0.70$	$6.50^{e}\pm1.03$	$6.18^{e}\pm0.84$	$6.30^{e}\pm0.95$	$5.78^{e}\pm0.84$	$6.24^{g}\pm0.82$
14	$6.58^{f}\pm0.99$	$6.44^{e}\pm0.01$	$6.50^{f}\pm1.11$	$6.34^{e}\pm1.04$	$6.34^{g}\pm1.08$	$6.52^{h}\pm0.99$
15	$8.26^{k}\pm0.92$	$7.92^{j}\pm0.75$	$7.86^{m}\pm0.88$	$7.88^{k}\pm0.84$	$7.74^{l}\pm1.06$	$8.12^{n}\pm0.71$
16	$4.26^{a}\pm1.44$	$3.86^{a}\pm1.48$	$4.16^{a}\pm1.37$	$4.04^{a}\pm1.14$	$3.94^{a}\pm1.05$	$4.08^{a}\pm0.19$

หมายเหตุ:
- แสดงผลในรูปของค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ตัวเลขที่มีกลุ่มอักษร (a-n) ในคอลัมน์เดียวกันมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$)
- สิ่งทดลองที่ 15 และ 16 ใช้เป็นตัวอย่างควบคุม

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

ในการวางแผนการทดลองแบบบ๊อกซ์-เบห์นเคน จำนวน 3 ปัจจัย ได้แก่ อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำ และกำหนดที่จุดกึ่งกลาง 2 ซ้ำ จะได้สิ่งทดลองทั้ง 14 สิ่งทดลอง เมื่อนำค่าคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี (L*, a* และ b*), ปริมาณน้ำอิสระ (a_w), ปริมาตรจำเพาะ, ค่าความแข็ง, ค่าการเกาะติด, ค่าการเกาะรวมตัวกัน, ค่าความยากในการเคี้ยว และค่าการคืนตัว มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิธี Response surface methodology (RSM) และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าคุณภาพทางกายของปริมาณส่วนผสมทั้ง 3 ชนิด แสดงผลดังตารางที่ 4.6 และ ตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 สมการถดถอยของค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) และปริมาตรจำเพาะของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

ค่าคุณภาพ (Y_i)	สมการถดถอย	R^2
L*	$56.9200-6.6703A-0.8858B-0.9609C-1.0600A^2+0.1650B^2+2.3166C^2+1.0966AB-1.5333AC+0.0116BC$	0.91
a *	$0.5750+0.2040A+0.0120B+0.0270C-0.1591A^2+0.0520B^2-0.2650C^2-0.0608AB-0.2430AC+0.0350BC$	0.86
b *	$10.2200-1.0371A-0.0610B+0.1553C-0.9770A^2+0.0183B^2-0.3983C^2+0.2383AB-0.1420AC+0.2050BC$	0.96
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	$0.9465+0.0047A-0.0020B+0.0104C+0.0237A^2-0.0232B^2-0.0007C^2-0.0012AB+0.0081AC-0.0003BC$	0.95
ปริมาตรจำเพาะ	$43.5000-1.8484A-1.0420B+0.2880C+3.7500A^2-1.5000B^2+6.5000C^2-1.4170AB+10.7500AC-3.1670BC$	0.67

หมายเหตุ: ปัจจัย A = อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (ร้อยละของแป้ง)
(+1) คือ 60: 40, (0) คือ 40: 60, (-1) คือ 20:80
ปัจจัย B = ปริมาณส่วนผสมของเอสพีกับผงฟู (อัตราส่วนคงที่ 2: 1, ร้อยละของแป้ง)
(+1) คือ 27, (0) คือ 21, (-1) คือ 15
ปัจจัย C = ปริมาณของน้ำ (ร้อยละของแป้ง)
(+1) คือ 87, (0) คือ 77, (-1) คือ 67
R^2 หมายถึง ค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ศึกษาในสมการถดถอย
โดยที่ 0 หมายถึง ปัจจัยที่ศึกษาในสมการถดถอยไม่มีความสัมพันธ์กัน
1 หมายถึง ปัจจัยที่ศึกษาในสมการถดถอยมีความสัมพันธ์กันร้อยละ 100

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4.7 สมการถดถอยของค่าเนื้อสัมผัสของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

ค่าคุณภาพ (Y_i)	สมการถดถอย	R^2
ค่าความแข็ง	422.8070+2.5550A-50.8750B-11.9171C+18.6852A^2+30.0750B^2-118.3670C^2-101.5940AB-50.8631AC+14.7394BC	0.85
ค่าการเกาะติด	3.8140-0.2230A-0.1190B-0.0751C-1.5230A^2+0.1693B^2-1.6373C^2-0.3012AB-1.3530AC+0.3880BC	0.79
ค่าการเกาะรวมตัวกัน	0.5591-0.0322A-0.0110B-0.0150C+0.1034A^2-0.0115B^2+0.0181C^2-0.0180AB+0.0580AC+0.0090BC	0.87
ค่าความยากในการเคี้ยว	151.4010-9.7770A-23.9044B-18.3605C+16.8918A^2+49.5419B^2-33.9452C^2-63.0698AB-27.5452AC+3.5916BC	0.73
ค่าการคืนตัว	0.6370-0.0160A-0.0522B-0.0002C+0.0972A^2-0.0300B^2+0.0710C^2+0.0040AB+0.0064AC+0.0245BC	0.83

หมายเหตุ: ปัจจัย A = อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (ร้อยละของแป้ง)
(+1) คือ 60: 40, (0) คือ 40: 60, (-1) คือ 20:80
ปัจจัย B = ปริมาณส่วนผสมของเอสพีกับผงฟู (อัตราส่วนคงที่ 2: 1, ร้อยละของแป้ง)
(+1) คือ 27, (0) คือ 21, (-1) คือ 15
ปัจจัย C = ปริมาณของน้ำ (ร้อยละของแป้ง)
(+1) คือ 87, (0) คือ 77, (-1) คือ 67
R^2 หมายถึง ค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยที่ศึกษาในสมการถดถอย
โดยที่ 0 หมายถึง ปัจจัยที่ศึกษาในสมการถดถอยไม่มีความสัมพันธ์กัน
1 หมายถึง ปัจจัยที่ศึกษาในสมการถดถอยมีความสัมพันธ์กันร้อยละ 100

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

1) ค่าความสว่าง (L*)

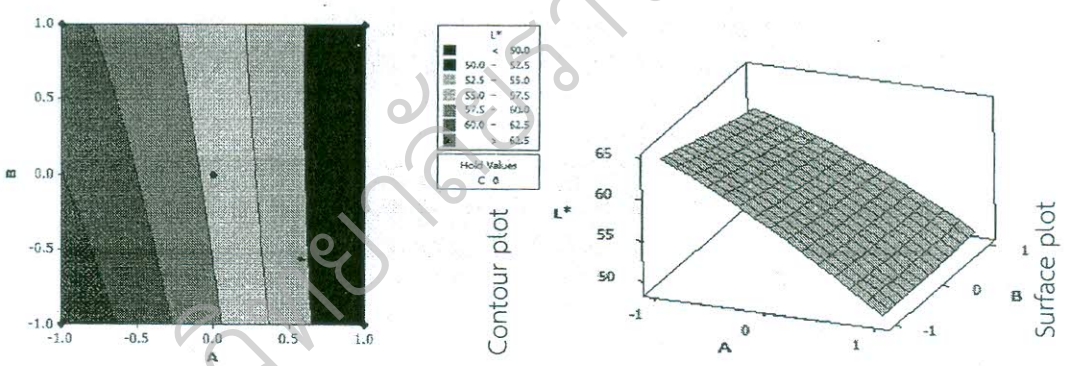
จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Respond surface methodology (RSM)และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ Full quadratic สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำ ต่อค่าความสว่าง (L*) ได้ดังสมการ $y_i = \beta_1 A + \beta_2 B + \beta_3 C + \beta_4 A^2 + \beta_5 B^2 + \beta_6 C^2 + \beta_7 AB + \beta_8 AC + \beta_9 BC$ ได้สมการดังนี้

$L^* = 56.9200 - 6.6703A - 0.8858B - 0.9609C - 1.0600A^2 + 0.1650B^2 + 2.3166C^2 + 1.0966AB - 1.5333AC + 0.0116BC$

$R^2 = 0.91$

ความสัมพันธ์ของค่าความสว่าง (L*) กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) สามารถสร้างภาพพื้นผิวตอบสนอง (Respond surface methodology, RSM) ได้ดังภาพที่ 4.1

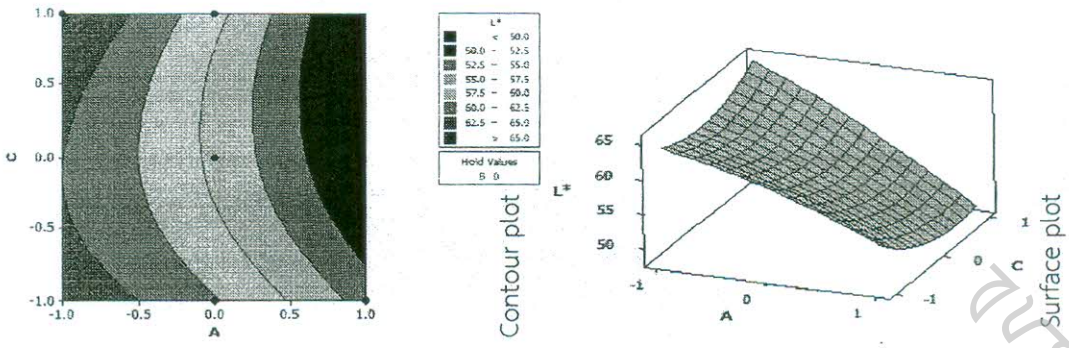
การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าความสว่าง (L*)กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)พบว่าพื้นที่ผิวตอบสนองมีสีแตกต่างกัน โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณเอสพีกับผงฟูต่ำ จะทำให้มีค่าความสว่าง (L*)ต่ำ แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ และปริมาณเอสพีกับผงฟูต่ำ จะทำให้มีค่าความสว่าง (L*) สูง



ภาพที่ 4.1 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าความสว่าง (L*) กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)

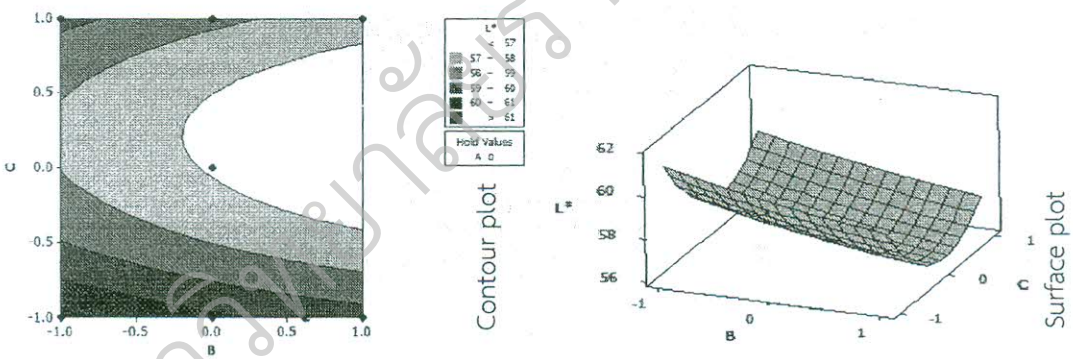
การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าความสว่าง (L*)กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณน้ำ (C)โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำต่ำหรือสูง จะทำให้มีค่าความสว่าง (L*)สูง แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณน้ำสูง จะทำให้มีค่าความสว่าง (L*) ต่ำ ดังภาพที่ 4.2

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี



ภาพที่ 4.2 ภาพพื้นผิวตอบสนอง Contour plot และ Surface plot ของค่าความสว่าง (L*) กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าความสว่าง (L*)กับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)และปริมาณน้ำ (C)พบว่าพื้นที่ผิวตอบสนองมีสีแตกต่างกัน โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำต่ำ จะทำให้มีค่าความสว่าง (L*)สูง แต่เมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูสูง และปริมาณน้ำปานกลาง จะทำให้มีค่าความสว่าง (L*) ต่ำ ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าความสว่าง (L*) กับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

2) ค่าสี a*

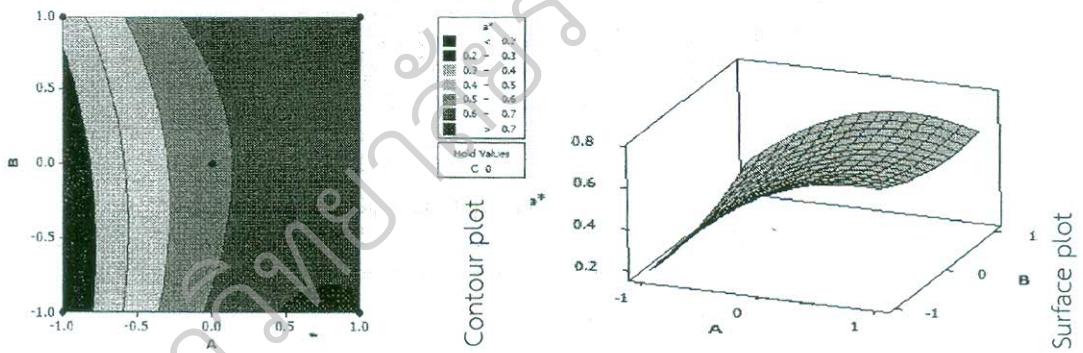
จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Respond surface methodology (RSM)และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ Full quadratic สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำ ต่อค่าสี a* ได้ดังสมการ $y_i = \beta_1 A + \beta_2 B + \beta_3 C + \beta_4 A^2 + \beta_5 B^2 + \beta_6 C^2 + \beta_7 AB + \beta_8 AC + \beta_9 BC$ ได้สมการดังนี้

$L^* = 0.5750+0.2040A+0.0120B+0.0270C-0.1591A^2+0.0520B^2-0.2650C^2$
$-0.0608AB-0.2430AC+0.0350BC$

$R^2 = 0.86$

ความสัมพันธ์ของค่าสี a* กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) สามารถสร้างภาพพื้นผิวตอบสนอง (Respond surface methodology, RSM) ได้ดังภาพที่ 4.4

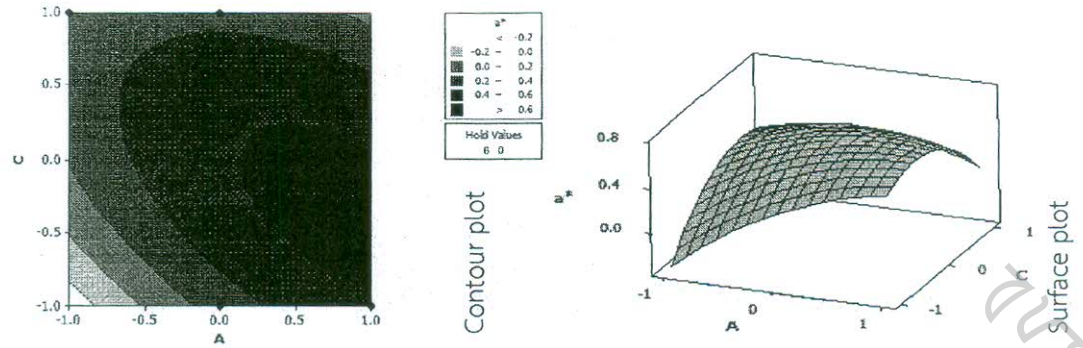
การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าสี a* กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)พบว่าพื้นที่ผิวตอบสนองมีสีแตกต่างกัน โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณเอสพีกับผงฟูต่ำ ทำให้มีค่าสีแดง(a*)สูง แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีต่ำ และปริมาณเอสพีกับผงฟูต่ำ จะทำให้มีค่าสีแดง(a*)ต่ำ ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าสี a* กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)

