

การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและ
การออกแบบการทดลองเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว

THE APPLICATION OF QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT
AND DESIGN OF EXPERIMENTS FOR BREAD PRODUCT
WITH WHITE KIDNEY BEAN DEVELOPMENT



วิลาสินี มีมุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

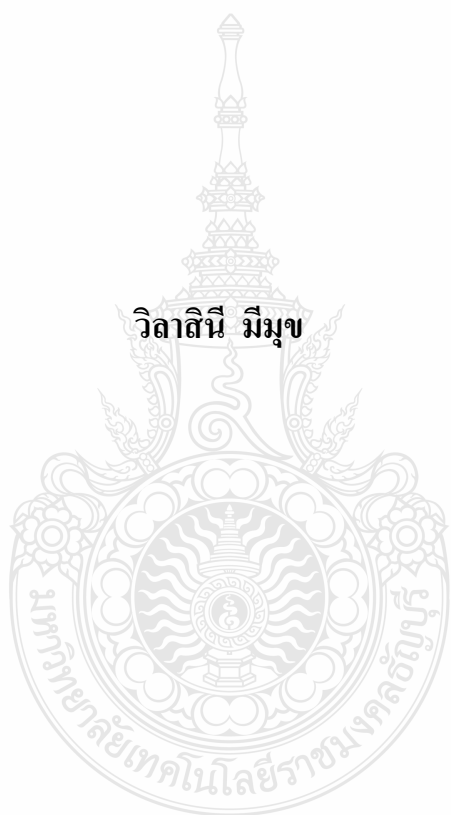
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและ
การออกแบบการทดลองเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว

วิลาสินี มีมุข



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2555
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการออกแบบการทดลองเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว The Application of Quality Function Deployment and Design of Experiments for Bread Product with White Kidney Bean Development
ชื่อ - นามสกุล	นางสาววิลาสินี มีมุข
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ระพี กาญจนะ, D.Eng.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์อรรถวิทย์ อุปถัมภานนท์, ปร.ด.
ปีการศึกษา	2555

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....	ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธรรมา คุปต์ชัยเกียรติ, Ph.D.)	
.....	กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพัฒตรา เกษราพงศ์, วศ.ด.)	
.....	กรรมการ
(อาจารย์ชัยยะ ปราณิตพลกรัง, D.Eng.)	
.....	กรรมการ
(อาจารย์อรรถวิทย์ อุปถัมภานนท์, ปร.ด.)	
.....	กรรมการ
(อาจารย์ระพี กาญจนะ, D.Eng.)	

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมหมาย ผิวสอาด, Ph.D.)

วันที่ 7 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2555

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการ
ออกแบบการทดลองเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้ง
ถั่วขาว

ชื่อ - นามสกุล

นางสาววิลาสินี มีมุข

สาขาวิชา

วิศวกรรมอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ระพี กาญจนะ, D.Eng.

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

อาจารย์อรวรรค์ อุปถัมภานนท์, ปร.ด.

ปีการศึกษา

2555

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการ
ออกแบบการทดลองเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวโดยศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมใน
การใช้แป้งถั่วขาวทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปังและเกิดการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค

การดำเนินงานวิจัยนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนแรกได้นำเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิง
คุณภาพมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์ผลสำรวจความต้องการของผู้บริโภคที่มีความสนใจเรื่องผลิตภัณฑ์เพื่อ
สุขภาพจำนวน 400 คนจากนั้นแปลงความต้องการที่ได้สู่พัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว
ส่วนที่สองได้ออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์เพื่อศึกษาหาปริมาณการใช้แป้งถั่วขาวทดแทน
ปริมาณแป้งสาลีในการผลิตขนมปังในอัตราส่วนร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 จากนั้นนำไปทดสอบการ
ยอมรับผลิตภัณฑ์โดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับกับผู้บริโภคจำนวน 100 คน

ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างให้ระดับความสำคัญของปัจจัยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปัง
เสริมถั่วขาวคือผลิตภัณฑ์สะอาด สดใหม่ รสชาติของสินค้า และคุณค่าทางอาหารมีประโยชน์ทางด้าน
สุขภาพ และจากนั้นนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์และนำไปทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์พบว่า
ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวที่ปริมาณร้อยละ 30 มากที่สุด ได้คะแนน
ความชอบโดยรวมในระดับความชอบปานกลางที่ 7.52 และผู้บริโภคร้อยละ 82 สนใจจะซื้อขนมปัง
เสริมแป้งถั่วขาว

คำสำคัญ: การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ การออกแบบการทดลอง ขนมปัง ถั่วขาว

Thesis Title	The Application of Quality Function Deployment and Design of Experiments for Bread Product with White Kidney Bean Development
Name - Surname	Miss Wilasinee Meemuk
Program	Industrial Engineering
Thesis Advisor	Mrs. Rapee Kanchana, D.Eng.
Thesis Co-advisor	Mrs. Orawan Oupathumpanont, Ph.D.
Academic Year	2012

ABSTRACT

The objectives of this research are to apply the quality function deployment and design of experiments techniques to develop a bread product with white kidney bean and to identify the optimal proportion of white kidney bean flour to substitute wheat flour in bread production with acceptance level from consumer.

The research methodology is divided into 2 parts. First, the quality function deployment (QFD) technique was used to analyze the customer requirements gathered from the 400 respondents who are concerned with considered on healthy food products and then transpose into product characteristic development. Second, the complete randomized design (CRD) technique is used to investigate the optimal proportion of white kidney bean flour to substitute wheat flour with 10%, 20%, 30% and 40% into the basic formula. The preference testing by hedonic scale 9-point was also conducted with 100 samples consequently.

The result showed that the respondent ranked the key important to develop bread with white kidney bean on fresh and clean product followed by taste of product and nutrition. After development the product as of customer requirement and preference testing, the maximum acceptable customer satisfactions is given on the bread with 30% white kidney bean flour. The level of overall preference is moderate of 7.52 and about 82% of respondents are interested to buy this product.

Keywords : quality function deployment, design of experiments, bread, white kidney bean

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงและสมบูรณ์ได้ด้วยความสำเร็จอย่างสูงจาก ดร.ระพี กาญจนะ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณ ดร.อรวิทย์ อุปลัมภานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณฐา คุปต์ยสิทธิ์ ดร.ชัยยะ ประณีตพลกรัง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัฒตรา เกษราพงศ์ ผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และตรวจสอบข้อบกพร่อง ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ และข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในการวิจัยในครั้งนี้จนสำเร็จ ซึ่งผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศรีโร จารุกัญญา ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรัตน์ ตรียวนพงศ์ ดร.อภิรักษ์ วัลภา และอาจารย์พุกษา สวาทสุข ที่ให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ และได้ให้ความรู้ในการทำวิจัย และขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกๆ ท่านที่ให้ความร่วมมือ เอื้อเพื่อเวลาในการทำแบบสอบถาม และทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว ตั้งแต่เริ่มทำการทดลองจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณเจ้าของกิจการร้านสองพี่น้องเบเกอรี่ จังหวัดปทุมธานี ที่เอื้อเพื่อเวลา สถานที่ และกรุณาฝึกสอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา บ่มเพาะจนผู้วิจัยสามารถนำเอาหลักการมาประยุกต์ใช้และอ้างอิงในงานวิจัยครั้งนี้ นอกเหนือจากนี้ขอขอบคุณผู้บริหารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่มอบทุนสนับสนุนพัฒนาบุคลากรตลอดระยะเวลาในการศึกษาของผู้วิจัย

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติพี่น้อง และเพื่อนๆ ทุกคน ที่ให้ความรักและกำลังใจในการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการจนสำเร็จการศึกษา

คุณค่าอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเพื่อบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

วิลาสินี มีมุข

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์.....	3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ของงานวิจัย.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment; QFD).....	4
2.2 เทคนิคการออกแบบการทดลอง (Design of Experiments; DOE).....	17
2.3 การทดสอบผู้บริโภค.....	22
2.4 การวิเคราะห์คุณภาพ.....	24
2.5 ขนมปัง.....	27
2.6 ถั่วขาว.....	42
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	47
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	50
3.1 ศึกษาข้อมูลของผลิตภัณฑ์ และสำรวจความต้องการของลูกค้าโดยการออกแบบสอบถาม เกี่ยวกับปัจจัยที่สัมพันธ์กับ พฤติกรรมการบริโภคขนมปัง.....	51
3.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment) เพื่อหาความต้องการของลูกค้า.....	54
3.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว.....	56