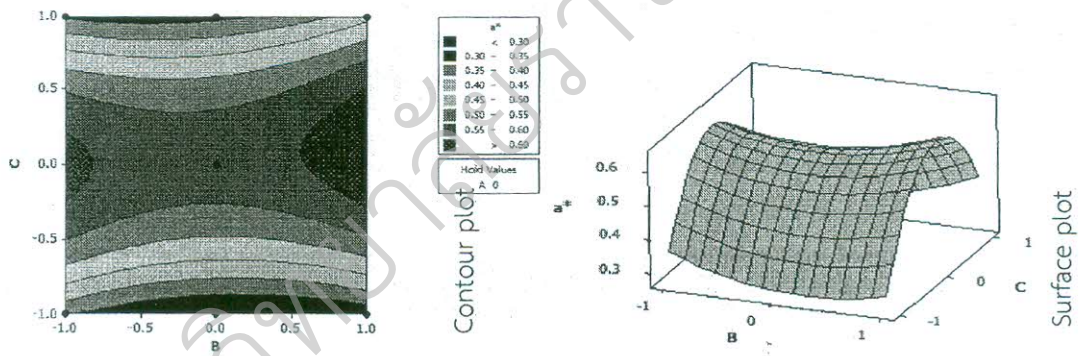
การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าสี a* กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณน้ำ (C)โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณน้ำปานกลาง จะทำให้มีค่าสีแดง(a*)สูง เนื่องจากรงควัตถุของข้าวไรซ์เบอร์รี่หรือปริมาณแอนโธไซยานินที่มีสีแดง และม่วงละลายในน้ำได้ดี แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำต่ำ จะทำให้มีค่าสีแดง(a*)ต่ำ และมีแนวโน้มไปในทิศทางสีเขียว (-a*) ดังภาพที่ 4.5

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี



ภาพที่ 4.5 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าสี a* กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าสี a* กับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C) โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณปานกลาง และปริมาณน้ำต่ำ จะทำให้มีค่าสีแดง(a*)ต่ำ และเมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูต่ำหรือสูง และปริมาณน้ำปานกลาง จะทำให้มีค่าสีแดง (a*) สูง ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าสี a* กับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

3) ค่าสี b*

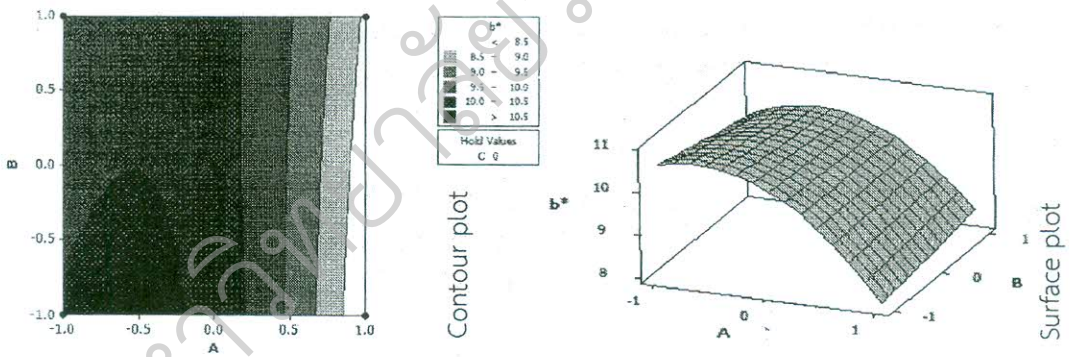
จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Respond surface methodology (RSM)และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ Full quadratic สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำ ต่อค่าสี b* ได้ดังสมการ $y_i = \beta_1 A + \beta_2 B + \beta_3 C + \beta_4 A^2 + \beta_5 B^2 + \beta_6 C^2 + \beta_7 AB + \beta_8 AC + \beta_9 BC$ ได้สมการดังนี้

$L^* = 10.2200 - 1.0371A - 0.0610B + 0.1553C - 0.9770A^2 + 0.0183B^2 - 0.3983C^2 + 0.2383AB - 0.1420AC + 0.2050BC$

$R^2 = 0.96$

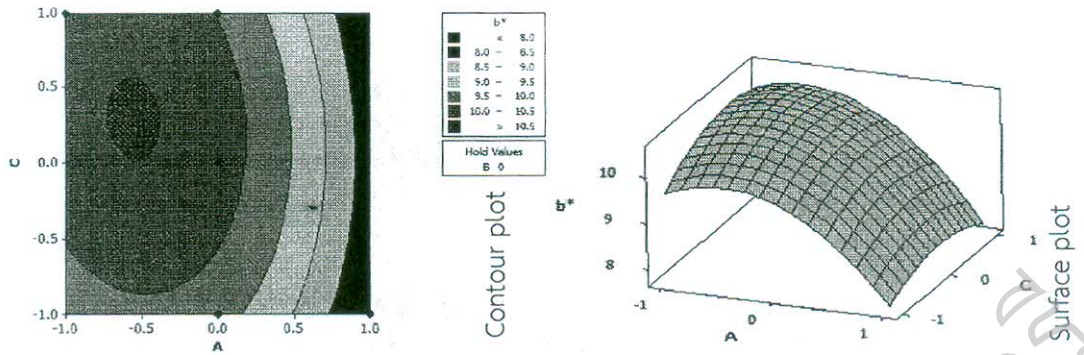
ความสัมพันธ์ของค่าสี b* กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) สามารถสร้างภาพพื้นผิวตอบสนอง (Respond surface methodology, RSM) ได้ดังภาพที่ 4.7

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าสี b* กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)พบว่าพื้นที่ผิวตอบสนองมีสีแตกต่างกัน โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณเอสพีกับผงฟูต่ำหรือสูง ทำให้มีค่าสีเหลือง(b*)ต่ำ แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีต่ำ และปริมาณเอสพีกับผงฟูต่ำ จะทำให้มีค่าสีเหลือง(b*)สูง เนื่องจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มีค่าสีไปในทิศทางของสีแดง จึงทำให้เมื่อใช้ปริมาณแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูง ค่าสี b* จึงลดลง



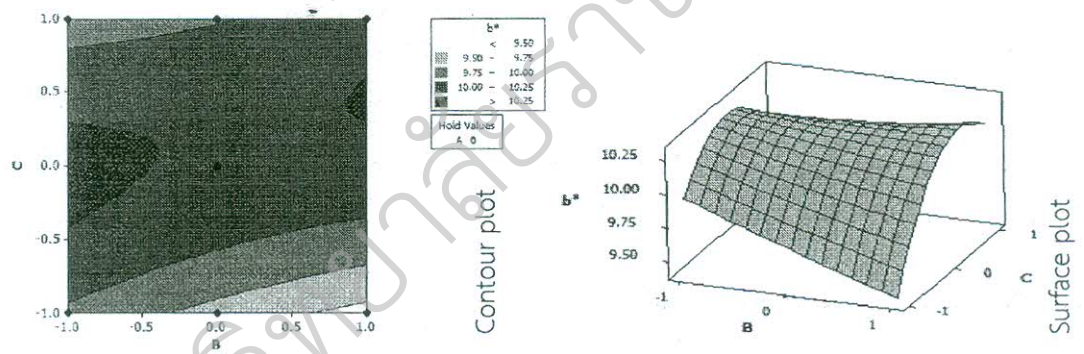
ภาพที่ 4.7 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าสี b*กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าสี b* กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณน้ำ (C)โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณน้ำต่ำหรือสูง จะทำให้มีค่าสีเหลือง(b*)ต่ำ เนื่องจากสีแดงหรือสีม่วงของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ละลายน้ำได้ดี ทำให้มีค่าสีไปในทิศทางของสีแดงมากกว่าแต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำปานกลาง จะทำให้มีค่าสีเหลือง(b*)สูง ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าสี b* กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าสี b* กับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)และปริมาณน้ำ (C) โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณสูง และปริมาณน้ำต่ำจะทำให้มีค่าสีเหลือง (b*) ต่ำ แต่เมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูต่ำ และปริมาณน้ำปานกลางจะทำให้มีค่าสีเหลือง(b*) ต่ำ ดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าสี b* กับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

4) ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

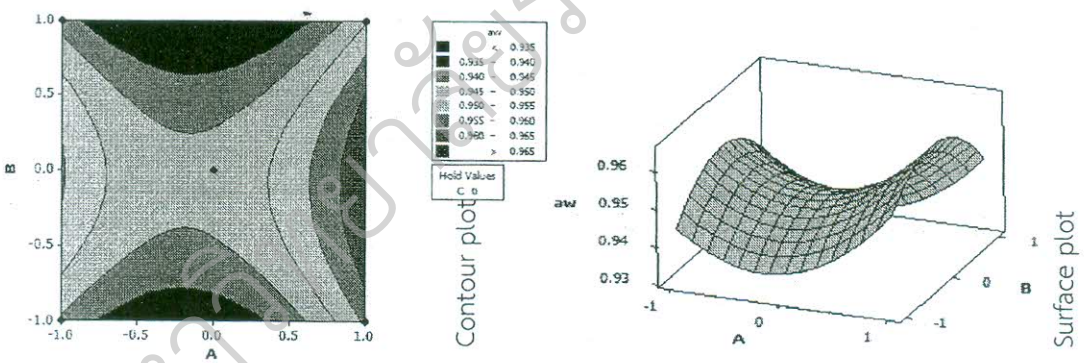
จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Respond surface methodology (RSM)และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ Full quadratic สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำ ต่อค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ได้ดังสมการ $y_i = \beta_1A + \beta_2B + \beta_3C + \beta_4A^2 + \beta_5B^2 + \beta_6C^2 + \beta_7AB + \beta_8AC + \beta_9BC$ ได้สมการดังนี้

$L^* = 0.9465+0.0047A-0.0020B+0.0104C+0.0237A^2-0.0232B^2-0.0007C^2-0.0012AB+0.0081AC$
$-0.0003BC$

$R^2 = 0.95$

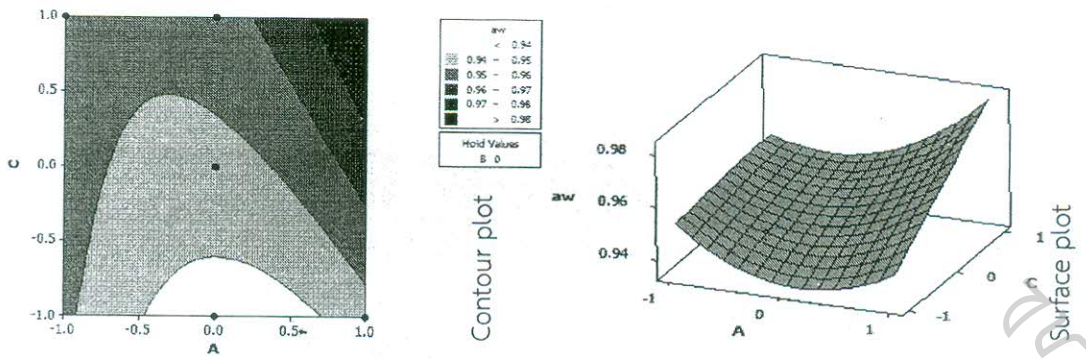
ความสัมพันธ์ของค่าปริมาณน้ำอิสระกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) สามารถสร้างภาพพื้นผิวตอบสนอง (Respond surface methodology, RSM) ได้ดังภาพที่ 4.10

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)พบว่าพื้นที่ผิวตอบสนองมีสีแตกต่างกัน โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณปานกลาง และปริมาณเอสพีกับผงฟูต่ำหรือสูง ทำให้มีค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)ต่ำ แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณเอสพีกับผงฟูปานกลาง ซึ่งให้ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) สูง



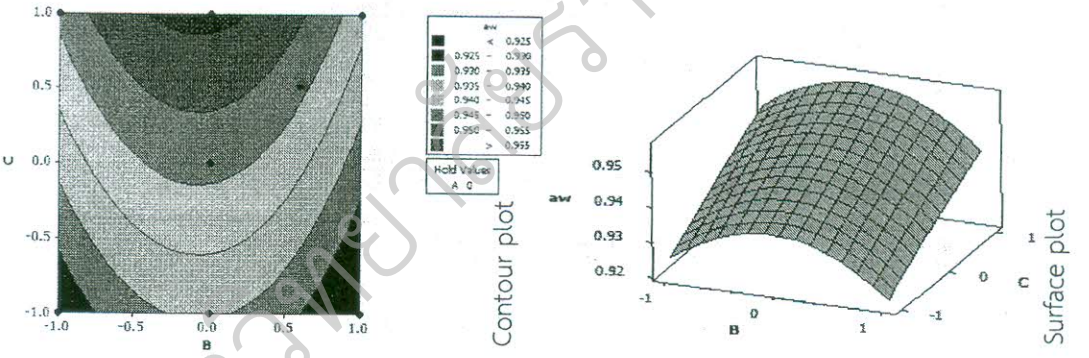
ภาพที่ 4.10 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณน้ำ (C)โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณน้ำสูง จะทำให้มีค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) สูง ซึ่งถูกจัดให้เป็นประเภทอาหารชื้น แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณปานกลาง และปริมาณน้ำต่ำ จะทำให้มีค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)ต่ำ ดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)กับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)และปริมาณน้ำ (C)โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณสูง และปริมาณน้ำต่ำ หรือใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำต่ำ จะทำให้มีค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)ต่ำ แต่เมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูปานกลาง และปริมาณน้ำสูง ทำให้มีค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)สูง ดังภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.12 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)กับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

5) ค่าปริมาตรจำเพาะ

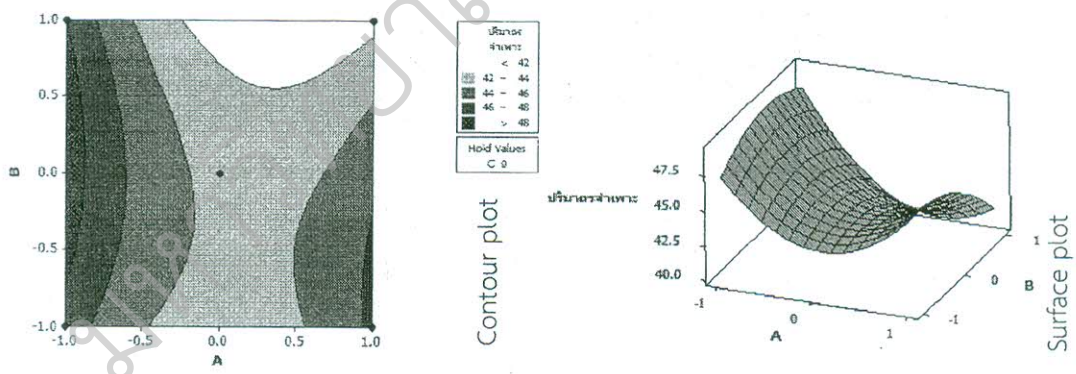
จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Respond surface methodology (RSM)และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ Full quadratic สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำ ต่อค่าปริมาตรจำเพาะ ได้ดังสมการ $y_i = \beta_1 A + \beta_2 B + \beta_3 C + \beta_4 A^2 + \beta_5 B^2 + \beta_6 C^2 + \beta_7 AB + \beta_8 AC + \beta_9 BC$ ได้สมการดังนี้

$L^* = 43.5000 - 1.8484A - 1.0420B + 0.2880C + 3.7500A^2 - 1.5000B^2 + 6.5000C^2 - 1.4170AB + 10.7500AC - 3.1670BC$

$R^2 = 0.67$

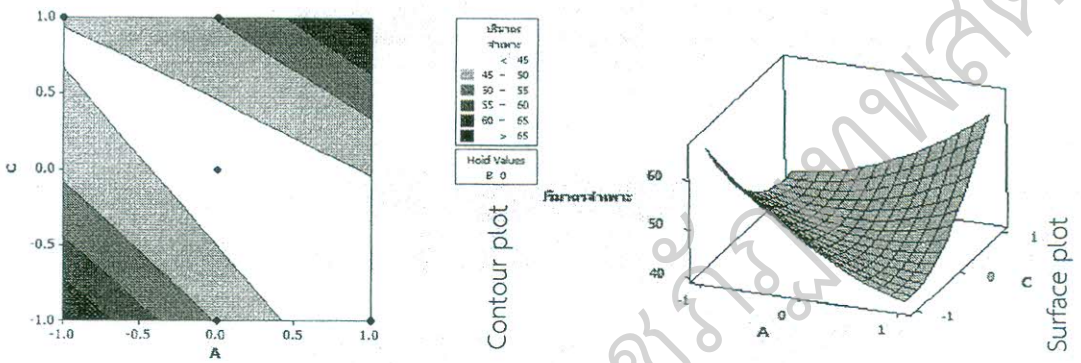
ความสัมพันธ์ของค่าปริมาตรจำเพาะ อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) สามารถสร้างภาพพื้นผิวตอบสนอง (Respond surface methodology, RSM) ได้ดังภาพที่ 4.13