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.4 การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว	60
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	61
4.1 ตำรวจความต้องการของลูกค้าโดยการออกแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมผู้บริโภคขนมปัง	61
4.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment) เพื่อหาความต้องการของลูกค้า	68
4.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว	77
4.4 การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว	86
5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	90
5.1 สรุปผลการวิจัย	90
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	92
5.3 ข้อเสนอแนะ	93
รายการอ้างอิง	94
ภาคผนวก	99
ภาคผนวก ก แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย	100
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณภาพ	114
ภาคผนวก ค วิธีการผลิตขนมปัง	122
ภาคผนวก ง ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่	126
ประวัติผู้เขียน	152

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	สรุปข้อดี ข้อเสียและข้อผิดพลาดที่พบทั่วไปในการประยุกต์ใช้ QFD สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร.....16
2.2	แผนการเก็บข้อมูลแบบสุ่มสมบูรณ์.....20
2.3	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของกรนำวัตถุดิบอื่นมาทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปัง.....41
2.4	คุณค่าทางโภชนาการของถั่วขาวใน 100 กรัม.....43
2.5	การทดลองประสิทธิภาพสารสกัดจากถั่วขาว.....44
3.1	สัญลักษณ์ทิศทางเคลื่อนที่ของค่าเป้าหมายและความหมาย.....55
3.2	สัญลักษณ์ระดับความสัมพันธ์พร้อมกับความหมายและระดับคะแนน.....55
3.3	สูตรพื้นฐานของขนมปัง.....56
3.4	การทดลองระดับที่สามารถเติมแป้งถั่วขาว.....57
4.1	ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน.....63
4.2	การใช้แผนผังกลุ่มเชื่อมโยงกับการวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้าที่มีต่อขนมปัง.....68
4.3	ข้อกำหนดทางเทคนิคพร้อมทั้งค่าเป้าหมายและการเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมาย.....71
4.4	ข้อกำหนดทางเทคนิคเรียงตามค่าน้ำหนักความสำคัญ โดยเปรียบเทียบ.....73
4.5	ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวระดับร้อยละ 0, 50 และ 100.....78
4.6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลคะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส.....80
4.7	คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อระดับที่สามารถเสริมแป้งถั่วขาวลงในขนมปัง 3 สูตร.....80
4.8	ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวระดับร้อยละ 10, 20, 30 และ 40.....82
4.9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลคะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส.....84
4.10	คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อระดับที่สามารถเสริมแป้งถั่วขาวลงในขนมปัง 4 สูตร.....84

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.11 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปัง เสริมแป้งถั่วขาว.....	86
4.12 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 30.....	88
4.13 การยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 30.....	88
5.1 คุณค่าทางโภชนาการของขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 30.....	90



สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โมเดลของคาโน	5
2.2 บ้านคุณภาพ (House of Quality : HOQ)	15
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆในกระบวนการหรือระบบที่สนใจ	18
2.4 หลักการสำคัญในการออกแบบการทดลอง	19
2.5 ตัวอย่างแบบรายงานการทดสอบ ด้วยวิธีการทดสอบ โดยให้สเกลความชอบ	23
2.6 แผนภาพการคำนวณโดยวิธีเพียร์สัน สแควร์	27
2.7 ถั่วขาว	42
2.8 ผลกระทบจากถั่วขาวทางด้านอาหาร	46
2.9 ผลกระทบจากถั่วขาวทางด้านอาหารเสริม	47
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	50
3.2 กรอบแนวคิดการออกแบบการทดลอง	56
3.3 วิธีการผลิตขนมปัง	57
3.4 ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวสำหรับนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส	60
4.1 ระดับคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีต่อผลกระทบต่อขนมปัง	69
4.2 คำนวณน้ำหนักความสำคัญโดยการเปรียบเทียบของข้อกำหนดทางเทคนิคและเป้าหมาย	72
4.3 การวิเคราะห์พารามิเตอร์ของข้อกำหนดทางเทคนิค	74
4.4 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคต่างๆ	75
4.5 บ้านคุณภาพ	76
4.6 ลักษณะของขนมปัง	77
4.7 การวัดค่าวัดค่าความแข็ง (Hardness)	81
4.8 ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว	85

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมอาหารมีการแข่งขันกันสูงมากและมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ประกอบกับความต้องการของผู้บริโภคที่เพิ่มขึ้นตลอดเวลา ส่งผลให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้องจัดการและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคอย่างรวดเร็ว [1] ตลาดผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ (Functional Food) ก็เป็นอุตสาหกรรมที่มีแนวโน้มการเติบโตของตลาดอย่างต่อเนื่อง [2] จากสถิติพบว่าพฤติกรรมของผู้บริโภคใส่ใจสุขภาพมากขึ้นร้อยละ 41 ของผู้บริโภคเปลี่ยนพฤติกรรมผู้บริโภคเพื่อป้องกันการเจ็บป่วย แต่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมอาหารส่วนใหญ่ยังพบปัญหา มีอัตราการล้มเหลวสูง และมีข้อร้องเรียนหรือการปฏิเสธสินค้าจากผู้บริโภคมาก เนื่องด้วยการพัฒนาไม่ได้มีการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค แต่จะเน้นการพัฒนาตามความถนัดเชิงเทคโนโลยีของผู้ผลิตเอง ซึ่งอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค พบว่าร้อยละ 37 ของผลิตภัณฑ์ใหม่ยังเกิดขึ้นซ้ำไป และร้อยละ 46 ของผลิตภัณฑ์ใหม่ใช้งบประมาณที่มากเกินไป [3] ดังนั้นงานพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงต้องมีการใช้เทคนิคที่เพิ่มประสิทธิภาพ ซึ่งสิ่งที่ท้าทายในอุตสาหกรรมอาหาร คือการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด [4]

เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment; QFD) เป็นระบบช่วยออกแบบ วางแผนและพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือการบริการที่เน้นการตอบสนองความต้องการของลูกค้า เทคนิคนี้จะช่วยแปลงความต้องการของผู้บริโภคเป็นคุณลักษณะทางเทคนิคของผลิตภัณฑ์เพื่อการสื่อสารในกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เน้นการตอบสนองความต้องการ และสร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภค เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร จึงได้มีงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพมาใช้กับผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น งานพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารผงสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ [5] การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าว [6] การผลิตไวน์มะม่วง [7] และการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่มีสารอาหารสูงจากข้าว [8] เป็นต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร ที่ทันต่อกระแสนิยม ตอบสนองความต้องการ และสร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภคได้มากขึ้นและอาจทำให้ได้ประโยชน์ทางการตลาดอีกทางหนึ่งด้วย