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าปริมาตรจำเพาะกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)พบว่าพื้นที่ผิวตอบสนองมีสีแตกต่างกัน โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณปานกลางหรือสูง และปริมาณเอสพีกับผงฟูสูง ทำให้มีค่าปริมาตรจำเพาะต่ำ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 42 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ และปริมาณเอสพีกับผงฟูปานกลาง จะทำให้มีค่าปริมาตรจำเพาะสูง เนื่องจากแป้งสาลีมีคุณสมบัติในการขึ้นฟูมากกว่าแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ นอกจากนี้เอสพีกับผงฟูยังมีคุณสมบัติที่ทำให้ขนมมีปริมาตรใหญ่ขึ้น ดังนั้นเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ จะทำให้ขนมปุยฝ้ายมีปริมาตรจำเพาะมากกว่า



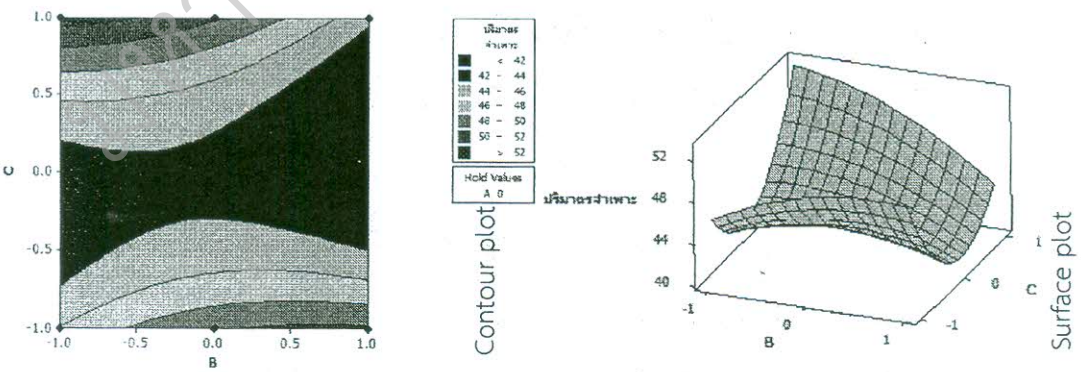
ภาพที่ 4.13 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าปริมาตรจำเพาะกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าปริมาตรจำเพาะกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณน้ำ (C)โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำต่ำหรือใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณน้ำสูง จะทำให้มีค่าปริมาตรจำเพาะสูง แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณปานกลาง และปริมาณน้ำปานกลางหรือใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณน้ำต่ำ จะทำให้มีค่าปริมาตรจำเพาะต่ำ ดังภาพที่ 4.14ซึ่งเกิดจากการที่น้ำในส่วนผสมขยายตัวขึ้นเมื่อได้รับความร้อน ซึ่งปริมาตรของขนมที่ขึ้นฟูด้วยไอน้ำจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของแป้งกับน้ำ



ภาพที่ 4.14 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าปริมาตรจำเพาะกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าปริมาตรจำเพาะกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)และปริมาณน้ำ (C)โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณสูง และปริมาณน้ำปานกลาง จะทำให้มีค่าปริมาตรจำเพาะต่ำแต่เมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูต่ำ และปริมาณน้ำสูง ทำให้มีค่าปริมาตรจำเพาะสูง ดังภาพที่ 4.15



ภาพที่ 4.15 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าปริมาตรจำเพาะกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)

6) ค่าความแข็ง

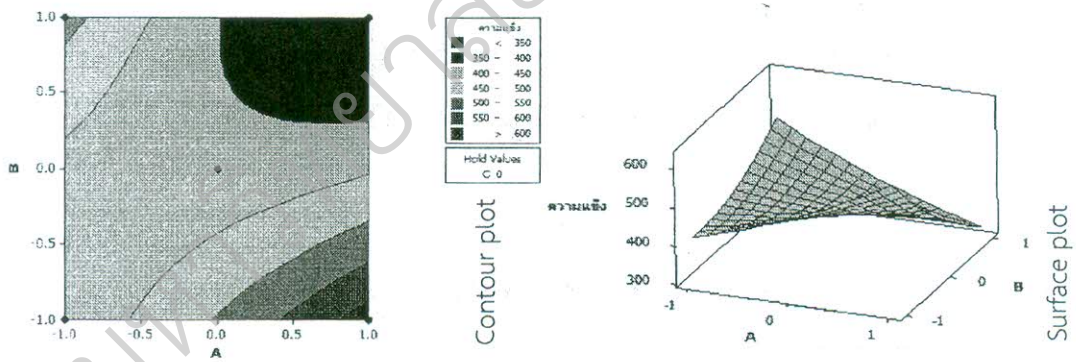
จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Respond surface methodology (RSM)และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ Full quadratic สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำ ต่อค่าความแข็ง ได้ดังสมการ $y_i = \beta_1 A + \beta_2 B + \beta_3 C + \beta_4 A^2 + \beta_5 B^2 + \beta_6 C^2 + \beta_7 AB + \beta_8 AC + \beta_9 BC$ ได้สมการดังนี้

$$L^* = 422.8070 + 2.5550A - 50.8750B - 11.9171C + 18.6852A^2 + 30.0750B^2 - 118.3670C^2 - 101.5940AB - 50.8631AC + 14.7394BC$$

$$R^2 = 0.85$$

ความสัมพันธ์ของค่าความแข็ง อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) สามารถสร้างภาพพื้นผิวตอบสนอง (Respond surface methodology, RSM) ได้ดังภาพที่ 4.16

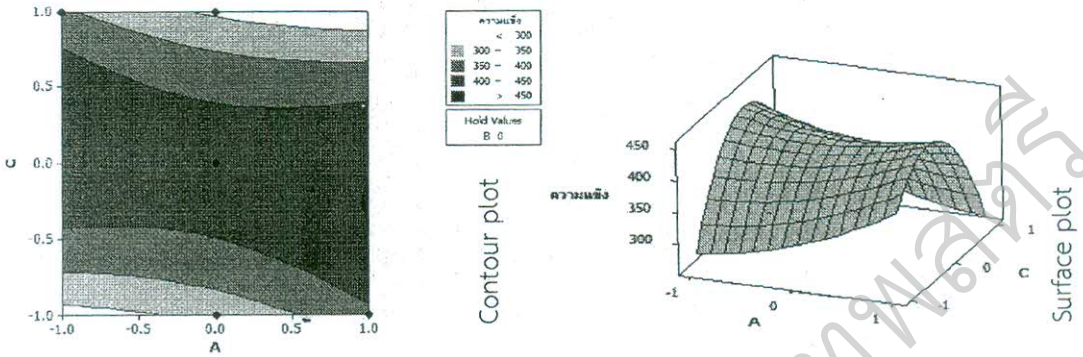
การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าความแข็งกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)พบว่าพื้นที่ผิวตอบสนองมีสีแตกต่างกัน โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณเอสพีกับผงฟูต่ำ จะทำให้มีค่าความแข็งสูง เนื่องจากการเติมแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในปริมาณสูง แต่ใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูที่มีคุณสมบัติในการทำให้ขนมนุ่ม และมีความคงตัวในปริมาณต่ำ ทำให้ขนมปุยฝ้ายมีเนื้อแข็งร่วน แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณเอสพีกับผงฟูสูง จะทำให้มีค่าความแข็งต่ำ



ภาพที่ 4.16 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าความแข็งกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)

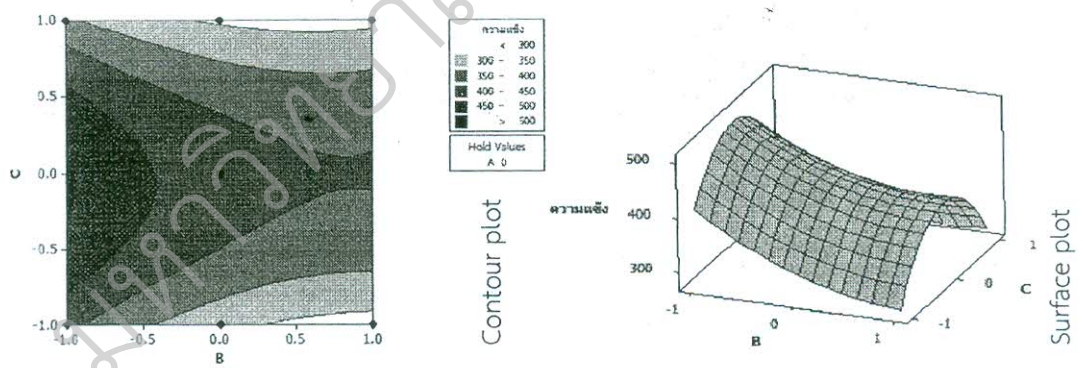
การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าความแข็งกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณน้ำ (C)โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณน้ำสูง หรือใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ และปริมาณต่ำ จะทำให้ค่าความแข็งต่ำ แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และ

ปริมาณน้ำปานกลาง จะทำให้ค่าความแข็งสูง เนื่องจากน้ำทำหน้าที่หลายอย่างในขนม เช่น ละลายน้ำตาล ทำให้เกิดกลูเตน ทำให้ผงฟูเกิดปฏิกิริยา ช่วยควบคุมความหนืดอุณหภูมิของส่วนผสม และสร้างความอ่อนนุ่มให้แก่ขนมดังภาพที่ 4.17



ภาพที่ 4.17 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าความแข็งกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าความแข็งกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)และปริมาณน้ำ (C)โดยมีแนวโน้มว่า เมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณสูง และปริมาณน้ำสูงหรือใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณสูง และปริมาณน้ำต่ำ จะทำให้มีค่าความแข็งต่ำแต่เมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำปานกลาง จะทำให้มีค่าความแข็งสูง ดังภาพที่ 4.18



ภาพที่ 4.18 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าความแข็งกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

7) ค่าการเกาะติด

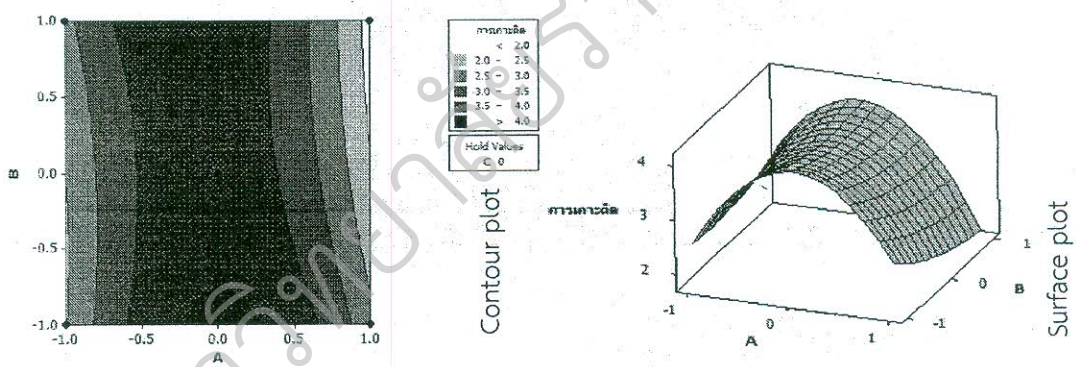
จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Respond surface methodology (RSM)และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ Full quadratic สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำ ต่อค่าการเกาะติด ได้ดังสมการ $y_i = \beta_1 A + \beta_2 B + \beta_3 C + \beta_4 A^2 + \beta_5 B^2 + \beta_6 C^2 + \beta_7 AB + \beta_8 AC + \beta_9 BC$ ได้สมการดังนี้

$$L^* = 3.8140 - 0.2230A - 0.1190B - 0.0751C - 1.5230A^2 + 0.1693B^2 - 1.6373C^2 - 0.3012AB - 1.3530AC + 0.3880BC$$

$$R^2 = 0.79$$

ความสัมพันธ์ของค่าการเกาะติด อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) สามารถสร้างภาพพื้นผิวตอบสนอง (Respond surface methodology, RSM) ได้ดังภาพที่ 4.19

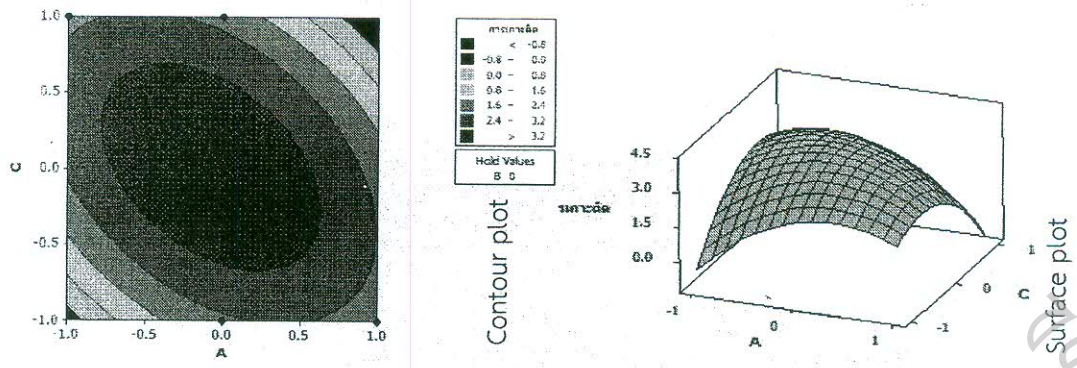
การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าการเกาะติดกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)พบว่าพื้นที่ผิวตอบสนองมีสีแตกต่างกัน โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณเอสพีกับผงฟูสูง จะทำให้มีค่าการเกาะติดต่ำ แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณปานกลาง และปริมาณเอสพีกับผงฟูต่ำ จะทำให้มีค่าการเกาะติดสูง



ภาพที่ 4.19 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการเกาะติดกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)

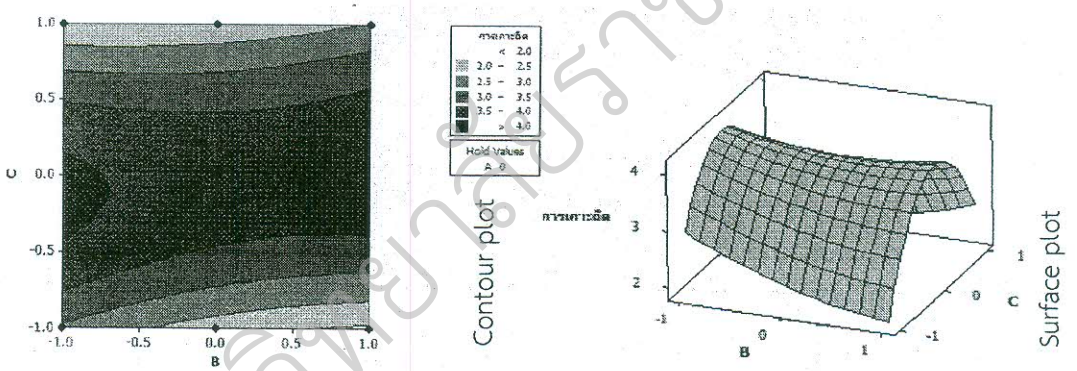
การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าการเกาะติดกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณน้ำ (C)โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณน้ำสูง และใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำต่ำ จะทำให้มีค่าการเกาะติดต่ำ เนื่องจากการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในปริมาณสูงทำให้เนื้อขนมร่วน ไม่เกาะติดภายในปาก แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณปานกลาง และปริมาณน้ำปานกลาง จะทำให้มีค่าการเกาะติดสูง ดังภาพที่ 4.20

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี



ภาพที่ 4.20 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการเกาะติดกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าการเกาะติดกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)และปริมาณน้ำ (C)โดยมีแนวโน้มว่า เมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณสูง และปริมาณน้ำต่ำ จะทำให้มีค่าการเกาะติดต่ำ แต่เมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำปานกลาง จะทำให้มีค่าการเกาะติดสูง ดังภาพที่ 4.21



ภาพที่ 4.21 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการเกาะติดกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

8) ค่าการเกาะรวมตัวกัน

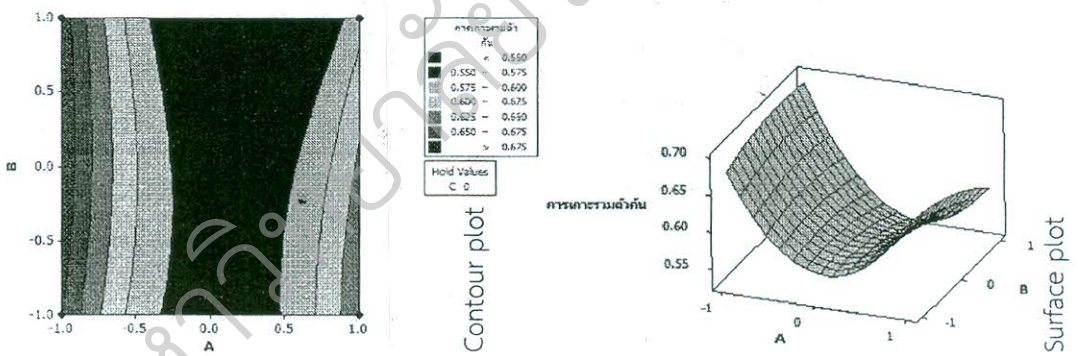
จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Respond surface methodology (RSM)และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ Full quadratic สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำ ต่อค่าการเกาะรวมตัวกัน ได้ดังสมการ $y_i = \beta_1 A + \beta_2 B + \beta_3 C + \beta_4 A^2 + \beta_5 B^2 + \beta_6 C^2 + \beta_7 AB + \beta_8 AC + \beta_9 BC$ ได้สมการดังนี้

$$L^* = 0.5591 - 0.0322A - 0.0110B - 0.0150C + 0.1034A^2 - 0.0115B^2 + 0.0181C^2$$
$$- 0.0180AB + 0.0580AC + 0.0090BC$$

$$R^2 = 0.87$$

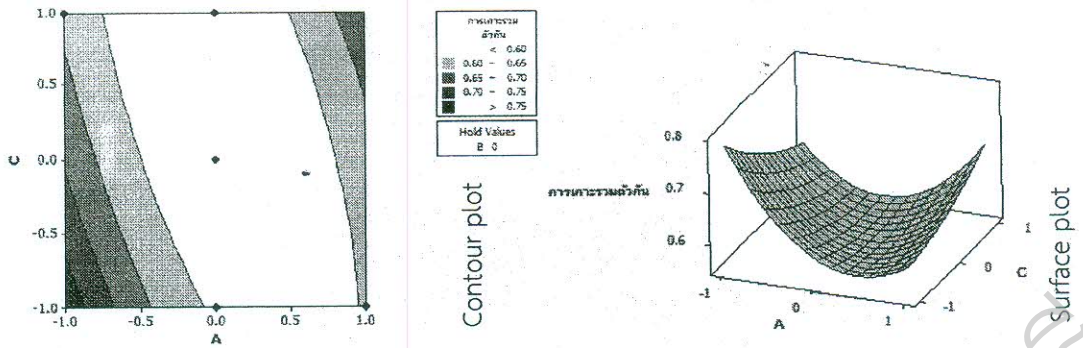
ความสัมพันธ์ของค่าการเกาะรวมตัวกัน อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) สามารถสร้างภาพพื้นผิวตอบสนอง (Respond surface methodology, RSM) ได้ดังภาพที่ 4.22

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าการเกาะรวมตัวกันกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)พบว่าพื้นที่ผิวตอบสนองมีสีแตกต่างกัน โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณปานกลาง และปริมาณเอสพีกับผงฟูสูง จะทำให้มีค่าการเกาะรวมตัวกันต่ำ ซึ่งการเติมแป้งข้าวไรซ์เบอร์รีในปริมาณที่ค่อนข้างสูงจะทำให้เนื้อขนมค่อนข้างร่วน และไม่เกาะรวมตัวกัน แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ และปริมาณเอสพีกับผงฟูปานกลางหรือสูง จะทำให้มีค่าการเกาะรวมตัวกันสูง



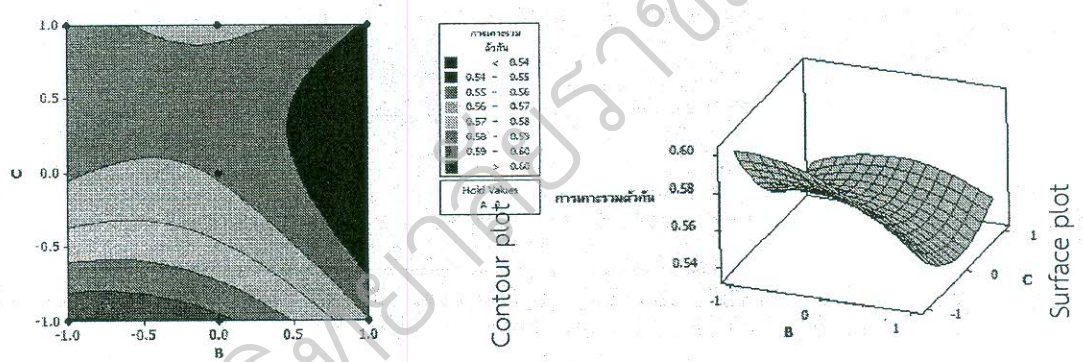
ภาพที่ 4.22 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการเกาะรวมตัวกันกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าการเกาะรวมตัวกันกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณน้ำ (C)โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำต่ำ จะทำให้มีค่าการเกาะรวมตัวกันสูง แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณปานกลาง และปริมาณน้ำปานกลางหรือสูง จะทำให้มีค่าการเกาะรวมตัวกันต่ำดังภาพที่ 4.23



ภาพที่ 4.23 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการเกาะรวมตัวกันกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าการเกาะรวมตัวกันกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)และปริมาณน้ำ (C)โดยมีแนวโน้มว่า เมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำต่ำ จะทำให้มีค่าการเกาะรวมตัวกันสูงแต่เมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณสูง และปริมาณน้ำปานกลาง จะทำให้มีค่าการเกาะรวมตัวกันต่ำ ดังภาพที่ 4.24



ภาพที่ 4.24 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการเกาะรวมตัวกันกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

9) ค่าความยากในการเคี้ยว

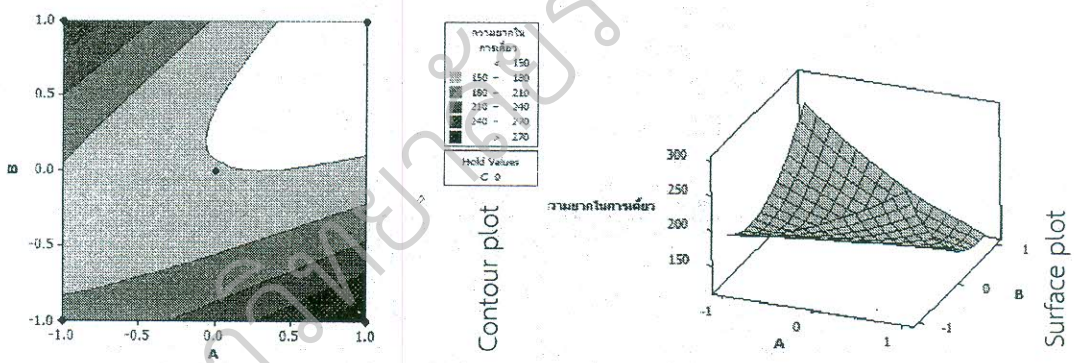
จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Respond surface methodology (RSM)และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ Full quadratic สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำ ต่อค่าความยากในการเคี้ยว ได้ดังสมการ $y_i = \beta_1 A + \beta_2 B + \beta_3 C + \beta_4 A^2 + \beta_5 B^2 + \beta_6 C^2 + \beta_7 AB + \beta_8 AC + \beta_9 BC$ ได้สมการดังนี้

$$L^* = 151.4010 - 9.7770A - 23.9044B - 18.3605C + 16.8918A^2 + 49.5419B^2$$
$$-33.9452C^2 - 63.0698AB - 27.5452AC + 3.5916BC$$

$R^2 = 0.73$

ความสัมพันธ์ของค่าความยากในการเคี้ยว อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) สามารถสร้างภาพพื้นผิวตอบสนอง (Respond surface methodology, RSM) ได้ดังภาพที่ 4.25

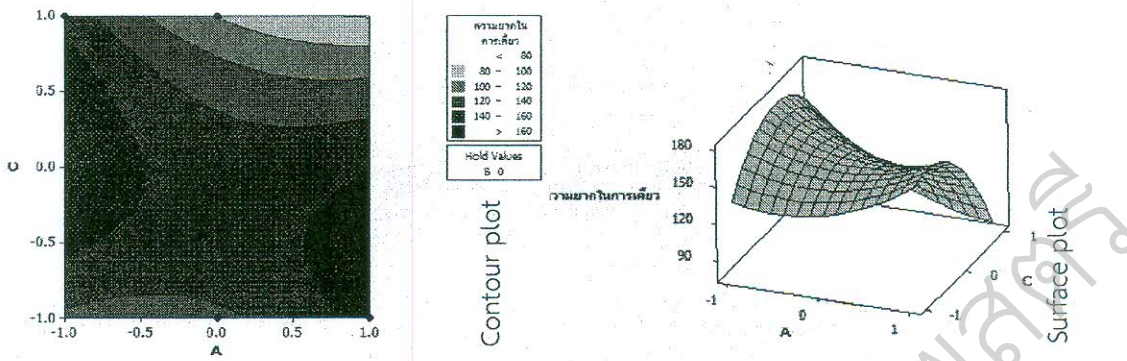
การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าความยากในการเคี้ยวกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)พบว่าพื้นที่ผิวตอบสนองมีสีแตกต่างกัน โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณเอสพีกับผงฟูสูง จะทำให้มีค่าความยากในการเคี้ยวต่ำ เนื่องจากขนมปุยฝ้ายมีเนื้อสัมผัสที่ร่วนจึงง่ายต่อการบดเคี้ยว แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณต่ำ จะทำให้มีค่าความยากในการเคี้ยวสูง ดังภาพที่ 4.25



ภาพที่ 4.25 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าความยากในการเคี้ยวกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)

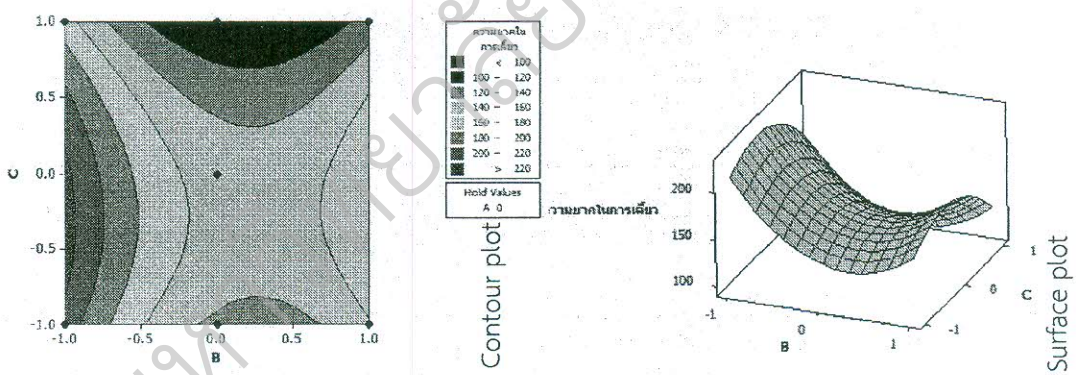
การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าความยากในการเคี้ยวกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณน้ำ (C)โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณน้ำสูง จะทำให้มีค่าความยากในการเคี้ยวต่ำ แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณน้ำต่ำ และใช้อัตราส่วนของแป้ง

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำปานกลาง จะทำให้มีค่าความยากในการเคี้ยวสูง ดังภาพที่ 4.26



ภาพที่ 4.26 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าความยากในการเคี้ยวกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าความยากในการเคี้ยวกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)และปริมาณน้ำ (C)โดยมีแนวโน้มว่า เมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณปานกลาง และปริมาณน้ำสูง จะทำให้มีค่าความยากในการเคี้ยวต่ำ แต่เมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำปานกลาง จะมีค่าการเกาะรวมตัวกันสูง ดังภาพที่ 4.27



ภาพที่ 4.27 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าความยากในการเคี้ยวกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)

10) ค่าการคืนตัว

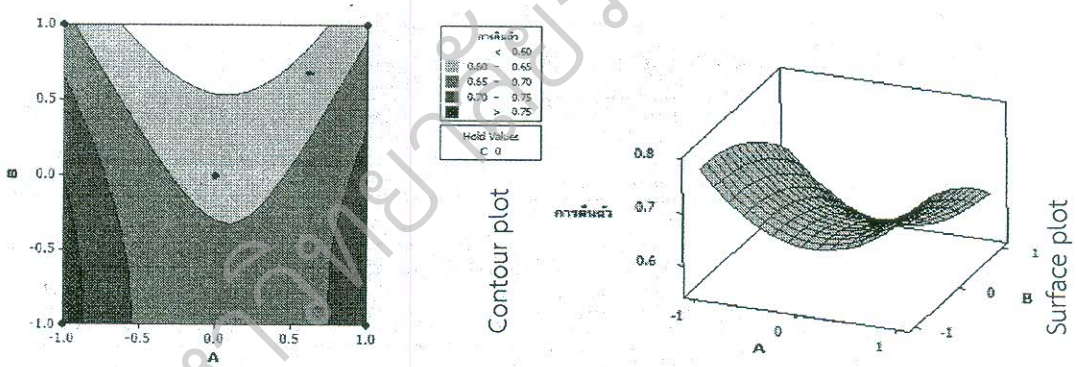
จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Respond surface methodology (RSM)และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ Full quadratic สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำ ต่อค่าการคืนตัว ได้ดังสมการ $y_i = \beta_1 A + \beta_2 B + \beta_3 C + \beta_4 A^2 + \beta_5 B^2 + \beta_6 C^2 + \beta_7 AB + \beta_8 AC + \beta_9 BC$ ได้สมการดังนี้

$$L^* = 0.6370 - 0.0160A - 0.0522B - 0.0002C + 0.0972A^2 - 0.0300B^2 + 0.0710C^2 + 0.0040AB + 0.0064AC + 0.0245BC$$

$$R^2 = 0.83$$

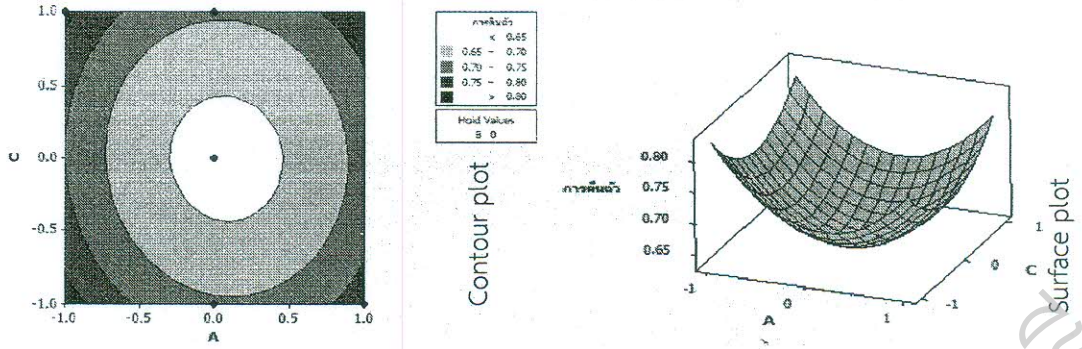
ความสัมพันธ์ของค่าการคืนตัว อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) สามารถสร้างภาพพื้นผิวตอบสนอง (Respond surface methodology, RSM) ได้ดังภาพที่ 4.28

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าการคืนตัวกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)พบว่าพื้นที่ผิวตอบสนองมีสีแตกต่างกัน โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณปานกลาง และปริมาณเอสพีกับผงฟูสูง จะทำให้มีค่าการคืนตัวต่ำเนื่องจากการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในปริมาณสูง ทำให้มีเนื้อร่วน ไม่เกาะรวมตัวกัน จึงยากต่อการคืนตัว แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ และปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณต่ำ จะทำให้มีค่าการคืนตัวสูง



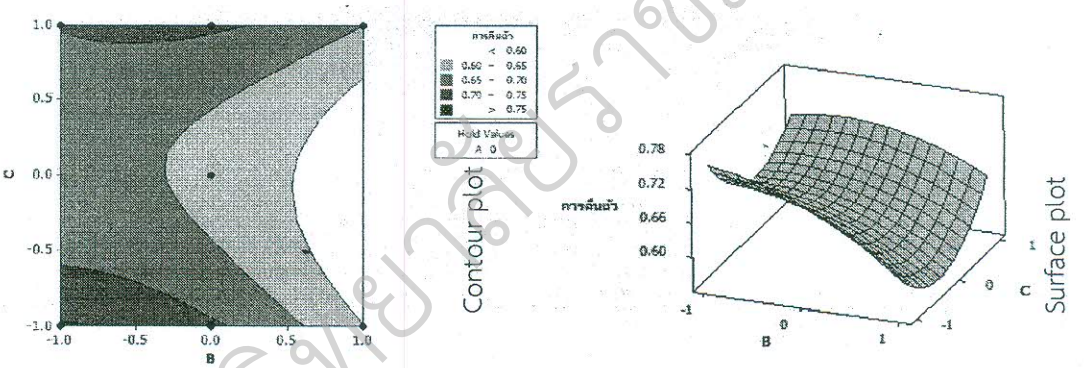
ภาพที่ 4.28 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการคืนตัวกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าการคืนตัวกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A)และปริมาณน้ำ (C)โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณปานกลาง และปริมาณน้ำปานกลาง จะทำให้มีค่าการคืนตัวต่ำ แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำต่ำ จะทำให้มีค่าการคืนตัวสูง ดังภาพที่ 4.29