ในปัจจุบันผู้บริโภคมีแนวโน้มไปตามกระแสสังคมที่ต้องการความสะดวกรวดเร็ว จนไม่คำนึงถึงคุณค่าของอาหารเท่าที่ควร โดยเฉพาะสังคมเมืองที่มีความเร่งรีบ ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จึงเข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันของคนไทยมากขึ้นในปัจจุบัน ขนมปังเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่ได้รับประทานเป็นอาหารหลักในหลายๆประเทศ และได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ทำให้อุตสาหกรรมการผลิตเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยมีมูลค่าในกลุ่มเบเกอรี่มากกว่า 2,000 ล้านบาท [9] แต่ในท้องตลาดขนมปังที่มีคุณค่าทางโภชนาการของโปรตีนและใยอาหารที่มีประโยชน์ยังมีน้อย ส่วนใหญ่ใช้วัตถุดิบหลักเป็นแป้งสาลี ซึ่งมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบ มีปริมาณไขมันสูงตั้งแต่ร้อยละ 3-24 [10] แป้งสาลีที่นำมาทำขนมปังได้จากการนำข้าวสาลีจากต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และแคนาดา แล้วนำมาแปรรูปเป็นแป้ง แม้จะมีการผลิตข้าวสาลีได้ภายในประเทศ แต่ยังมีผลผลิตต่ำและคุณภาพไม่เหมาะกับการนำมาผลิตขนมปัง [11] แต่ก็ยังมีผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญต่อสุขภาพต้องการเพิ่มเส้นใยในขนมปังขาวที่มีแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก เพราะคนส่วนใหญ่หันมาสนใจสุขภาพร่างกายกันมากขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพกำลังเป็นที่จับตามองและน่าสนใจ [12] ซึ่งในถั่วขาวมีการสกัดสาระสำคัญของถั่วขาวที่ชื่อว่า ฟาซีสโอลามิน (Phaseolamin) ซึ่งมีคุณสมบัติทำให้เอนไซม์อะไมเลสเป็นกลาง ดังนั้นแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตที่เรารับประทานเข้าไปนั้นจึงไม่สามารถเปลี่ยนจากแป้งกลายเป็นน้ำตาลได้ถึงร้อยละ 66 [13] ซึ่งมีผลทำให้การสะสมของไขมันที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนรูปของน้ำตาลเป็นไขมันลดน้อยลงด้วย เมื่อร่างกายได้รับพลังงานน้อยลงไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกายในแต่ละวัน ร่างกายจึงต้องเผาผลาญไขมันที่สะสมไว้ ออกมาใช้มากขึ้น น้ำหนักก็จะลดลงอีกด้วย [14] จากประโยชน์ของถั่วขาวนั้นได้นำมาแปรรูปทางด้านอุตสาหกรรมและอาหารพร้อมบริโภคต่างๆหลากหลาย เช่น ถั่วขาวในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกาแฟและโกโก้ชนิดผง ถั่วขาวในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง เป็นต้น ดังนั้นถั่วขาวจึงเป็นวัตถุดิบชนิดหนึ่งที่น่าสนใจนำมาใช้เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์อาหาร

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว ซึ่งในการวิจัยนี้จะการสำรวจถึงปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ขนมปัง เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างความต้องการของผู้บริโภคร่วมกับข้อจำกัดทางเทคนิคของการผลิต ด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment; QFD) เพื่อให้สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามความต้องการของลูกค้า สามารถนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นต้นแบบได้ หลังจากนั้นนำปัจจัยที่เป็นความต้องการของลูกค้าและปัจจัยทางเทคนิคที่มีความสำคัญมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการออกแบบการทดลอง (Design of Experiments; DOE) เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการใช้ปริมาณแป้งถั่วขาวทดแทนปริมาณแป้งสาลีในการผลิตขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวที่สร้างความพึงพอใจต่อผู้บริโภค ด้วยวิธี

ดังกล่าวสามารถลดต้นทุนในการทดลองได้ ซึ่งหากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังชนิดใหม่ๆ ก็
สามารถนำเทคนิคนี้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1.2.1 เพื่อศึกษาและสำรวจปัจจัยที่มีต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์
ขนมปัง และแปลงความต้องการของผู้บริโภคสู่แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้ง
ถั่วขาว

1.2.2 เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการใช้ปริมาณแป้งถั่วขาวทดแทนปริมาณแป้งสาลีในการ
ผลิตขนมปังที่สร้างความพึงพอใจต่อผู้บริโภค

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตไว้ดังนี้

1.3.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษา กำหนดขอบเขตให้อยู่ในสถาบันศึกษา ห้างสรรพสินค้า และ
สถานที่ทำงาน

1.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย โดยทำการสุ่มตัวอย่างประชากรที่บริโภคขนมปังทำการเก็บ
ตัวอย่างตามสถาบันศึกษา ห้างสรรพสินค้า และสถานที่ทำงาน

1.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment; QFD)
- 2) การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment; DOE)

1.4 ประโยชน์ของงานวิจัย

1.4.1 ทราบปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมของผู้บริโภคในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ขนมปัง

1.4.2 ทราบปัจจัยพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ขนมปัง และปัจจัย
ทางเทคนิคมาสู่แนวทางในการพัฒนากระบวนการผลิตขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว

1.4.3 ทราบสูตรขนมปังที่มีการใช้ปริมาณแป้งถั่วขาวที่เหมาะสมทดแทนปริมาณแป้งสาลีในการ
ผลิตขนมปัง และผลการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการออกแบบการทดลองนั้น มีทฤษฎี และเครื่องมือต่างๆ ที่จะนำมาใช้อ้างอิงเป็นพื้นฐานในการศึกษาวิจัย ประกอบไปด้วย

- 1) เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment; QFD)
- 2) เทคนิคการออกแบบการทดลอง (Design of Experiments; DOE)
- 3) การทดสอบผู้บริโภค
- 4) การวิเคราะห์คุณภาพ
- 5) ขนมปัง
- 6) ถั่วขาว
- 7) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment; QFD)

2.1.1 คำจำกัดความ

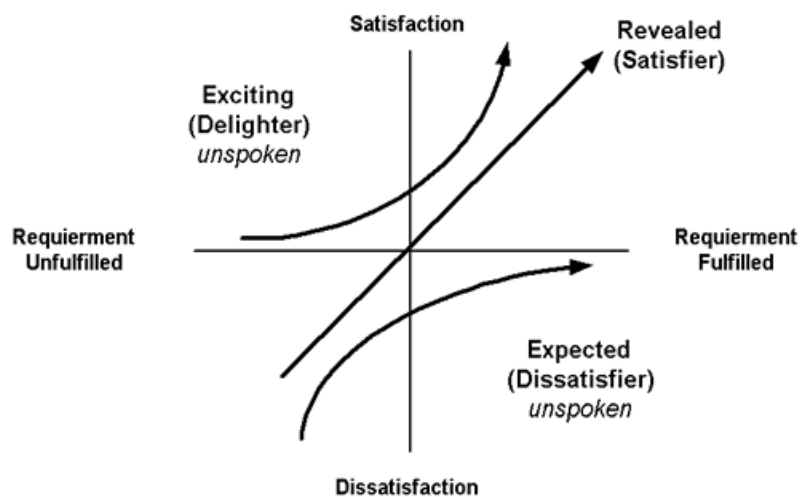
การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment; QFD) ใช้สำหรับวางแผนพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่หรือผลิตภัณฑ์ใหม่อย่างเป็นขั้นตอนและมีระบบ โดยอาศัยหลักการแปลงความต้องการของลูกค้าที่รวบรวมได้ด้วยเทคนิคเชิงวิศวกรรมเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เมื่อออกสู่ตลาดแล้วสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เป็นอย่างดี

2.1.2 เสียงเรียกร้องของลูกค้า (Voice of Customer; VOC)

เสียงเรียกร้องของลูกค้า (Voice of Customer; VOC) คือคำพูดที่ออกมาจากลูกค้าโดยตรง ดังนั้น สิ่งสำคัญที่ผู้ออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้องให้ความสำคัญ คือ การแยกแยะความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าออกจากคำพูดอื่น เนื่องจากความต้องการที่แท้จริงของลูกค้าเป็นตัวแปรสำคัญที่จะนำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

ดร. โนริอากิ คาโน ที่ปรึกษาด้านคุณภาพชาวญี่ปุ่น สร้างโมเดลของคาโน (Kano's Model) ขึ้นเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจกับความต้องการของลูกค้า โดยโมเดลดังกล่าวเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจของลูกค้ากับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

สิ่งที่ทำให้ลูกค้าไม่พอใจ (Dissatisfies) สิ่งที่ทำให้ลูกค้าพอใจ (Satisfiers) และสิ่งที่ทำให้ลูกค้าเบิกบาน (Delighters) ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 โมเดลของคาโน [15]

1) สิ่งที่ทำให้ลูกค้าไม่พอใจ (Dissatisfies) เป็น “Expected Quality” เป็นสิ่งที่ลูกค้าคาดหวังว่าจะต้องมี เมื่อไม่มีจะทำให้เกิดความไม่พอใจ แต่ถ้ามีจะไม่ก่อให้เกิดความพึงพอใจเพิ่มขึ้น เพราะคิดว่าเป็นสิ่งที่ต้องมีเป็นปรกติ ซึ่งลูกค้าจะไม่บอกแต่อาจรู้ได้จาก Customer’s Complaints เช่น รถยนต์ที่ซื้อมาจะต้องไม่มีรอยขีดข่วนที่ผิว ถ้ามีรอยขีดข่วนลูกค้าเห็นก็อาจจะก่อให้เกิดความไม่พอใจ

2) สิ่งที่ทำให้ลูกค้าพอใจ (Satisfiers) เป็น “Desire Quality” เป็นสิ่งที่ลูกค้าต้องการและมักจะบอกกับผู้ผลิตซึ่งลักษณะนี้เมื่อเพิ่มขึ้น (เปลี่ยนในทิศทางที่ดีขึ้น) จะก่อให้เกิดความพึงพอใจของลูกค้ามากขึ้น เช่น การประหยัดน้ำมันของรถยนต์ ยิ่งรถยนต์ประหยัดน้ำมันมากเท่าไร ลูกค้าจะพึงพอใจมากขึ้น

3) สิ่งที่ทำให้ลูกค้าเบิกบาน (Delighters) เป็น “Exciting Quality” หรือ “Unexpected Quality” เป็นสิ่งที่ลูกค้าไม่คาดหวัง แต่ถ้ามีจะก่อให้เกิดความพึงพอใจอย่างมากและมักจะก่อให้เกิดตลาดใหม่ เมื่อเวลาผ่านไปคู่แข่งสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะใกล้เคียงกับลักษณะที่เป็น Delighters ลูกค้าจะเกิดความรู้สึกว่าเป็นสิ่งที่ควรต้องมี ลักษณะนี้จะเปลี่ยนมาเป็น Satisfiers เช่นเดิม เช่น เดิมเมื่อรถยนต์มีระบบ Central Lock ลูกค้ารู้สึกพอใจอย่างมาก การมีระบบ Central Lock เป็น Delighters และต่อมาถ้ารถยนต์ไม่มีระบบ Central Lock จะก่อให้เกิดความไม่พึงพอใจต่อลูกค้าในที่สุด

2.1.3 วิธีการรวบรวมความต้องการของลูกค้า

วิธีการรวบรวมความต้องการของลูกค้ามีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขต่างๆ เช่น งบประมาณที่ใช้ ขอบเขตของระยะเวลาในการดำเนินงาน แหล่งข้อมูล เป็นต้น สำหรับวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการที่ใช้โดยทั่วไป เช่น

- 1) การเจาะกลุ่ม (Focus Groups)
- 2) การสัมภาษณ์ทั้งแบบทางโทรศัพท์และแบบตัวต่อตัว (One-On-One Interview)
- 3) การส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ (Mail Questionnaires)
- 4) แบบสอบถาม (Questionnaire)
- 5) การสังเกตการณ์ (Observation)
- 6) คลินิกผลิตภัณฑ์ (Product Clinics)

สำหรับงานวิจัยนี้จะเลือกใช้การสำรวจด้วยแบบสอบถาม (Questionnaire) เพื่อทราบความเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจ ความต้องการ มาตรฐานการเลือกสรร อีกทั้งยังเป็นการลดความผิดพลาดในการสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบอีกด้วย

2.1.4 แบบสอบถาม (Questionnaire)

รูปแบบของคำถามเป็นชุดๆ ที่ได้ถูกรวบรวมไว้อย่างมีหลักเกณฑ์และเป็นระบบ เพื่อใช้วัดสิ่งที่ผู้วิจัยต้องการจะวัดจากกลุ่มตัวอย่างหรือประชากรเป้าหมายให้ได้มาซึ่งข้อเท็จจริงทั้งในอดีต ปัจจุบันและการคาดคะเนเหตุการณ์ในอนาคต แบบสอบถามประกอบด้วยรายการคำถามที่สร้างอย่างประณีต เพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นหรือข้อเท็จจริง โดยส่งให้กลุ่มตัวอย่างตามความสมัครใจ การใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น การสร้างคำถามเป็นงานที่สำคัญสำหรับผู้วิจัย เพราะถ้าผู้วิจัยอาจไม่มีโอกาสได้พบปะกับผู้ตอบแบบสอบถามเพื่ออธิบายความหมายต่าง ๆ ของข้อคำถามที่ต้องการเก็บรวบรวม [15]

แบบสอบถาม เป็นเครื่องมือวิจัยชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันมาก เพราะการเก็บรวบรวมข้อมูลสะดวกและสามารถใช้วัดได้อย่างกว้างขวาง การเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามสามารถทำได้ด้วยการสัมภาษณ์หรือให้ผู้ตอบด้วยตนเอง

- 1) โครงสร้างของแบบสอบถาม

โครงสร้างของแบบสอบถาม ประกอบไปด้วย 3 ส่วนสำคัญ ดังนี้

1. หนังสือนำหรือคำชี้แจง โดยมากมักจะอยู่ส่วนแรกของแบบสอบถาม อาจมีจดหมายนำอยู่ด้านหน้าพร้อมคำขอบคุณ โดยคำชี้แจงมักจะระบุถึงจุดประสงค์ที่ให้ตอบแบบสอบถาม การนำคำตอบที่ได้ไปใช้ประโยชน์ คำอธิบายลักษณะของแบบสอบถาม วิธีการตอบแบบสอบถาม

พร้อมตัวอย่าง ชื่อ และที่อยู่ของผู้วิจัย ประเด็นที่สำคัญคือการแสดงข้อความที่ทำให้ผู้ตอบมีความมั่นใจว่า ข้อมูลที่จะตอบไปจะไม่ถูกเปิดเผยเป็นรายบุคคล จะไม่มีผลกระทบต่อผู้ตอบ และมีการพิทักษ์สิทธิของผู้ตอบด้วย

2. คำถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัว เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ เป็นต้น การที่จะถามข้อมูลส่วนตัวอะไรบ้างนั้นขึ้นอยู่กับกรอบแนวความคิดในการวิจัย โดยคิดว่าตัวแปรที่สนใจจะศึกษานั้นมีอะไรบ้างที่เกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัว และควรถามเฉพาะข้อมูลที่ทำเป็นในการวิจัยเท่านั้น

3. คำถามเกี่ยวกับคุณลักษณะหรือตัวแปรที่จะวัด เป็นความคิดเห็นของผู้ตอบในเรื่องของคุณลักษณะ หรือตัวแปรนั้น

2) ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม

การสร้างแบบสอบถามประกอบไปด้วยขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาคุณลักษณะที่จะวัด

การศึกษาคุณลักษณะอาจดูได้จาก วัตถุประสงค์ของการวิจัย กรอบแนวความคิดหรือสมมติฐานการวิจัย จากนั้นจึงศึกษาคุณลักษณะ หรือตัวแปรที่จะวัดให้เข้าใจอย่างละเอียดทั้งเชิงทฤษฎีและนิยามเชิงปฏิบัติการ

ขั้นที่ 2 กำหนดประเภทของข้อคำถาม

ข้อคำถามในแบบสอบถามอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. คำถามปลายเปิด (Open-Ended Question) เป็นคำถามที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบสามารถตอบได้อย่างเต็มที่ ซึ่งคาดว่าจะได้คำตอบที่แน่นอน สมบูรณ์ ตรงกับสภาพความเป็นจริงได้มากกว่าคำตอบที่จำกัดวงให้ตอบ คำถามปลายเปิดจะนิยมใช้กันมากในกรณีที่คุณวิจัยไม่สามารถคาดเดาได้ล่วงหน้าว่าคำตอบจะเป็นอย่างไร หรือใช้คำถามปลายเปิดในกรณีที่ต้องการได้คำตอบเพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างคำถามปลายปิด แบบสอบถามแบบนี้มีข้อเสียคือ มักจะถามได้ไม่มากนัก การรวบรวมความคิดเห็นและการแปลผลมักจะไม่ค่อยยุ่งยาก

2. คำถามปลายปิด (Close-Ended Question) เป็นคำถามที่คุณวิจัยมีแนวคำตอบไว้ให้ผู้ตอบเลือกตอบจากคำตอบที่กำหนดไว้เท่านั้น คำตอบที่คุณวิจัยกำหนดไว้ล่วงหน้ามักได้มาจากการทดลองใช้คำถามในลักษณะที่เป็นคำถามปลายเปิด หรือการศึกษากรอบแนวความคิด สมมติฐานการวิจัย และนิยามเชิงปฏิบัติการ คำถามปลายปิดมีวิธีการเขียนได้หลาย ๆ แบบ เช่น แบบให้เลือกตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง แบบให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แบบผู้ตอบจัดลำดับความสำคัญ หรือแบบให้เลือกคำตอบหลายคำตอบ

ขั้นที่ 3 การร่างแบบสอบถาม

เมื่อผู้วิจัยทราบถึงคุณลักษณะหรือประเด็นที่จะวัด และกำหนดประเภทของข้อคำถามที่จะมีอยู่ในแบบสอบถามเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงลงมือเขียนข้อคำถามให้ครอบคลุมทุกคุณลักษณะหรือประเด็นที่จะวัด โดยเขียนตามโครงสร้างของแบบสอบถามที่ได้กล่าวไว้แล้ว และหลักการในการสร้างแบบสอบถาม ดังนี้

1. ต้องมีจุดมุ่งหมายที่แน่นอนว่าต้องการจะถามอะไรบ้าง โดยจุดมุ่งหมายนั้นจะต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่จะทำ
2. ต้องสร้างคำถามให้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ เพื่อป้องกันการมีข้อคำถามนอกประเด็นและมีข้อคำถามจำนวนมาก
3. ต้องถามให้ครอบคลุมเรื่องที่จะวัด โดยมีจำนวนข้อคำถามที่พอเหมาะ ไม่มากหรือน้อยเกินไป แต่จะมากหรือน้อยเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับพฤติกรรมที่จะวัด ซึ่งตามปกติพฤติกรรมหรือเรื่องที่จะวัดเรื่องหนึ่งๆ นั้นควรมีข้อคำถาม 25-60 ข้อ
4. การเรียงลำดับข้อคำถาม ควรเรียงลำดับให้ต่อเนื่องสัมพันธ์กัน และแบ่งตามพฤติกรรมย่อยๆ ไว้เพื่อให้ผู้ตอบเห็นชัดเจนและง่ายต่อการตอบ นอกจากนี้ต้องเรียงคำถามง่ายๆ ไว้เป็นข้อแรกๆ เพื่อชักจูงให้ผู้ตอบอยากตอบคำถามต่อ ส่วนคำถามสำคัญๆ ไม่ควรเรียงไว้ตอนท้ายของแบบสอบถาม เพราะความสนใจในการตอบของผู้ตอบอาจจะน้อยลง ทำให้ตอบอย่างไม่ตั้งใจ ซึ่งจะส่งผลเสียต่อการวิจัยมาก
5. ลักษณะของข้อความที่ดี ข้อคำถามที่ดีของแบบสอบถามนั้น ควรมีลักษณะดังนี้
 - ข้อคำถามไม่ควรยาวจนเกินไป ควรใช้ข้อความสั้น กระชับ ตรงกับวัตถุประสงค์ และสอดคล้องกับเรื่อง
 - ข้อความ หรือภาษาที่ใช้ในข้อความต้องชัดเจน เข้าใจง่าย
 - ค่าเฉลี่ยในการตอบแบบสอบถามไม่ควรเกินหนึ่งชั่วโมง ข้อคำถามไม่ควรมากเกินไปจนทำให้ผู้ตอบเบื่อหน่ายหรือเหนื่อยล้า
 - ไม่ถามเรื่องที่เป็นความลับเพราะจะทำให้ได้คำตอบที่ไม่ตรงกับข้อเท็จจริง
 - ไม่ควรใช้ข้อความที่มีความหมายกำกวมหรือข้อความที่ทำให้ผู้ตอบแต่ละคนเข้าใจความหมายของข้อความไม่เหมือนกัน
 - ไม่ถามในเรื่องที่รู้แล้ว หรือถามในสิ่งที่วัดได้ด้วยวิธีอื่น
 - ข้อคำถามต้องเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง คือ ต้องคำนึงถึงระดับการศึกษา ความสนใจ สภาพเศรษฐกิจ ฯลฯ

- ข้อคำถามหนึ่งๆ ควรถามเพียงประเด็นเดียว เพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนและตรงจุด ซึ่งจะง่ายต่อการนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

- คำตอบหรือตัวเลือกในข้อคำถามควรมีมากพอ หรือให้เหมาะสมกับข้อคำถามนั้น แต่ถ้าไม่สามารถระบุได้หมดก็ให้ใช้ว่า อื่นๆ โปรดระบุ

- ควรหลีกเลี่ยงคำถามที่เกี่ยวกับค่านิยมที่จะทำให้ผู้ตอบไม่ตอบตามความเป็นจริง

- คำตอบที่ได้จากแบบสอบถาม ต้องสามารถนำมาแปลงออกมาในรูปของปริมาณ และใช้สถิติอธิบายข้อเท็จจริงได้ เพราะปัจจุบันนิยมใช้คอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้นแบบสอบถามควรคำนึงถึงวิธีการประมวลข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วย

ขั้นที่ 4 การปรับปรุงแบบสอบถาม

หลังจากที่สร้างแบบสอบถามเสร็จแล้ว ผู้วิจัยควรนำแบบสอบถามนั้นมาพิจารณา ทบทวนอีกครั้งเพื่อหาข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข และควรให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบแบบสอบถามนั้นด้วยเพื่อที่จะได้นำข้อเสนอแนะและข้อวิพากษ์วิจารณ์ของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์คุณภาพแบบสอบถาม

เป็นการนำแบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเล็กๆ เพื่อนำผลมาตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม ซึ่งการวิเคราะห์หรือตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามทำได้หลายวิธี แต่ที่สำคัญมี 2 วิธี ได้แก่

1) ความตรง (Validity) หมายถึง เครื่องมือที่สามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการวัด โดยแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

- ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) คือ การที่แบบสอบถามมีความครอบคลุมวัตถุประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ ค่าสถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพ คือ ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ หรือเนื้อหา (IOC: Index of Item Objective Congruence) หรือดัชนีความเหมาะสม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ประเมินเนื้อหาของข้อถามเป็นรายข้อ

- ความตรงตามเกณฑ์ (Criterion-Related Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบวัดที่สามารถวัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง แบ่งออกได้เป็นความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์และความเที่ยงตรงตามสภาพ สถิติที่ใช้วัดความเที่ยงตรงตามเกณฑ์ เช่น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ทั้งของ Pearson และ Spearman และ ค่า T-Test เป็นต้น

- ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึงความสามารถของแบบสอบถามที่สามารถวัดได้ตรงตามโครงสร้างหรือทฤษฎี ซึ่งมักจะมีในแบบวัดทางจิตวิทยาและ

แบบวัดสติปัญญา สถิติที่ใช้วัดความเที่ยงตรงตาม โครงสร้างมีหลายวิธี เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) การตรวจสอบในเชิงเหตุผล เป็นต้น

2) ความเที่ยง (Reliability) หมายถึง เครื่องมือที่มีความคงเส้นคงวา นั่นคือ เครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ผลการวัดที่แน่นอนคงที่จะวัดกี่ครั้งผลจะได้เหมือนเดิม สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเที่ยงมีหลายวิธีแต่นิยมใช้กันคือ ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบาร์ช (Cronbach's Alpha Coefficient : α Coefficient) ซึ่งจะใช้สำหรับข้อมูลที่มีการแบ่งระดับการวัดแบบประมาณค่า (Rating Scale)

ขั้นที่ 6 ปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์

ผู้วิจัยจะต้องทำการแก้ไขข้อบกพร่องที่ได้จากผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถาม และตรวจสอบความถูกต้องของถ้อยคำหรือสำนวน เพื่อให้แบบสอบถามมีความสมบูรณ์และมีคุณภาพผู้ตอบอ่านเข้าใจได้ตรงประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการ ซึ่งจะทำให้ผลงานวิจัยเป็นที่น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 7 จัดพิมพ์แบบสอบถาม

จัดพิมพ์แบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วเพื่อนำไปใช้จริงในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย โดยจำนวนที่จัดพิมพ์ควรมากกว่าจำนวนเป้าหมายที่ต้องการเก็บรวบรวมข้อมูล และควรมีการพิมพ์สำรองไว้ในกรณีที่แบบสอบถามเสียหรือสูญหายหรือผู้ตอบไม่ตอบกลับแนวทางในการจัดพิมพ์แบบสอบถามมีดังนี้

- การพิมพ์แบ่งหน้าให้สะดวกต่อการเปิดอ่านและตอบ
- เว้นที่ว่างสำหรับคำถามปลายเปิดไว้เพียงพอ
- พิมพ์อักษรขนาดใหญ่ชัดเจน
- ใช้สีและลักษณะกระดาษที่เอื้อต่อการอ่าน

3) หลักการสร้างแบบสอบถาม

- สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย
- ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย เหมาะสมกับผู้ตอบ
- ใช้ข้อความที่สั้น กระชับ ได้ใจความ
- แต่ละคำถามควรมีนัย เพียงประเด็นเดียว
- หลีกเลี่ยงการใช้ประโยคปฏิเสธซ้อน
- ไม่ควรใช้คำย่อ
- หลีกเลี่ยงการใช้คำที่เป็นนามธรรมมาก
- ไม่ชี้นำการตอบให้เป็นไปแนวทางใดแนวทางหนึ่ง

- หลีกเลี่ยงคำถามที่ทำให้ผู้ตอบเกิดความลำบากใจในการตอบ
- คำตอบที่มีให้เลือกต้องชัดเจนและครอบคลุมคำตอบที่เป็นไปได้
- หลีกเลี่ยงคำที่สื่อความหมายหลายอย่าง
- ไม่ควรเป็นแบบสอบถามที่มีจำนวนมากเกินไป ไม่ควรให้ผู้ตอบใช้เวลาในการ

ตอบแบบสอบถามนานเกินไป

- ข้อคำถามควรถามประเด็นที่เฉพาะเจาะจงตามเป้าหมายของการวิจัย
- คำถามต้องน่าสนใจสามารถกระตุ้นให้เกิดความอยากตอบ

4) เทคนิคการใช้แบบสอบถาม

วิธีใช้แบบสอบถามมี 2 วิธี คือการส่งทางไปรษณีย์ กับการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งไม่ว่ากรณีใดต้องมีจดหมายระบุวัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูล ตลอดจนความสำคัญของข้อมูลและผลที่คาดว่าจะได้รับ เพื่อให้ผู้ตอบตระหนักถึงความสำคัญและสละเวลาในการตอบแบบสอบถาม การทำให้อัตราตอบแบบสอบถามสูงเป็นเป้าหมายสำคัญของผู้วิจัย ข้อมูลจากแบบสอบถามจะเป็นตัวแทนของประชากรได้เมื่อมีจำนวนแบบสอบถามคืนมากกว่าร้อยละ 90 ของจำนวนแบบสอบถามที่ส่งไป แนวทางที่จะทำให้อัตราตอบแบบสอบถามกลับคืนในอัตราที่สูง มีวิธีการดังนี้

- มีการติดตามแบบสอบถามเมื่อให้เวลาผู้ตอบไประยะหนึ่ง ระยะเวลาที่เหมาะสมในการติดตามคือ 2 สัปดาห์ หลังครบกำหนดส่ง อาจจะติดตามมากกว่าหนึ่งครั้ง

- วิธีการติดตามแบบสอบถาม อาจใช้จดหมาย ไปรษณีย์ โทรศัพท์ เป็นต้น

- ในกรณีที่ข้อคำถามอาจจะถามในเรื่องของส่วนตัว ผู้วิจัยต้องให้ความมั่นใจว่าข้อมูลที่ได้จะเป็นความลับ

5) ข้อเด่น และข้อด้อยของการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม

การใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูลมีข้อเด่น และข้อด้อยที่ต้องพิจารณาประกอบในการเลือกใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

ข้อเด่นของการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม

- ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ วิธีการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม จะเป็นวิธีการที่สะดวกและประหยัดกว่าวิธีอื่น

- ผู้ตอบมีเวลาตอบมากกว่าวิธีการอื่น

- ไม่จำเป็นต้องฝึกอบรมพนักงานเก็บข้อมูลมากเหมือนกับวิธีการสัมภาษณ์หรือวิธีการสังเกต

- ไม่เกิดความลำเอียงอันเนื่องมาจากการสัมภาษณ์หรือการสังเกต เพราะผู้ตอบเป็นผู้ตอบข้อมูลเอง

- สามารถส่งแบบสอบถามให้ผู้ตอบทางไปรษณีย์ได้

- ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูล

ข้อด้อยของการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม

- ในกรณีที่ส่งแบบสอบถามให้ผู้ตอบทางไปรษณีย์ มักจะได้แบบสอบถามกลับคืนมาน้อย และต้องเสียเวลาในการติดตาม อาจทำให้ระยะเวลาการเก็บข้อมูลล่าช้ากว่าที่กำหนดไว้

- การเก็บข้อมูลโดยวิธีการใช้แบบสอบถามจะใช้ได้เฉพาะกับกลุ่มประชากรเป้าหมายที่อ่านและเขียนหนังสือได้เท่านั้น

- จะได้ข้อมูลจำกัดเฉพาะที่จำเป็นจริงๆ เท่านั้น เพราะการเก็บข้อมูลโดยวิธีการใช้แบบสอบถามจะต้องมีคำถามจำนวนน้อยข้อที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

- การส่งแบบสอบถามไปทางไปรษณีย์ หน่วยตัวอย่างอาจไม่ได้เป็นผู้ตอบแบบสอบถามเองก็ได้ ทำให้คำตอบที่ได้มีความคลาดเคลื่อนไม่ตรงกับความจริง

- ถ้าผู้ตอบไม่เข้าใจคำถามหรือเข้าใจคำถามผิด หรือไม่ตอบคำถามบางข้อ หรือไม่ไตร่ตรองให้รอบคอบก่อนที่จะตอบคำถาม ก็จะทำให้ข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนได้ โดยที่ผู้วิจัยไม่สามารถย้อนกลับไปสอบถามหน่วยตัวอย่างนั้นได้อีก

- ผู้ที่ตอบแบบสอบถามกลับคืนมาทางไปรษณีย์ อาจเป็นกลุ่มที่มีลักษณะแตกต่างจากกลุ่มผู้ที่ไม่ตอบแบบสอบถามกลับคืนมา ดังนั้นข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์จะมีความลำเอียงอันเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างได้

2.1.5 การจัดระเบียบข้อมูลความต้องการของลูกค้า

แม้จะทำการแยกแยะความต้องการที่แท้จริงออกจากเสียงของลูกค้า แต่ข้อมูลเหล่านั้นก็ยังคงมีจำนวนมากและไม่เป็นระบบ วิธีที่นิยมใช้มาจัดการข้อมูลดังกล่าวให้เป็นระบบยิ่งขึ้นมี 2 อย่างคือ แผนภาพกลุ่มเชื่อมโยง และแผนภาพต้นไม้

1. แผนภาพกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity Diagram)

การจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธีนี้เป็นการสร้างระดับชั้นให้กับข้อมูล มีวิธีการดังนี้

1) นำความต้องการของลูกค้าแต่ละรายการมาเขียนลงบนกระดาษ (แผ่นละรายการ)

2) เลือกความต้องการมาหนึ่งรายการ และนำไปติดบนกระดานขนาดใหญ่

3) นำความต้องการถัดไปมาเทียบกับรายการแรก ถ้าเหมือนกันให้ไว้ได้รายการแรกถ้า

ต่างกันให้ติดไว้กลุ่มใหม่

- 4) ทำแบบเดิมจนครบทุกความต้องการ จะได้ความต้องการเป็นกลุ่มๆ
- 5) ตั้งชื่อหัวข้อให้แต่ละกลุ่ม อาจเลือกรายการที่มีอยู่หรือตั้งชื่อใหม่ก็ได้
- 6) ชื่อหัวข้อควรครอบคลุมรายการใต้หัวข้อนั้น หรือมีความเป็นนามธรรมสูงขึ้น
- 7) นำหัวข้อที่ได้มาจัดเป็นกลุ่มตามความคล้ายคลึงกัน แล้วตั้งชื่อหัวข้อให้แต่ละกลุ่ม หัวข้อใหม่จะมีความเป็นนามธรรมมากที่สุด

การจัดข้อมูลด้วยวิธีนี้ถือว่ามีประสิทธิภาพค่อนข้างมาก เพราะนอกจากจะแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มๆ แล้ว ยังสร้างระดับชั้นให้กับข้อมูลด้วย ทำให้เราไม่สูญเสียรายละเอียดของข้อมูลและสามารถเลือกนำข้อมูลมาใช้ได้ตามระดับความหยาบที่ต้องการ ในทางปฏิบัติอาจใช้กระดาษสีต่างกันสามสี เพื่อแยกระดับต่างๆ ให้เห็นได้ชัดเจน โดยทั่วไปมักสร้างระดับชั้นไม่เกิน 3 ระดับ และมักเลือกระดับละเอียดที่สุดมาใช้งานต่อไป

2. แผนภาพต้นไม้ (Tree Diagram)

การสร้างแผนภาพต้นไม้มักอาศัยโครงสร้างที่เป็นระดับชั้นอยู่แล้ว เช่น แผนภาพกลุ่มเชื่อมโยง ซึ่งจะเริ่มโดยวิเคราะห์ข้อมูลระดับที่เป็นนามธรรมมากที่สุด และใส่ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อให้มีความสมบูรณ์

2.1.6 บ้านคุณภาพ (House of Quality)

เป็นตารางแรกของ QFD โดยเกิดขึ้นจากการนำผลการสำรวจความต้องการของลูกค้า (WHATs) และระดับความสำคัญของความต้องการแต่ละข้อมาทำการพิจารณาข้อกำหนดทางเทคนิคต่างๆ (HOWs) ที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้โดยนำมาเขียนอยู่ในรูปของเมตริกซ์ความสัมพันธ์ (WHATs VS. HOWs) และข้อกำหนดทางเทคนิคต่างๆ นั้นจะถูกนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างกันและกัน โดยเขียนเป็นเมตริกซ์รูปสามเหลี่ยมเหนือเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่าง WHATs กับ HOWs อันเปรียบเสมือนหลังคาของบ้านคุณภาพ รายละเอียดของบ้านคุณภาพมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) ระบุความต้องการของลูกค้า (Voice of Customer) หรือคุณภาพที่ลูกค้าต้องการโดยการสัมภาษณ์ หรือออกแบบสอบถาม นำมาจัดเรียงความต้องการของลูกค้า (WHATs) ลงในช่องริมซ้ายสุดของบ้านคุณภาพ
- 2) ประเมินระดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้าแต่ละข้อ
- 3) เปรียบเทียบสินค้าของตนเองกับสินค้าของคู่แข่งจากมุมมองของลูกค้า
- 4) ประเมินจุดอ่อนจุดแข็งของตนเองและคู่แข่งแล้วกรอกลงในช่องทางขวามือของบ้านคุณภาพแยกตามความต้องการของลูกค้าแต่ละข้อ

5) ระบุข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical Characteristics) หรือองค์ประกอบคุณภาพ (Quality Element) ที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าแต่ละชื่อ (HOWs) ลงในช่องด้านบนของบ้านคุณภาพ

6) แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละชื่อไว้ที่ส่วนหลังคาของบ้านคุณภาพความสัมพันธ์ของข้อกำหนดทางเทคนิคมี 4 แบบ

แบบที่ 1 ความสัมพันธ์ทางบวกมาก

แบบที่ 2 ความสัมพันธ์ทางบวก

แบบที่ 3 ความสัมพันธ์ทางลบมาก

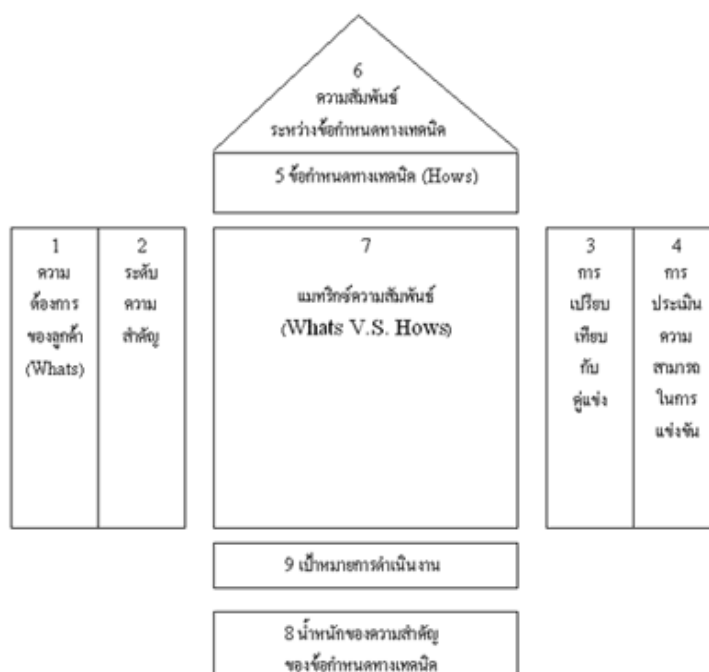
แบบที่ 4 ความสัมพันธ์ทางลบ

โดยอาจกำหนดเป็นสัญลักษณ์หรือค่าตัวเลขก็ได้ เพื่อให้ผู้ออกแบบเข้าใจว่า ถ้าเรามีการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดทางเทคนิคข้อใดข้อหนึ่งแล้วจะมีผลกระทบต่อข้อกำหนดทางเทคนิคข้ออื่นอย่างไรมากน้อยแค่ไหน

7) หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้าและข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละชื่อ ลงไปในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ตรงส่วนกลางของตัวบ้านคุณภาพ โดยใช้สัญลักษณ์แสดงให้เห็นถึงระดับความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคกับความต้องการของลูกค้าว่ามีความสัมพันธ์มาก ปานกลาง หรือน้อย และในการแสดงเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้าและข้อกำหนดทางเทคนิคนั้นจะแสดงด้วยสัญลักษณ์

8) กำหนดระดับความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละชื่อ โดยพิจารณาจากระดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้า เมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่าง WHATs กับ HOWs และข้อมูลเปรียบเทียบกับคู่แข่งประกอบกัน

9) ระบุข้อกำหนดทางเทคนิคที่จะนำไปใช้ออกแบบผลิตภัณฑ์ในขั้นสุดท้ายอันเป็นเป้าหมายการดำเนินงาน



ภาพที่ 2.2 บ้านคุณภาพ (House of Quality; HOQ) [16]

2.1.7 ข้อดี ข้อเสีย และข้อผิดพลาด ที่พบทั่วไปในการประยุกต์ใช้ QFD สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร

จากการศึกษาเอกสารและทฤษฎีเรื่องการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) สามารถสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของข้อดี ข้อเสียและข้อผิดพลาดที่พบทั่วไปในการประยุกต์ใช้ QFD สำหรับอุตสาหกรรมอาหารได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สรุปข้อดี ข้อเสียและข้อผิดพลาดที่พบทั่วไปในการประยุกต์ใช้ QFD สำหรับ
อุตสาหกรรมอาหาร [17]

ประเภท	ข้อดี	ข้อเสีย	ข้อผิดพลาดที่พบทั่วไป
กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์	<p>1. ลดขั้นตอนการออกแบบในช่วงการพัฒนา การผลิต และการนำเข้าตลาดลง</p> <p>2. ลดเวลาและต้นทุนในการออกแบบการพัฒนา และการนำเข้าตลาดลง</p> <p>3. สามารถระบุปัญหาด้านคุณภาพและด้านทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์ซึ่งมีผลกระทบต่อการตัดสินใจของลูกค้าได้แม่นยำ</p> <p>4. สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ถูกความต้องการได้อย่างแท้จริง โดยวิธีแปลงคำพูดเป็นศัพท์เชิงวิศวกรรม</p> <p>5. ทำให้การรวบรวมข้อมูลเป็นระบบและอยู่ในรูปแบบโครงสร้างอย่างชัดเจน</p>	<p>1. ควบคุมคุณภาพตั้งแต่วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตด้วย ไม่เพียงแต่พัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างเดียว</p> <p>2. ควรจะปรับปรุงคุณภาพและลดต้นทุนมากกว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ที่แท้จริง</p> <p>3. มียุ่งยากในด้านความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนเริ่มแรกและขั้นตอนการสร้างเมตริกซ์</p> <p>4. มุ่งเน้นไปที่การควบคุมคุณภาพอย่างเดียวโดยไม่ให้ความสนใจกับการลดต้นทุนความสัมพันธ์ภายในองค์กรและเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต</p>	<p>1. เกิดการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ที่ถูกออกแบบไว้ในระดับสูง</p> <p>2. การมุ่งเน้นกับแผนภาพมากเกินไปทำให้ความสนใจในตัวผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิตลดลง</p> <p>3. แผนภาพมีขนาดใหญ่</p> <p>4. ส่วนใหญ่ใช้เพียง HOQ เท่านั้น</p> <p>5. การกำหนดระยะเวลาสิ้นสุดโครงการมักล้มเหลว</p>

ตารางที่ 2.1 สรุปข้อดี ข้อเสียและข้อผิดพลาดที่พบทั่วไปในการประยุกต์ใช้ QFD สำหรับ
อุตสาหกรรมอาหาร [17] (ต่อ)

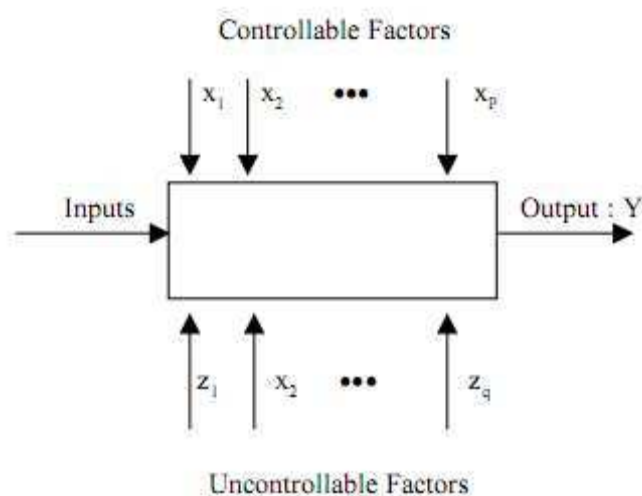
ประเภท	ข้อดี	ข้อเสีย	ข้อผิดพลาดที่พบทั่วไป
การตลาด	<p>1. เกิดความเข้าใจในความ ต้องการของลูกค้ามากขึ้น และทำให้ส่วนแบ่งตลาด มากขึ้นรวมทั้งผู้บริโภค ได้รับความพึงพอใจมากขึ้น</p> <p>2. ลดปัญหาด้านคุณภาพ ความไม่พึงพอใจหรือข้อ ร้องเรียนของลูกค้าลง</p> <p>3. ประเมินคู่แข่งจากราย มุมมองด้านลูกค้าและ ด้านเทคนิคได้ดีขึ้น</p>	<p>1. จำนวนปริมาณลูกค้า ที่ใช้เป็นข้อมูลด้าน การตลาดทำการสำรวจ น้อย อาจส่งผลกระทบต่อ สร้าง HOQ ซึ่งเป็นเรื่อง สำคัญสุดใน QFD</p> <p>2. สำหรับกรณี ผลิตภัณฑ์ไม่มีอยู่ใน ท้องตลาดจะระบุความ ต้องการของลูกค้าได้ ยาก</p>	<p>1. มักทำการ ตั้งสมมติฐานระดับ ความพึงพอใจอยู่ใน เกณฑ์สูงซึ่งส่งผลให้ การแบ่งส่วนแบ่งตลาด สูงตามไปด้วย</p>

2.2 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiments; DOE)

การออกแบบ (Design) หมายถึง การเลือกรูปแบบที่เหมาะสมในการศึกษาระบบที่สนใจ

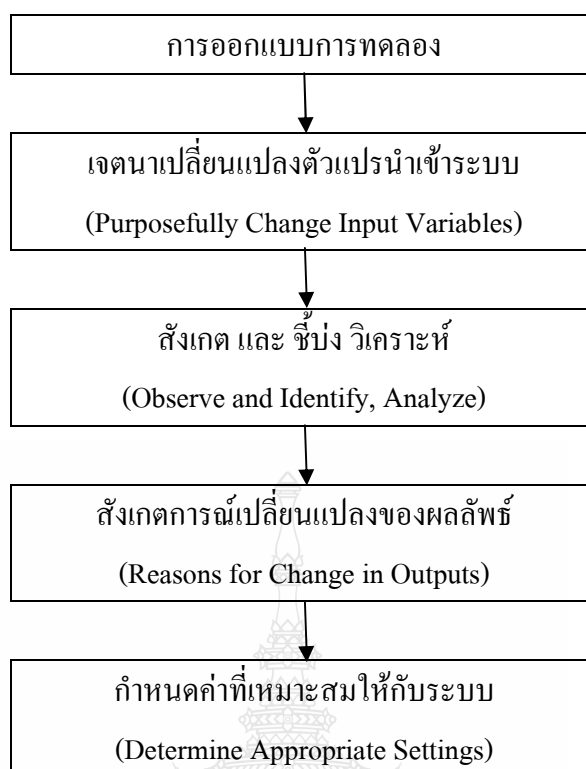
การทดลอง (Experiments) หมายถึง สิ่งที่ทำขึ้นเพื่อการค้นหาองค์ความรู้หรือข้อมูลส่วนที่ยังขาดไปเกี่ยวกับกระบวนการหรือระบบที่สนใจ โดยผู้ทำการศึกษาในสาขานั้นๆ

การออกแบบการทดลอง (Design of Experiments) คือ การทดสอบเพียงครั้งเดียวหรือต่อเนื่อง โดยทำการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรนำเข้า (Input Variables) ในระบบหรือกระบวนการที่สนใจศึกษา เพื่อที่จะทำให้สามารถสังเกตและชี้ถึงปัญหาต่างๆ ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์ที่ได้ (Outputs or Responses) จากกระบวนการหรือระบบนั้น โดยตัวแปรนำเข้าจะถูกจัดแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ควบคุมได้ เรียกว่า “ตัวแปร (หรือปัจจัย) ที่ควบคุมได้ (Controllable Variables or Factors) หรือ ตัวแปร (หรือปัจจัย) ที่สามารถออกแบบได้” (Design Variables or Factors) และกลุ่มที่ไม่สามารถควบคุมได้ เรียกว่า “ตัวแปร (หรือปัจจัย) ที่รบกวนระบบ” (Uncontrollable or Noise Variables Factors) [18] ดังแสดงภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆในกระบวนการหรือระบบที่สนใจ [18]

การกำหนดตัวแปรที่ควบคุมได้และตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ขึ้นอยู่กับระบบแต่ละระบบ ซึ่งโดยหลักแล้ว ตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้หรือตัวแปรรบกวน (Noise Variables) มักจะเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในธรรมชาติ เช่น ลม ฝุ่นละออง ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิภายนอก หรือส่วนของอุปกรณ์หรือระบบที่ยากแก่การควบคุม เนื่องจากในการควบคุมต้องใช้ความระมัดระวังสูง เพราะเมื่อชำรุดอาจส่งถึงต้นทุนค่าใช้จ่ายที่สูงมาก ส่วนตัวแปรที่ควบคุมได้ เช่น ที่มาของวัตถุดิบ เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต พนักงานที่ควบคุม (ซึ่งในบางระบบ อาจพิจารณาให้เป็น “ตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้”) อุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต เป็นต้น ในทุกกระบวนการสามารถที่จะระบุและบันทึกไว้เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ต่อไปได้โดยสรุปในการออกแบบการทดลองมีหลักการสำคัญดังสรุปได้ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 หลักการสำคัญในการออกแบบการทดลอง [18]

สถิติเป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างยิ่งในระบบกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมัยใหม่ สามารถทำให้นักวิจัยหรือผู้บริหารตัดสินใจและดำเนินการใน โครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้อย่างเชื่อมั่น รวมทั้งช่วยทำให้องค์กรประหยัดทรัพยากรทั้งทางด้านเวลา กำลังคนและทุนทรัพย์ในการดำเนินการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และผลสุดท้ายที่ได้ คือความสำเร็จในผลิตภัณฑ์ใหม่ที่พัฒนาขึ้นมาซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุดของการพัฒนาผลิตภัณฑ์

สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้การออกแบบการทดลอง คือ การทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design ; CRD) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.2.1 การทดลองอย่างสุ่มสมบูรณ์หรือการจำแนกทางเดียว (Complete Randomized Design ; CRD หรือ One-Way ANOVA)

เป็นการสนใจศึกษาปัจจัยเพียงปัจจัยเดียว ซึ่งจำนวนระดับที่สนใจศึกษาของปัจจัยนี้เท่ากับ a ระดับ เพื่อดูว่าระดับที่แตกต่างกันของปัจจัยนั้น จะมีผลกระทบต่อค่าเฉลี่ยของตัวแปรตอบสนอง (Y's) อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่อย่างไร [18] ซึ่งมีลักษณะข้อมูลดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แผนการเก็บข้อมูลแบบสุ่มสมบูรณ์

ลำดับที่	วิธีปฏิบัติ						
	1	2	3	4	...i...	a	
1