ภาพที่ 4.29 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการคืนตัวกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี (A) และปริมาณน้ำ (C)

การศึกษาความสัมพันธ์ของค่าการคืนตัวกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B)และปริมาณน้ำ (C) โดยมีแนวโน้มว่า เมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณสูง และปริมาณน้ำปานกลาง จะทำให้มีค่าการคืนตัวต่ำ แต่เมื่อใช้ปริมาณเอสพีกับผงฟูในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำต่ำ จะมีค่าการคืนตัวสูง ดังภาพที่ 4.30



ภาพที่ 4.30 ภาพพื้นผิวตอบสนองแบบ Contour plot และ Surface plot ของค่าการคืนตัวกับปริมาณเอสพีกับผงฟู (B) และปริมาณน้ำ (C)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

4.3 ผลการศึกษาคุณภาพของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่เหมาะสม

จากการวัดค่าในการศึกษาคุณภาพของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่เหมาะสม ได้ทำการคัดเลือกสูตรขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสมที่สุด คือสิ่งทดลองที่ 10 และนำมาศึกษาคุณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส แสดงผลดังตารางที่ 4.10 ผลการศึกษาคุณภาพด้านกายภาพพบว่าค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีค่าเท่ากับ 0.94±0.01 และเนื่องจากมีปริมาณน้ำอิสระสูง อาจทำให้เกิดจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ยีสต์บางชนิดแบคทีเรียก่อโรค (นิธิยา และพิมพ์เพ็ญ, 2553) ด้านค่าสี มีค่าความสว่าง (L*) มีค่าเท่ากับ 57.82±1.39 ค่าสี a* มีค่าเท่ากับ 0.37±0.01 มีค่าไปในทิศทางของสีแดง และค่าสี b* มีค่าเท่ากับ 9.64±0.53 มีค่าไปในทิศทางของสีเหลือง ส่วนปริมาตรจำเพาะมีค่าเท่ากับ 2.6±0.14 ลูกบาศ์กเซนติเมตรต่อกรัม จากการวัดค่าเนื้อสัมผัสพบว่าค่าความแข็ง (Hardness) มีค่าเท่ากับ 324.70±10.64 กรัม เนื้อขนมมีลักษณะที่ค่อนข้างนิ่ม ค่าการเกาะติด (Adhesiveness) เท่ากับ 1.59±0.35 กรัม.วินาที ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนความชอบด้านการเกาะติดภายในปาก ค่าการเกาะรวมตัวกัน (Cohessiveness) เท่ากับ 0.66±0.02 ค่าความยากในการเคี้ยว (Chewiness) เท่ากับ 128.81±21.29 และค่าการคืนตัว (Springiness) เท่ากับ 0.55±0.03

ค่าคุณภาพทางเคมี พบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 41.27±0.62 ไขมันร้อยละ 2.00±0.01 โปรตีนร้อยละ 4.19±0.54 กากใย ร้อยละ2.32±0.56เถ้าร้อยละ0.83±0.28 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 49.38±1.24 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของชไมพร เพ็งมาก และสุธาสินี ศรีวิไล (2557)ที่ศึกษาเพื่อศึกษาวิธีการทำแห้งแป้งตาลโตนด และนำไปทดแทนในส่วนผสมแป้งของขนมไทย 3 ชนิด คือขนมชั้น ขนมน้ำดอกไม้ และขนมปุยฝ้าย ซึ่งค่าองค์ประกอบทางเคมีของขนมปุยฝ้ายมีค่าปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน กากใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 42.70, 4.45, 5.06, 1.31, 0.22 และ 46.26 ตามลำดับ

จากการตรวจคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ $8.9x10^2$ โคโลนีต่อกรัม และปริมาณยีสต์ราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม ในขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเรื่องขนมไทย ที่กำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^4$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และต้องไม่มีราปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจน (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเรื่องขนมไทย, 2546)

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบจำนวน 100 คน พบว่ามีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏเท่ากับ 8.18±0.62 คะแนน ความชอบด้านสีเท่ากับ 7.81±0.67 คะแนน ความชอบด้านกลิ่นรสเท่ากับ 7.98±0.66 คะแนน ความชอบด้านความนุ่มเท่ากับ 8.09±0.64 คะแนน ความชอบด้านการเกาะติดภายในปากเท่ากับ 7.97±0.66 คะแนน และความชอบโดยรวมเท่ากับ 8.10±0.54 คะแนน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ตารางที่ 4.8 ผลการศึกษาคุณภาพของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่เหมาะสม

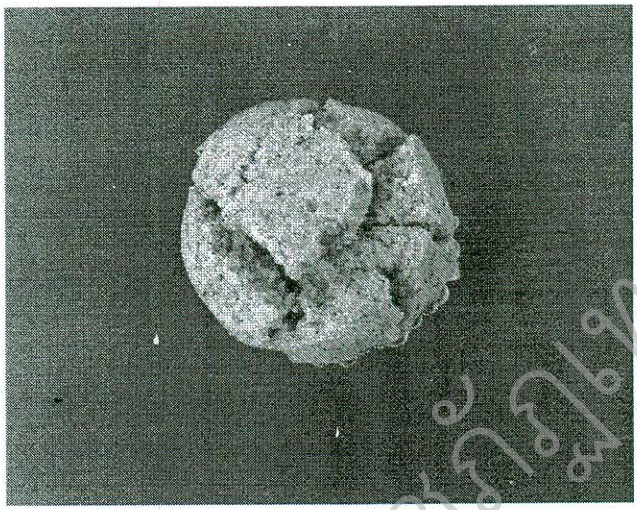
ค่าคุณภาพ	ขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่
ค่าคุณภาพทางกายภาพ	
- ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.94±0.01
- ค่าสี	
L*	57.82±1.39
a *	0.37±0.01
b *	9.64±0.53
- ปริมาตรจำเพาะ(ลบ.ซม.)	2.60±0.14
- ค่าความแข็ง (กรัม)	324.70±10.64
- ค่าการเกาะติด (กรัม.วินาที)	1.59±0.35
- ค่าการเกาะรวมตัวกัน	0.66±0.02
- ค่าความยากในการเคี้ยว	128.81±21.29
- ค่าการคืนตัว	0.55±0.03
ค่าคุณภาพทางเคมี(ร้อยละ)	
- ความชื้น	41.27±0.62
- ไขมัน	2.00±0.01
- โปรตีน	4.19±0.54
- กากใย	2.32±0.56
- เถ้า	0.83±0.28
- คาร์โบไฮเดรต	49.38±1.24
ค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์	
- จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	8.9×10^2
- ยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม)	< 10
ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส (N = 100 คน)	
- ลักษณะปรากฏ	8.18±0.62
- สี	7.81±0.67
- กลิ่นรส	7.98±0.66
- ความนุ่ม	8.09±0.64
- การเกาะติดภายในปาก	7.97±0.66
- ความชอบโดยรวม	8.10±0.54

หมายเหตุ: - แสดงผลในรูปของค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ค่าสี L* คือ ค่าความสว่าง 0-100 (0 หมายถึงความมืด และ100 หมายถึงความสว่าง)
- ค่า a* คือ ค่าสีแดง/สีเขียว (+ สีแดง; - สีเขียว)
- ค่า b* คือ ค่าสีเหลือง/สีน้ำเงิน (+ สีเหลือง; - สีน้ำเงิน)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่เหมาะสม ซึ่งมีส่วนประกอบได้แก่ แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ แป้งสาลี เอสพี ผงฟู ไข่ไก่ น้ำตาลทราย วานิลลา และน้ำ ร้อยละ 40, 60, 14, 7, 40, 77, 4 และ 87 ตามลำดับซึ่งเป็นสูตรที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับที่ดี และใกล้เคียงกับสูตรที่ใช้แป้งสาลีร้อยละ 100 แสดงดังรูปที่ 4.31



ภาพที่ 4.31 ขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่เหมาะสม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการพัฒนา และศึกษาผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ แบ่งการศึกษาเป็น 4 ตอน ได้แก่ การศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปุยฝ้ายสูตรพื้นฐาน การศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำของขนมปุยฝ้ายจากแป้ง ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และศึกษาคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางจุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่เหมาะสม สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1) ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รีมีค่าทางกายภาพ ในด้านปริมาณน้ำอิสระ (a_w)เท่ากับ 0.37±0.06 ซึ่งมีปริมาณน้ำอิสระค่อนข้างต่ำ จัดอยู่ในประเภทอาหารแห้ง ในด้านค่าสีพบว่าค่าความสว่าง (L*) มีค่าเท่ากับ 60.18±0.18 ค่าสี a* เท่ากับ 4.41±0.03 มีค่าสีไปในทิศทางของสีแดง และค่าสี b* เท่ากับ 6.74±0.06 มีค่าสีไปในทิศทางของสีเหลืองสำหรับการวัดค่าคุณภาพทางเคมี พบว่าในแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่มีความชื้นร้อยละ 8.89±0.80 ไขมันร้อยละ 5.16±0.28 โปรตีนร้อยละ 8.37±0.22 กากใยร้อยละ 2.81±0.24 เถ้าร้อยละ 0.68±0.14 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 73.64±1.19

2) ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปุยฝ้ายสูตรพื้นฐาน โดยทำการศึกษาสูตรขนมปุยฝ้ายของอบเชย วงศ์ทอง (2543) โดยทำการวัดค่าคุณภาพทางกายภาพของขนมปุยฝ้าย พบว่าในขนมปุยฝ้ายสูตรพื้นฐานมีปริมาณน้ำอิสระเท่ากับ 0.94±0.01 การวัดค่าสี พบค่าความสว่าง (L*)เท่ากับ 79.84±0.40 ค่าสี a* เท่ากับ 1.51±0.19 มีค่าสีไปในทิศทางสีแดง และค่าสี b* เท่ากับ 18.67±0.35 มีค่าสีไปในทิศทางสีเหลือง และปริมาตรจำเพาะมีค่าเท่ากับ 2.26±0.15 ลูกบาศก์เซนติเมตรจากการวัดค่าคุณภาพด้านเนื้อสัมผัส พบว่าค่าความแข็ง เท่ากับ 374.50±31.64 กรัม ค่าการเกาะติด เท่ากับ 1.33±0.13 กรัมต่อวินาที ค่าการเกาะรวมตัวกัน เท่ากับ 0.70±0.01 ค่าความยากในการเคี้ยว เท่ากับ 141.97±15.86 และค่าการคืนตัว เท่ากับ 0.91±0.01 ซึ่งผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความนุ่ม และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับความชอบปานกลาง ยกเว้นความชอบด้านการเกาะติดภายในปาก ผู้บริโภคให้คะแนนในระดับความชอบเฉยๆดังนั้นจึงนำส่วนผสมของขนมปุยฝ้ายสูตรพื้นฐานมาใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

3) ผลการศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี ปริมาณเอสพีกับผงฟู และปริมาณน้ำของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ พบว่าค่าสีของสิ่งทดลองควบคุม ซึ่งมีแป้งสาลีร้อยละ 100 มีค่าความสว่าง (L*) มากที่สุด ส่วนสิ่งทดลองที่มีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในปริมาณสูงมีค่าความสว่าง (L*) น้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของค่าความสว่าง (L*)กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี และปริมาณน้ำ สิ่งทดลองที่มีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในปริมาณสูงจะมีค่าสีแดง

(a*) มากที่สุด แต่กลับมีค่าสีเหลือง (b*) น้อยที่สุด ส่วนสิ่งทดลองที่มีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ปริมาณต่ำจะมีค่าสีแดง (a*) น้อยที่สุด แต่จะมีค่าสีเหลือง (b*) มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาความสัมพันธ์ของค่าสี a* กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีและปริมาณน้ำ ที่มีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณน้ำปานกลางหรือสูง จะทำให้มีค่าสีแดง(a*)สูง และมีค่าสีเหลือง b* ต่ำ

ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ทุกสิ่งทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.91-0.95 ซึ่งสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)กับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีและปริมาณน้ำ ที่มีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณน้ำสูง จะทำให้มีค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) สูง

สิ่งทดลองที่มีแป้งสาลีเป็นส่วนผสมในปริมาณสูงๆ จะมีปริมาตรจำเพาะที่สูง ส่วนสิ่งทดลองที่มีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูงจะมีปริมาตรจำเพาะน้อยที่สุด สอดคล้องกับความสัมพันธ์ของค่าปริมาตรจำเพาะกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี และปริมาณเอสพีกับผงฟู ที่มีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ และปริมาณเอสพีกับผงฟูปานกลาง จะทำให้มีค่าปริมาตรจำเพาะสูง

ค่าเนื้อสัมผัส พบว่าสิ่งทดลองที่ใช้แป้งข้าวไรซ์เบอร์รีร้อยละ 20 และ 40 มีค่าความแข็งมากที่สุด สิ่งทดลองที่มีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 60 และ 100 จะมีค่าความแข็งน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของค่าความแข็งกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี และปริมาณน้ำ ที่มีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำต่ำ จะทำให้มีค่าความแข็งต่ำ แต่เมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณน้ำปานกลาง จะทำให้มีค่าความแข็งสูง

สิ่งทดลองที่มีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รีร้อยละ 40 มีค่าการเกาะติดมากที่สุด และสิ่งทดลองที่มีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รีร้อยละ 100 มีค่าการเกาะติดน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของค่าการเกาะติดกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีและปริมาณน้ำ ที่มีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณน้ำสูงจะทำให้มีค่าการเกาะติดต่ำ

สิ่งทดลองที่มีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 20 จะมีค่าการเกาะรวมตัวกันมากที่สุด สิ่งทดลองที่มีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 60 และ 100 มีค่าการเกาะรวมตัวกันน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของค่าการเกาะรวมตัวกันกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี และปริมาณน้ำ โดยมีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำต่ำ จะทำให้มีค่าการเกาะติดสูง

สิ่งทดลองที่มีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รีร้อยละ 20 มีค่าความยากในการเคี้ยวมากที่สุด สิ่งทดลองที่มีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ร้อยละ 60 และ 100 มีค่าความยากในการเคี้ยวน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของค่าความยากในการเคี้ยวกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีและปริมาณเอสพีกับผงฟู ที่มีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณสูง และปริมาณเอสพีกับผงฟูสูง จะทำให้มีค่าความยากในการเคี้ยวต่ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

และสิ่งทดลองควบคุมมีค่าการคืนตัวมากที่สุด สิ่งทดลองที่มีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นส่วนผสมมีค่าการคืนตัวน้อยที่สุดซึ่งสอดคล้องกับความสัมพันธ์ของค่าการคืนตัวกับอัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลี และปริมาณน้ำ ที่มีแนวโน้มว่าเมื่อใช้อัตราส่วนของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อแป้งสาลีในปริมาณต่ำ และปริมาณน้ำต่ำ จะทำให้มีค่าการคืนตัวสูง

ดังนั้นจึงคัดเลือกสิ่งทดลองที่ 10 เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุด มีส่วนผสมดังนี้ แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ แป้งสาลี เอสพี ผงฟู ไข่ไก่ น้ำตาลทราย วานิลลา และน้ำ ร้อยละ 40, 60, 14, 7, 40, 77, 4 และ 87 ตามลำดับ

4) ผลการศึกษาคุณภาพของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่เหมาะสมจากการคัดเลือกสิ่งทดลองที่ 10 และนำมาศึกษาคุณภาพด้านกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) มีค่าเท่ากับ 0.94±0.00 ด้านค่าสี มีค่าความสว่าง (L*) มีค่าเท่ากับ 57.82±1.39 ค่าสี a* มีค่าเท่ากับ 0.37±0.01 และค่าสี b* มีค่าเท่ากับ 9.64±0.53 ส่วนปริมาตรจำเพาะมีค่าเท่ากับ 54.33±0.57 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัมค่าเนื้อสัมผัสพบว่า ค่าความแข็ง มีค่าเท่ากับ 324.70±10.64 กรัม ค่าการเกาะติด เท่ากับ 1.59±0.35 กรัม.วินาที ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนความชอบด้านการเกาะติดภายในปาก ค่าการเกาะรวมตัวกัน เท่ากับ 0.66±0.02 ค่าความยากในการเคี้ยว เท่ากับ 128.81±21.29 และค่าการคืนตัว เท่ากับ 0.55±0.03 ค่าคุณภาพทางเคมี พบว่ามีปริมาณความชื้นร้อยละ 41.27±0.62 ไขมันร้อยละ 2.00±0.01 โปรตีนร้อยละ 4.19±0.54 กากร้อยละ 2.32±0.56 เถ้าร้อยละ0.83±0.28 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 49.38±1.24 คุณภาพทางจุลินทรีย์ พบจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 8.9×10^{2} โคโลนีต่อกรัม และปริมาณยีสต์ราน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อกรัม และจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบจำนวน 100 คน พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความนุ่ม การเกาะติดภายในปาก และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1) ในการผลิตแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ควรบดเมล็ดข้าวให้มีความละเอียดที่สุด เนื่องจากผู้ทดสอบรับรู้ถึงเนื้อสัมผัสของขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมือนเม็ดทรายเมื่อรับประทาน

2) ควรนำผ้าขาวบางมัดที่ฝาลังถึงประมาณ 2 ชั้น ก่อนทำการนึ่งขนม เพื่อป้องกันน้ำหยดลงบนหน้าขนม

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

ในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาอายุการเก็บรักษาที่สภาวะการเก็บรักษาอื่นๆ ได้แก่ การเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น และชนิดของบรรจุภัณฑ์ เพื่อให้ขนมปุยฝ้ายมีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

บรรณานุกรม

กล้าณรงค์ ศรีรอต. 2542. **เทคโนโลยีของแป้ง**. บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพมหานคร. 225 หน้า

กองบรรณาธิการการเกษตร. 2557. **ไรซ์เบอร์รี่ ข้าวหอมสายพันธุ์ใหม่ พลิกชีวิตชาวนาไทย**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ปัญญาชน.

ชุติมาอัศวเสถียรและคณะ. 2547. **การใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ซาลาเปา**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. หน้า 232-330

ชไมพร เพ็งมาก และสุธาสินี ศรีวิไล.2557. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากแป้งตาลโตนด**. ตรัง: สถาบันวิจัยและพัฒนา.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง.

น้ำทิพย์ เรืองดี. 2555. **การผลิตเครื่องดื่มผงชงพร้อมดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวเหนียวก่ำกล้องงอกโดยเทคโนโลยีเอ็กซ์ทรูชัน**. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประสงค์ เทียนบุญ. 2550. **ใยอาหาร**. หน่วยโภชนศาสตร์และศูนย์วิจัยโภชนาการ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปิยธิดา ครองบุญ และอัจฉราภรณ์ รัดห่วง. 2552. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่มีใยอาหารสูงจากแป้งข้าวโพดไร่**. ลพบุรี: สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.

พลวริน พลยิ่ง. 2551. **การพัฒนาเทียนหอมโดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง**. เชียงใหม่: สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2550. **การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนตรีพิริยะกุล. 2544. **เทคนิคการวิเคราะห์สมการถดถอย**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต และไพศาล วุฒิจำนงค์. 2545. **การประเมินอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร**. เอกสารประกอบการสัมมนา-อบรมวิชาการด้านอุตสาหกรรมอาหาร.

วินัย ดะห์ลัน. 2550. **เอกสารประกอบการบรรยาย "โภชนาการพื้นฐานเพื่อการมีสุขภาพสมบูรณ์สูงสุด"**

ศศิวิมล แสวงผล, เชฏฐ์ สาทรกิจ และทยา เจนจิตติกุล. 2546. **สารานุกรมผลิตผลและผลิตภัณฑ์จากพืชในซุปเปอร์มาร์เก็ต ฉบับคอมพิวเตอร์**.กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2547. **การใช้ประโยชน์จากข้าวในการสร้างมูลค่าเพิ่มเพื่อการ**.ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2550. **ผลิตภัณฑ์แปรรูปข้าวที่สำคัญในปัจจุบัน**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Mindell. 2554. **วิตามินไบเบิล (VITAMIN BIBLE)**.พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์อมรินทร์สุขภาพ. 365 หน้า.

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th ed. AOAC International. Maryland. USA.

Ferng, L, H., et al., 2014. Physicochemical property and glycemic response of chiffon cakes with different rice flours. **Food Hydrocolloids**, 1-8

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2546. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ขนมไทย (1/2546)**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. 2548. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง แป้งสาลีกล้อง (871/2548)**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

นงเยาว์ ชูสุข. 2552. **เทคนิคในการพัฒนาผลิตภัณฑ์**. สืบค้น มิถุนายน 28, 2558 จาก http://www.agro.kmutnb.ac.th/e-learning/yao/RSM2.pdf.

นรินทร์ภพช่วยการ, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์, อุทัยวรรณ สุทธิศันสนีย์, ฉัตรภา หัตถโกศลและพร้อมลักษณ์ สมบูรณ์ปัญญากุล. 2556. **อิทธิพลของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อสมบัติทางเคมี-กายภาพและทางประสาทสัมผัสของไอศกรีมไขมันต่ำ**. สืบค้น มิถุนายน 25, 2558 จาก http://www.crdc.kmutt.ac.th/Data%202013/CRDC7/data/589-592.pdf.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ ก. 2558. **Tannin/แทนนิน**. สืบค้น พฤษภาคม 17, 2558 จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2376/tannin

นิธิยา รัตนาปนนท์ และพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ ข. 2558. **Wheat flour/แป้งสาลี**. สืบค้น มิถุนายน 17, 2558 จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1378/wheat-flour.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ ค.2558. **Egg/ไข่**. สืบค้น มิถุนายน 18, 2558 จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1146/egg.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ ง.2558. **Food color/สีผสมอาหาร**. สืบค้น มิถุนายน 18, 2558 จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2950/food-color.

นิธิยา รัตนาปนนท์ และพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ จ.2558.**Sensory evaluation / การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส**.สืบค้น มิถุนายน 18, 2558 จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0486/sensory-evaluation.

บรรจงลักษณ์ โพธิ์แก้ว. 2555. **ประวัติความเป็นมาของขนมไทย**. สืบค้น มิถุนายน 30, 2558 จาก http://lms.thaicyberu.go.th/officialtcu/main/advcourse/presentstu/course/ww523/banjongluk/banjongluk-web1/contents/topic1.htm.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2557. **ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวสายพันธุ์ใหม่ ธัญพืชเพื่อสุขภาพ.** สืบค้น มิถุนายน, 2558 จาก http://health.kapook.com/view99263.html.

รวิวรรณ เทนอิสสระ และคณะ. 2555. **ประเภทของน้ำตาล.**สืบค้น มิถุนายน 25, 2558 จาก http://fieldtrip.ipst.ac.th/intro_sub_content.php?content_id=16&content_folder_id=255.

ศูนย์สุขภาพธรรมชาติบำบัด. 2555. **สาร Gamma-Oryzanol คืออะไร**. สืบค้น มิถุนายน 29, 2558 จาก http://www.npcse.co.th/read/npc_read_detail.asp?read_id=1172&cate_id.

ศูนย์อัจฉริยะเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร. 2551. **อุตสาหกรรมข้าวและผลิตภัณฑ์แปร.** สืบค้น มิถุนายน 20, 2558 จาก http://fic1.nfi.or.th:81/th/thaifood/product52-rice.asp

สำนักงานสถิติจังหวัดสิงห์บุรี. 2558.**ข้าวไรซ์เบอรี่ - สถิติทางการของประเทศไทย**. สืบค้น มิถุนายน 20, 2558 จาก http://osthailand.nic.go.th/masterplan_area/userfiles/file%20Download/Report%20Analysis%20Province.pdf.

สุนทร ตรีนันทวัน. 2553. **คุณค่าทางโภชนาการของข้าว.** สืบค้น มิถุนายน 25, 2558 http://www.scimath.org/biologyarticle/item/517-nutritional.

สุมนาสุนทรเวชพงษ์. 2554. **เรื่องของ...แป้งสาลี**. สืบค้น มิถุนายน 25, 2558 จาก http://www.suraobandon.ac.th/download.php?file=20110804-002915%E0%C3%D7%E8%CD%A7%A2%CD%A7%E1%BB%E9%A7%CA%D2%C5%D5.pdf.

ศศิพร รัตนสุวรรณ์และณัฐพร แสงขันทอง. 2558. **การใช้ฟักทองผงในการทดแทนแป้งสาลีในขนมปุยฝ้าย.** สืบค้น มิถุนายน 26, 2558 จาก http://202.29.80.48/~pibul_research58/files/abstact/Abstact_00681_30-01-2558-15-50-41_abstract.pdf.

อุทัยวรรณทองทั้งวงศ์และสุนทรีสุวรรณสิชณน์. 2553. **ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.

อภิญญาเจริญกูล. 2556. **ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องงอกต่อคุณภาพของมัฟฟิน**. สืบค้น มิถุนายน 29, 2558 จากhttp://www.crdc.kmutt.ac.th/Data%202013/CRDC7/data/237-240.pdf.

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ภาคผนวก ก

ส่วนผสมและกรรมวิธีการผลิตขนมปุยฝ้าย

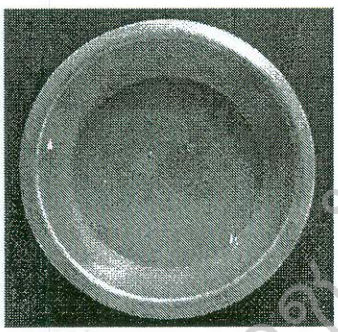
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

แป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

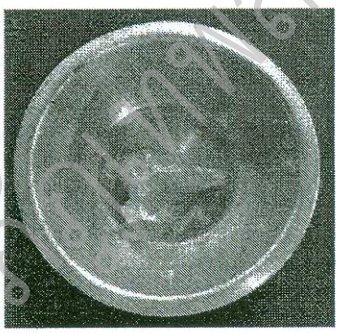
แป้งสาลี

ผงฟู

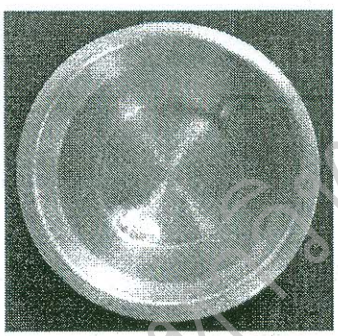
น้ำตาลทราย



ไขไก่



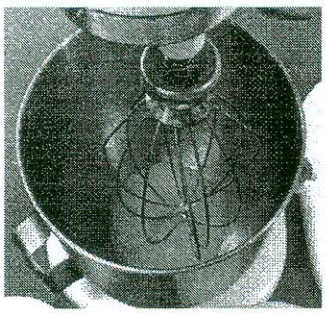
เอสพี



น้ำเปล่า

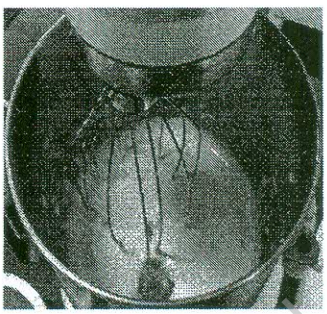
ภาพ ก 1 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

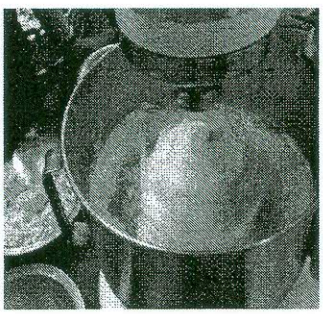


1. ตีไข่จนขึ้นฟูด้วยความเร็วปานกลาง

2. ใส่น้ำตาลทีละน้อยจนเป็นครีมสีขาวนวลด้วยความเร็วปานกลาง

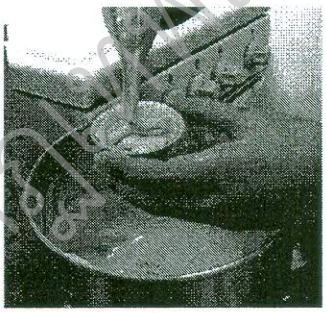


3. ใส่เอสพีลงไป และตีจนเป็นเนื้อเดียวกัน



4. ใส่แป้งสาลีแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ และผงฟูที่เตรียมไว้สลับกับน้ำ และตีผสมเข้าด้วยกันด้วยความเร็วต่ำ

5. เติมวานิลลาลงไป และตีด้วยความเร็วต่ำ



6. ตักใส่พิมพ์กระดาษและวางลงในพิมพ์สแตนเลส

7. นำลงนึ่งในหม้อนึ่งใช้เวลา 15-20นาที

8. นำออกจากพิมพ์สแตนเลส และทิ้งไว้ให้เย็น

ภาพ ก 2 กรรมวิธีการผลิตขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

แบบทดสอบความชอบผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายสูตรพื้นฐาน

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....อายุ.....วันที่.....

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์

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

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ (รูปร่าง, ลักษณะภายนอก)	
สีของผลิตภัณฑ์	
กลิ่นและรสชาติ	
ความนุ่มขณะรับประทาน	
การเกาะติดภายในปาก	
ความชอบโดยรวม	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

แบบทดสอบความชอบผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้ายจากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....อายุ.....วันที่.....

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์

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

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง			
	รหัส	รหัส	รหัส	รหัส
	328	369	438	802
ลักษณะปรากฏ (รูปร่าง, ลักษณะภายนอก)				
สีของผลิตภัณฑ์				
กลิ่นและรสชาติ				
ความนุ่มขณะรับประทาน				
การเกาะติดภายในปาก				
ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

แบบทดสอบความชอบผลิตภัณฑ์ขนมปุยฝ้าย
จากแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่เหมาะสม

ชื่อผู้ทดสอบชิม.....อายุ.....วันที่.....

คำแนะนำ: กรุณาทดสอบชิมตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์

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

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบ
ลักษณะปรากฏ (รูปร่าง, ลักษณะภายนอก)	
สีของผลิตภัณฑ์	
กลิ่นและรสชาติ	
ความนุ่มขณะรับประทาน	
การเกาะติดภายในปาก	
ความชอบโดยรวม	

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

1. การตรวจวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปุยฝ้าย

โดยใช้เครื่อง Texture analyzer (stable micro systems; TA.XT. plus) เพื่อวัดหาค่า TPA (texture profile analysis) ซึ่งในการวัดครั้งนี้ได้ทำการหาค่า Hardness, adhesiveness, Cohesiveness, Springiness และ Chewiness เพื่อศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของเนื้อปุยฝ้าย

1.1 **การกำหนดค่าของเครื่องที่ใช้วัดขนมปุยฝ้าย** ใช้หัว Cylinder probe ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 มิลลิเมตร (P36R) หัวกดเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1.7 มิลลิเมตรต่อวินาที เป็นระยะทางร้อยละ 40 ของความสูงตัวอย่างขนาดตัวอย่าง20x50x50 มิลลิเมตร[3]

Calibrate Force

Force = 1,000 g

Calibrate Height

Return Distance = 40 mm

Sample Projects

TPA.PRJ

TA

1) TA Setting Mode
2) Option = Return to start
3) Special Test = TPA
4) Advanced Option = On
5) Pre-test speed = 5.0 mm/sec
6) Test-speed = 1.7 mm/sec
7) Post-test speed = 5 mm/sec
8) Target Mode = Distance
9) Distance = 40%
10) Time = 10 sec
11) Trigger Type = Auto Force
12) Trigger Force = 10.0 g

Run a test

1) Probe Selection = P/36R
2) Run a test

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

2. การวัดค่าสี L*, a* และ b* ระบบ CIE lab

2.1 การวัดค่าสี L*, a* และ b* ระบบ CIE lab ของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยใช้เครื่อง Hunter Lab รุ่นColor Flex EZ โดยทำการวาง Port insert 1.25 นิ้ว ใน Sample Port เพื่อทำการ Standardized ทุกครั้งก่อนใช้งาน เตรียมตัวอย่างเทลงใน Petri dish พลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร และปิดฝานำตัวอย่างที่เตรียมวางบน port insert ที่เครื่องวัดสี

2.2 การวัดค่าสี การวัดค่าสี L*, a* และ b* ระบบ CIE lab ของขนมปุยฝ้าย โดยใช้เครื่อง Hunter Lab รุ่น Color Flex EZ โดยทำการวาง Port insert 1.25 นิ้ว ใน Sample Port เพื่อทำการ Standardized ทุกครั้งก่อนใช้งาน เตรียมตัวอย่างเทลงใน Petri dish พลาสติก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5เซนติเมตร และปิดฝานำตัวอย่างที่เตรียมวางบน port insert ที่เครื่องวัดสี

3. วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)

การวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w)ของแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่และขนมปุยฝ้าย โดยใช้เครื่องวัด Water activity (ยี่ห้อ Decagon รุ่น 4TE) เตรียมตัวอย่างโดยบดให้ละเอียดใส่ตลับวัดปริมาณ 0.75 ของตลับ ซึ่งมีขีดบอกในระดับการใส่ตัวอย่างและปิดฝาพักไว้ ทำการปรับปริมาตรของเครื่องทุกครั้งก่อนใช้งาน โดยใช้เครื่องอิ่มตัวมาตรฐานใส่ครอบคลุมช่วงที่ทำการวัด นำตัวอย่างใส่ตลับเปิดฝาออกและใส่ลงในช่องวัดค่า Water activity ทำการวัดค่าและบันทึกข้อมูล

4. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โดยใช้ Hot air oven

1. อุปกรณ์

1.1 กระป๋องอบความชื้น (Moisture can)

1.2 ที่คีบกระป๋อง(Tong)

1.3 ช้อนตักสาร(Spatula)

1.4 โถดูดความชื้น(Desiccators) ที่มีสารดูดความชื้น เช่น ซิลิกาเจล

2.เครื่องมือ

2.1 เครื่องชั่งสำหรับงานวิเคราะห์ (Analytical Balance)

2.2 ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้า (Hot air oven)

3. วิธีการปฏิบัติงาน

3.1 อบกระป๋องอบความชื้นพร้อมฝาที่ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนัก (W1)

3.2 ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ลงในกระป๋องอบความชื้นที่อบเรียบร้อยแล้วและชั่งน้ำหนัก (W2)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

3.4 นำกระป๋องอบความชื้นพร้อมฝาโดยเปิดฝาออกไปอบที่ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง

3.5 นำกระป๋องอบความชื้นออกจากตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้า โดยปิดฝาทันที และทำให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาที ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

3.6 นำไปอบต่ออีก 1 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักที่คงที่ (น้ำหนักที่คงที่หมายความว่าผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน2 มิลลิกรัม) (W3)

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น ร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{(W2 - W3) \times 100}{W2 - W1}$$

โดย

W1= น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างก่อนอบเป็นกรัม
W2 = น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างหลังอบเป็นกรัม
W3 = น้ำหนักกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างหลังอบเป็นกรัม

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (AOAC, 2000)

1. อุปกรณ์

1.1 บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร
1.2 กระดาษกรอง เบอร์ 541
1.3 โถดูดความชื้น
1.4 ขวดก้นกลมที่ผ่านการอบและชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้ว
1.5 ทิมเบอร์

2. เครื่องมือ

2.1 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Analytical balance)
2.2 ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า (Hot air oven)
2.3 ตู้ดูดควัน (Hood)
2.4 ชุดกลั่นซอล์กเลต (Soxhlet extraction apparatus)

3. สารเคมี

3.1 ปิโตรเลียม อีเทอร์ (Petroleum ether) จุดเดือด 30-40 องศาเซลเซียส

4. วิธีการปฏิบัติงาน

4.1 ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบความชื้นแล้ว ด้วยน้ำหนักที่แน่นอน 2 กรัม (W1)

4.2 ถ่ายตัวอย่างลงในกระดาษกรองที่ผ่านการสกัดไขมันออกแล้วห่อให้เรียบร้อยนำไปใส่ในทิมเบอร์

4.3 นำทิมเบอร์ใส่ในชุดกลั่นซอล์กเลต

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

4.4 เติมปิโตรเลี่ยมอีเทอร์ประมาณ 160 มิลลิลิตรลงขวดก้นกลมขนาด 250 มิลลิลิตรที่ผ่านการอบและชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้ว(W2)

4.5 เปิดเครื่องทำน้ำหล่อเย็นก่อนทำการสกัดประมาร 30 นาที ตั้งอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เปิดเตาหลุมให้ความร้อนตั้งระดับ 4-5 ทำการสกัดไขมัน ตามเวลาที่เหมาะสมกับปริมาณไขมันในตัวอย่าง

4.6 เมื่อครบกำหนดเวลาให้ปิดเตาหลุมให้ความร้อนระเหย ปิโตรเลียม อีเทอร์ ออกจากตัวอย่างใน hood

4.7 นำขวดก้นกลม อบต่อในตู้ลมร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 102 + 2 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จากนั้นทำให้เย็นในเดสิเคเตอร์ชั่งน้ำหนัก (W3)

วิธีคำนวณ

$$\text{ร้อยละไขมัน} = \frac{(W3 - W2) \times 100}{(W1)}$$

โดย

W1 = น้ำหนักตัวอย่าง มีหน่วยเป็นกรัม
W2 = น้ำหนักถ้วยเปล่า มีหน่วยเป็นกรัม
W3 = น้ำหนักถ้วยก้นกลมที่มีไขมันมีหน่วยเป็นกรัม

4.3 การวิเคราะห์โปรตีน/ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี Kjeldahl Method

1. **อุปกรณ์**
   - 1.1 ขวดเคลดาห์(Kjeldahl Method) ขนาด 250 มิลลิลิตร
   - 1.2 บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 มิลลิลิตร
   - 1.3 บิวเรตชนิด A (Class A) ขนาด 50 มิลลิลิตร
   - 1.4 กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร
   - 1.5 ขวดน้ำกลั่น (Wash bottle) ขนาด 250 มิลลิลิตร
   - 1.6 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. **เครื่องมือ**
   - 2.1 ชุดกลั่นโปรตีน (Distillation Apparatus)
   - 2.2 ชุดย่อยโปรตีน (Digestion unit)
   - 2.3 ตู้ดูดควัน(Hood)
   - 2.4 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Analytical Balance)
3. **สารเคมี**
   - 3.1 กรดซัลฟิวริก (sulfuric acid: H_2SO_4) ความเข้มข้นร้อยละ98 (W/V)
   - 3.2 คะตะลิสต์ผสมอัตราส่วนระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต(Copper sulfate :

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

3.3 $CuSO_2.H_2O$) ปราศจากไนโตรเจนร้อยละ 3.5 โซเดียมซัลเฟต(Sodium sulfate: Na_2SO_4) ปราศจากไนโตรเจนร้อยละ 96 ซิลิเนียมไดออกไซด์ (Selenium dioxide: SeO_2) ปราศจากไนโตรเจนร้อยละ0.5

3.4 เม็ดเดือด

3.5 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide : NaOH) ความเข้มข้นร้อยละ 40 (W/V)

3.6 กรดซัลฟิวริก(Sulfuric acid : H_2SO_4) ความเข้มข้น 0.1 N (0.05 M)

3.7 อินดิเคเตอร์ผสม(Mixed inducator) ประกอบด้วยเมทิลเรด (Methyl red) ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 (W/V) ในแอลกอฮอล์ ผสมกับโบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green) ความเข้มข้นร้อยละ 0.2 (W/V) ในแอลกอฮอล์ อัตราส่วน 1:1

3.8 กรดบอริค ความเข้มข้นร้อยละ 4 (W/V)

4. วิธีการปฏิบัติงาน

4.1 ชั่งตัวอย่างน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 0.5 – 2.0 กรัม ถ่ายตัวอย่างลงในหลอดย่อยโปรตีนทำ blank ควบคู่ไปด้วย

4.2 ใส่ตัวเร่งปฏิกิริยา(Kjelblet) จำนวน 1 เม็ดหรือคะตะลิสต์ จำนวน 8 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตรโดยเอียงหลอดย่อยโปรตีนและค่อยๆรินกรดข้างๆหลอด เพื่อล้างตัวอย่างที่อาจติดอยู่ข้างหลอดให้หมด และค่อยๆเขย่าตัวอย่างเบาๆ

4.3 นำตัวอย่างไปย่อยด้วยเครื่องย่อยโปรตีนใช้เวลาย่อยประมาณ 1 ชั่วโมงหรือจนกระทั่งสารละลายใสจึงปิดชุดย่อย รอจนสารละลายเย็นลงในอุณหภูมิห้อง ห้ามนำหลอดย่อยไปทำให้เย็นด้วยน้ำเพราะจะทำให้หลอดย่อยแตก

4.4 ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

4.5 นำตัวอย่างที่ผ่านการย่อยเข้าเครื่องกลั่น Kjeltec System โดยนำขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตรที่มีกรดบอริคร้อยละ 4ปริมาตร 50 มิลลิลิตร และหยดอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด

4.6 เติมสารละลายโซ.เซียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 50ให้มากเกินพอ(ประมาณ 70-90 มิลลิลิตร) ข้อสังเกต ถ้าปริมาณด่างมากเกินไป สารละลายจะมีสีดำถ้ายังไม่เกิดสีดำให้เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพิ่มอีก 5-10 มิลลิลิตร

4.7 เปิดเครื่องเริ่มทำการกลั่น โดยให้ทำ Blank ก่อนตัวอย่าง

4.8 นำตัวอย่างที่ผ่านการกลั่น มาไตรเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริคความเข้มข้น 0.1 N ได้จุดยุติ คือสังเกตสีชมพูปรากฏขึ้น และสารละลายสีเทาอมม่วง คำนวณหาปริมาณโปรตีนหยาบ

วิธีคำนวณ

$$\text{ไนโตรเจน} = \frac{(A-B) \times C \times 0.014 \times 100}{D}$$

$$\text{โปรตีน} = \%N \times 6.25$$

โดย

A = มล.ของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก 0.1N ที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง

B = มล.ของสารละลายมาตราฐานกรดซัลฟูริก 0.1 N ที่ใช้ไตเตรทกับ blank

C = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟูริก

D = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

4.4 การวิเคราะห์ปริมาณกาก โดยวิธีการย่อยด้วยกรดและด่าง

1. อุปกรณ์

1.1 บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 มิลลิลิตร

1.2 กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 250 มิลลิลิตร

1.3 ขวดก้นแบนบรรจุน้ำ

1.4 แท่งแก้วคนสาร

1.5 กรวยบุชเนอร์ (Buchner funner)

1.6 ขวดสำหรับกรองดูด (Suction flask) ขนาด 500 มิลลิลิตรพร้อมอุปกรณ์

1.7 ขวดน้ำกลั่น (Wash bottle) ขนาด 250 มิลลิลิตร

1.8 กระดาษกรอง เบอร์ 541

1.9 ถ้วยกระเบื้อง

1.10 กระดาษลิตมัส

1.11 เดสิกเคเตอร์ (Desicator)

2. เครื่องมือ

2.1 เตาไฟฟ้า (Hot plate)

2.2 ตู้อบลมร้อนแบบไฟฟ้า (Hot ais oven)

2.3 เตาเผาไฟฟ้าควบคุมอุณหภูมิได้ (Muffle furnance)

2.4 เครื่องชั่ง (Analytical balance)

2.5 อ่างควบคุมความร้อน (Water bath)

3. สารเคมี

3.1 กรดซัลฟิวริค(Sulfuric acid: H_2SO_4) ความเข้มข้นร้อยละ1.25โมล

3.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide : NaOH) ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 โมล

3.3 เอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้นร้อยละ 95

4. วิธีการปฏิบัติงาน

4.1 ชั่งตัวอย่างที่มีไขมันไม่เกิน 1% ให้ได้น้ำหนักแน่นอน 1 กรัม (W1)

4.2 ตวงสารละลายกรดซัลฟิวริคเข้มข้นร้อยละ 1.25 จำนวน 500 มิลลิลิตรด้วยกระบอกตวงใส่บิกเกอร์ที่มีตัวอย่างอยู่ นำไปต้มบนเตาไฟฟ้าโดยปิดปากบิกเกอร์ด้วยขวดแก้วกลมขนาด 500 มิลลิลิตรบรรจุน้ำกลั่น เพื่อป้องกันการระเหยของสารละลาย เมื่อเริ่มเดือดจับเวลา 30 นาที

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

4.3 กรองทันทีด้วยกรวยบุชเนอร์ที่มีกระดาษกรอง 541 (W2) (ที่ผ่านการอบให้แห้งและทราบน้ำหนักที่แน่นอน) โดยใช้แรงสุญญากาศผ่านขวดแก้วสำหรับกรองดูด

4.4 ฉีดล้างสิ่งที่เหลือบนบีกเกอร์ ด้วยน้ำร้อนหลายๆครั้ง ลงในกรวยบุชเนอร์

4.5 ล้างสิ่งตกค้างบนกระดาษกรอง ด้วยน้ำร้อนจนหมดกรด ทดสอบด้วยสารละลายที่กรองๆได้ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส สีน้ำเงินเป็นสีน้ำเงิน

4.6 ตวงสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 จำนวน 200 มิลลิลิตรใส่บิกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตรนำไปตั้งบนเตาไฟฟ้าจนร้อนนำไปใส่ขวดน้ำแล้วฉีดล้างบนกระดาษกรองลงในบิกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตรจนหมด

4.7 นำไปต้มบนเตาไฟฟ้าโดยใช้ขวดก้นกลมปิดปากของบีกเกอร์ให้สนิทเพื่อป้องกันการระเหยของสารละลาย เมื่อเริ่มจับเวลา 30 นาที

4.8 กรองทันทีผ่านกรวยบุชเนอร์ซึ่งบุด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 541 ฉีดน้ำกลั่นให้แบบสนิทกับกรวยบุชเนอร์แล้วฉีดล้างสิ่งที่เหลือบนบิกเกอร์ ด้วยน้ำร้อนหลายๆครั้ง ลงบนกรวยบุชเนอร์

4.9 ล้างสิ่งตกค้างบนกระดาษกรองด้วยน้ำร้อนจนหมดด่างทดสอบด้วยสารละลายที่กรองได้ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส สีแดงเป็นน้ำเงิน

4.10 นำกระดาษกรองวางบนถ้วยกระเบื้อง (W3) นำไปอบที่ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 102±2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก (W4)

4.11 เผาถ้วยกระเบื้องพร้อมกระดาษกรองที่อบเรียบร้อยแล้วในเตาเผา อุณหภูมิ 550±2 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดสิกเคเตอร์ ชั่งน้ำหนัก (W5)

วิธีคำนวณ

ใช้ตัวอย่างที่กำจัดความชื้นและไขมันออกแล้ว

$$\text{ปริมาณกาก ร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{(W4-W3-W2) - (W5-W3) \times 100}{W1}$$

โดย

W1 = น้ำหนักตัวอย่างมีหน่วยเป็นกรัม

W2 = น้ำหนักกระดษากรองมีหน่วยเป็นกรัม

W3 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง มีหน่วยเป็นกรัม

W4 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง+กระดาษกรอง+กากหลังการอบแห้ง มีหน่วยเป็นกรัม

W5 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้อง+กากหลังจากการเผา มีหน่วยเป็นกรัม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

4.5 การวิเคราะห์เถ้า (Ash)

1. อุปกรณ์

1.1 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ

1.2 ตะเกียงบุนเซน

1.3 เดซิเคเตอร์ (Dessiccator)ที่มีสารดูดความชื้น เช่น ซิลิกา

2. เครื่องมือ

2.1 เตาเผาไฟฟ้าที่ปรับและควบคุมอุณหภูมิได้

2.2 เตาเผาไฟฟ้า

2.3 ตู้ดูดควัน

2.4 เครื่องชั่งไฟฟ้า ชั่งน้ำหนักได้ละเอียด 0.1 มิลลิกรัม

3. วิธีวิเคราะห์

3.1 อบถ้วยกระเบื้อง (Porcelain dish) ที่แห้งและสะอาดในตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบและปล่อยให้เย็นในโถอบแห้ง ชั่งน้ำหนัก (W1)

3.2 ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้อง บันทึกน้ำหนักตัวอย่าง (W2)

3.3 นำไปเผาด้วยไฟอ่อนบนเตาไฟฟ้าหรือตะเกียงบุนเซนโดยเพิ่มความร้อนทีละน้อย จนตัวอย่างไหม้เกรียมและเผาจนหมดควัน ในกรณีตัวอย่างเป็นของเหลวหรือกึ่งแข็งกึ่งเหลวให้นำตัวอย่างไประเหยแห้งบนเครื่องอังไอน้ำก่อนนำไปเผาบนเตาไฟฟ้า

3.4 นำไปเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีขาวทำให้เย็นในเดสิเคเตอร์ (ถ้าเถ้าที่ได้ไม่เป็นสีขาว ให้นำเถ้าออกมาจากเตาเผา ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วหยดน้ำเล็กน้อยพอเปียกชุ่ม ระวังอย่าให้เถ้าฟุ้งกระเด็น นำไประเหยแห้งบนเครื่องอังน้ำ และทำซ้ำ ข้อ 3 จนเถ้าขาวและได้น้ำหนักคงที่ (น้ำหนักคงที่ หมายถึง ผลต่างของการชั่ง 2 ครั้งติดกันมีค่าไม่เกิน 2 มิลลิกรัม) ชั่งน้ำหนักที่ได้(W3)

วิธีคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้าทั้งหมด ร้อยละของน้ำหนัก} = \frac{(W3 - W1) \times 100}{(W2 - W1)}$$

โดย

W1 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบเป็นกรัม

W2 = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างเป็นกรัม

W3 = น้ำหนักกระเบื้องเคลือบและเถ้าเป็นกรัม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

4.6 การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

1. วิธีวิเคราะห์

นำผลการวิเคราะห์ความชื้น/น้ำและของแข็งทั้งหมด โปรตีน ไขมัน กากและเถ้ามาคำนวณหาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

วิธีคำนวณ

ร้อยละคาร์โบไฮเดรต = 100- (ร้อยละความชื้น/น้ำ + ร้อยละไขมัน + ร้อยละโปรตีน + ร้อยละกาก + ร้อยละเถ้า)

ร้อยละคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด = 100-(ร้อยละความชื้น/น้ำ+ ร้อยละไขมัน+ ร้อยละโปรตีน + ร้อยละเถ้า)

5. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

1) การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count)

1.1 วิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 เตรียมในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวนขวดละ 225 มิลลิลิตร และใส่ในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อจำนวน 9 มิลลิลิตรนำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 20 นาที

1.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (plate count agar) 23.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาณ 1 ลิตร ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที อาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้จะมีค่าความเป็นกรด – ด่าง สุดท้ายเท่ากับ 7.0±0.2 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

1.3 วิธีการปฏิบัติงาน

1.3.1 ชั่งตัวอย่าง 25 กรัม ผสมกับสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 จำนวน255 มิลลิลิตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ (มีความเจือจาง 10^{-1}) เขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน

1.3.2 ถือปิเปตที่ฆ่าเชื้อแล้วในแนวดิ่ง จุ่มปลายปิเปตให้ต่ำกว่าผิวของสารละลายที่เตรียมไว้จากข้อที่ 1.3.1 ประมาณ 1 นิ้ว ดูดสารละลายตัวอย่างจำนวน 1 มิลลิลิตร แตะปลายปิเปตกับคอขวดเพื่อกำจัดของเหลวที่ติดทางด้านนอกของปิเปตใส่ในสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อสำหรับการเจือจาง จำนวน 9 มิลลิลิตร โดยแตะปลายปิเปตที่มีสารละลายเชื้อที่ข้างหลอดเหนือสารละลายที่อยู่ในหลอดและปิเปตให้สารละลายไหลลงไปในหลอดคาปิเปตไว้ตำแหน่งเดิม 3 วินาที จึงเป่ากำจัดสารละลายของเชื้อออกให้หมดเก็บปิเปตที่ใช้แล้วใส่ในภาชนะสำหรับนำไปทำความสะอาด เขียนตัวเลขกำกับที่ข้างหลอดเป็น10^{-2}

1.3.3 ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ที่ฆ่าเชื้อแล้วดูดสารละลายของเชื้อที่เจือจางระดับที่ 10-2 ที่เตรียมได้จากข้อ 1.3.2 จำนวน 1 มิลลิลิตร แล้วเป่าออกทำการดูดแล้วเป่าออกเช่นนี้ 10ครั้ง

เพื่อผสมเชื้อและสารละลายให้เข้ากันดี ดูดสารละลายที่เตรียมได้จากข้อ 1.3.2 จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่มีสารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อสำหรับการเจือจาง จำนวน 9 มิลลิลิตร จะได้ตัวอย่างเชื้อที่เจือจาง 10^{-3} และทำการเจือจางจนได้ระดับที่ 10^{-4}

1.3.4 ใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ที่ฆ่าเชื้อแล้วดูดสารละลายของเชื้อจากหลอดทดลองที่มีความเข้มข้นขั้นต่ำที่สุดคือ 10^{-4} จำนวน 1 มิลลิลิตร ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อจำนวน 2 จาน ต่อมีความเข้ม 1 ความเข้มข้น จากนั้นใช้ปิเปตอันเดิมดูดสารละลายของเชื้อที่มีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้นอันดับถัดไป คือ 10^{-3}, 10^{-2} และ 10^{-1} ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อทำจำนวน 2 จานต่อความเข้มข้นเหมือนกัน

1.3.5 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ซึ่งจากการฆ่าเชื้อและหลอมเหลวแล้ว (อุณหภูมิไม่เกิน 45 องศาเซลเซียส) จำนวน 10-15 มิลลิลิตร ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีสารละลายของเชื้ออยู่ผสมสารละลายของเชื้อและอาหารเลี้ยงเชื้อให้กระจายเข้ากันได้ดี โดยเขย่าไปข้างหน้าและข้างหลัง 5 ครั้ง เขย่าให้วนซ้ายและขวา 5 ครั้ง ในขณะที่เขย่าควรระวังไม่ให้อาหารเลอะติดฝาจานเลี้ยงเชื้อ

1.3.6 ปล่อยให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัว แล้วกลับจานอาหารเลี้ยงเชื้อให้คว่ำลง เขียนชนิดอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้บนจานอาหารเลี้ยงเชื้อทุกใบ บ่มในตู้ที่มีอุณหภูมิ 37±1 องศาเซียลเซียส นาน 48±2 ชั่วโมง

1.3.7 ให้นับโคโลนี ที่เจริญบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีโคโลนีขึ้นอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี นำไปคำนวณหาค่าจำนวนของเชื้อที่มีอยู่ในตัวอย่างเป็นจำนวนโคโลนีทั้งหมดต่อกรัม

Colony from unit (โคโลนี/กรัม) = จำนวนโคโลนี xdilution factor

2) การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อราและยีสต์

2.1 วิธีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

สารละลายบัฟเฟอร์เปปโตน ความเข้มข้นร้อยละ 0.1 เตรียมในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวนขวดละ 225 มิลลิลิตร และใส่ในหลอดเลี้ยงเชื้อจำนวน 9 มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที

2.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ

ชั่งอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (potato dextrose ager) 39 กรัม ในน้ำกลั่นปริมาณ 1 ลิตร ต้มจนอาหารเลี้ยงเชื้อละลายหมด นำไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที อาหารลี้ยงเชื้อที่ได้จะมีค่าความเป็นกรด – ด่าง สุดท้ายเท่ากับ 7.0±0.2 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

2.3 สารเคมี

2.3.1 กรดทาร์ทาริก (tartaric acid) ความเข้มข้นร้อยละ 10

2.4 วิธีปฏิบัติงาน

2.4.1 เจือจางตัวอย่างอาหาร 25 กรัมในสารละลายเจือจาง 225 มิลลิลิตรทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน ปิเปต 1 มิลลิลิตร ไปเจือจางต่อในน้ำน้ำกลั่น 9 มิลลิลิตร ทำต่อไปจนได้ความเจือจาง 10^{-5}

2.4.2 ปิเปตตัวอย่างอาหารแต่ละความเจือจางๆละ 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเพาะเชื้อ

2.4.3 เติมกรดทาร์ทาริก 1 มิลลิลิตร ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA 100 มิลลิลิตร ที่หลอมเหลวและปล่อยให้มีอุณหภูมิห้องลดลงจนถึง 45 องศาเซลเซียส

2.4.4 เทอาหารเลี้ยงเชื้อในจานเพาะเชื้อ เอียงจานไปมาให้อาหารเลี้ยงเชื้อกับตัวอย่างอาหารเข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน ปล่อยให้อาหารแข็ง

2.4.5 นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องนาน 2 – 5 วัน

2.4.6 นำจานโคโลนีของราและยีสต์ที่เกิดขึ้น คำนวณเป็นจำนวนในอาหาร 1 กรัม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ภาคผนวก ง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมไทย (1/2546)

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
ขนมไทย

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ไม่ครอบคลุมขนมไทยประเภทอื่นที่ได้มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขึ้น

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้มีดังต่อไปนี้

ขนมไทยหมายถึงอาหารที่ทำจากวัตถุดิบต่างๆเช่นแป้งข้าวกะทิน้ำตาลไข่หรืออื่นๆมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวสีสันสวยงามมีรสหวานอร่อยมีกลิ่นหอมอาจมีการเติมแต่งสีกลิ่นและรส

3. ประเภท

3.1 ขนมไทยแบ่งออกเป็น๙ประเภทคือ

3.1.1 ขนมกวนเช่นลูกชุบเปียกปูนลืมกลืนกะละแมตะโก้ข้าวเหนียวแก้วผลไม้กวนชนิดต่างๆ

3.1.2 ขนมเชื่อมสดเช่นทองหยิบทองหยอดฝอยทองเม็ดขนุนกล้วยเชื่อมมันสำปะหลังเชื่อมลูกตาลเชื่อมสาเกเชื่อม

3.1.3 ขนมเชื่อมแห้งเช่นฟักกรอบมะยมเชื่อมแห้งลูกหยีเชื่อมแห้ง

3.1.4 ขนมทอดเช่นดอกจอกฝักบัวมันรังนกกล้วยแขกขนมกงทองพลุ

3.1.5 ขนมผิงเช่นหม้อแกงบ้าบิ่นขนมผิง

3.1.6 ขนมต้มเช่นต้มแดงต้มขาวข้าวต้มน้ำวุ้น

3.1.7 ขนมปิ้ง/ย่างเช่นทองม้วนทองพับ

3.1.8 ขนมนึ่งเช่นขนมชั้นปุยฝ้ายถ้วยฟูไส้ขนมตาลขนมกล้วยขนมถ้วย

3.1.9 อื่นๆเช่นจ่ามงกุฎทองเอกกลีบลำดวนวุ้นกะทิแป้งจี่

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 ลักษณะทั่วไป

มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวถูกต้องตรงตามชื่อเรียกขนมไทยที่ระบุไว้ที่ฉลาก

4.2 สีกลิ่นรส

ต้องมีสีกลิ่นรสเป็นไปตามเอกลักษณ์เฉพาะตัวของขนมไทยนั้นๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

4.3 ลักษณะเนื้อ

ต้องเป็นไปตามเอกลักษณ์เฉพาะของขนมไทยนั้นๆเมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ9.1 แล้วต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า3.25คะแนนและไม่มีลักษณะใดได้1คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

4.4 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมเช่นลวดเย็บกระดาษไม้กลัดเส้นผมชิ้นส่วนของแมลง

4.5 วัตถุเจือปนอาหาร

4.5.1 วัตถุกันเสียให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณตามที่กฎหมายกำหนด

4.5.2 สีผสมอาหารให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณตามที่กฎหมายกำหนด

4.6 จุลินทรีย์

4.6.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน1×10^{1}โคโลนีต่อตัวอย่าง1กรัม

4.6.2 ต้องไม่มีราปรากฏให้เห็นได้อย่างชัดเจน

5. สุขลักษณะ

5.1 สุขลักษณะในการทำขนมไทยให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวกก.

6. การบรรจุ

6.1 ให้บรรจุขนมไทยในภาชนะบรรจุที่สะอาดแห้งผนึกได้เรียบร้อยโดยต้องไม่ใช้ลวดเย็บกระดาษป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกหรือความชื้นและไม่ดูดซึมไขมันจากขนมไทย กรณีใช้ภาชนะบรรจุที่ทำด้วยโลหะต้องไม่เป็นสนิม

6.2ปริมาณสุทธิของขนมไทยในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่ภาชนะบรรจุขนมไทยทุกหน่วยอย่างน้อยต้องมีเลขอักษรหรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน

(1) ชื่อเรียกขนมไทย

(2) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

(3) ปริมาณสุทธิ

(4) ข้อแนะนำในการเก็บรักษาเช่นควรเก็บไว้ในตู้เย็น

(5) วันเดือนปีที่ทำและวันเดือนปีที่หมดอายุหรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วันเดือนปี)”

(6) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำพร้อมสถานที่ตั้งหรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 รุ่นในที่นี้หมายถึงขนมไทยที่มีชื่อเรียกอย่างเดียวกันทำโดยกรรมวิธีเดียวกันที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

8.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

8.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไปสีกลิ่นรสลักษณะเนื้อสิ่งแปลกปลอมการบรรจุและเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน3หน่วยภาชนะบรรจุเมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ4.1ถึงข้อ4.4ข้อ6. และข้อ7.จึงจะถือว่าขนมไทยรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

8.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหารและจุลินทรีย์ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน5หน่วยภาชนะบรรจุนำมาทำเป็นตัวอย่างรวมเมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ4.5และข้อ4.6จึงจะถือว่าขนมไทยรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

8.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างขนมไทยต้องเป็นไปตามข้อ8.2.1และข้อ8.2.2ทุกข้อจึงจะถือว่าขนมไทยรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

9. การทดสอบ

9.1 การทดสอบลักษณะทั่วไปสีกลิ่นรสและลักษณะเนื้อ

9.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบขนมไทยอย่างน้อย5คนแต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

9.1.2 หลักเกณฑ์การให้คะแนนให้เป็นไปตามภาคผนวกข.

9.2 การทดสอบวัตถุเจือปนอาหารจุลินทรีย์และปริมาณสุทธิให้ปฏิบัติตามวิธีวิเคราะห์ที่หน่วยตรวจสอบใช้ปฏิบัติอยู่เป็นประจำ

9.3 การทดสอบสิ่งแปลกปลอมภาชนะบรรจุและเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ตาราง ง 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบลักษณะทั่วไปสีกลิ่นรสและลักษณะเนื้อ

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสินคะแนน				
		ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	เอกลักษณ์เฉพาะตัวถูกต้องตรงตามชื่อเรียกขนมไทยที่ระบุไว้ที่ฉลาก	5	4	3	2	1
สีกลิ่นรส	เป็นไปตามเอกลักษณ์ เฉพาะตัวของขนมไทยนั้นๆ	5	4	3	2	1
ลักษณะเนื้อ	เป็นไปตามเอกลักษณ์เฉพาะตัวของขนมไทยนั้นๆ	5	4	3	2	1

ภาคผนวกก.

สุขลักษณะ (ข้อ 5.1)

ก.1สถานที่ตั้งและอาคารผลิต

ก.1.1สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียงควรอยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ขนมไทยที่ผลิตเกิดการปนเปื้อนได้ง่ายโดย

ก.1.1.1สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบสะอาดไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.1.1.2ควรอยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่นมากผิดปกติ

ก.1.1.3ไม่ควรอยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ

ก.1.2อาคารผลิตมีขนาดเหมาะสมมีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษาการทำความสะอาดและสะดวกในการปฏิบัติงานโดย

ก.1.2.1พื้นฝาผนังและเพดานของอาคารสถานที่ผลิตควรก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทนทำความสะอาดและซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.1.2.2 ควรแยกบริเวณผลิตขนมไทยออกเป็นสัดส่วนไม่ควรอยู่ใกล้ห้องสุขาไม่ควรมีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตอยู่ในบริเวณผลิต

ก.1.2.3พื้นที่ปฏิบัติงานควรมีบริเวณเพียงพอแสงสว่างและการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.2เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิต

ก.2.1ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการผลิตที่สัมผัสกับขนมไทยทำจากวัสดุมีผิวเรียบไม่เป็นสนิมไม่กัดกร่อนหรือทำปฏิกิริยากับขนมไทยล้างทำความสะอาดได้ง่าย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี

ก.2.2เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้สะอาดและเหมาะสมกับการใช้งานไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนติดตั้งได้ง่ายมีปริมาณเพียงพอรวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.3การควบคุมกระบวนการผลิต

ก.3.1วัตถุดิบและส่วนผสมในการผลิตขนมไทยสะอาดมีคุณภาพดีมีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.3.2การผลิตการเก็บรักษาขนย้ายและขนส่งขนมไทยมีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของขนมไทย

ก.4การสุขาภิบาลการบำรุงรักษาและการทำความสะอาด

ก.4.1น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือเครื่องจักรอุปกรณ์และมือผู้ประกอบขนมไทยเป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.4.2มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อแมลงและฝุ่นไม่ให้เข้าในบริเวณผลิตตามความเหมาะสม

ก.4.3มีการกำจัดขยะสิ่งสกปรกและน้ำทิ้งอย่างเหมาะสมเพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ขนมไทย

ก.4.4สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาดและใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลงควรใช้ในปริมาณที่เหมาะสมและเก็บแยกจากบริเวณที่ผลิตขนมไทยเพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ขนมไทยได้

ก.5บุคลากรและสุขลักษณะผู้ปฏิบัติงาน

ผู้ทำขนมไทยทุกคนต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดีเช่นสวมเสื้อผ้าที่สะอาดมีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี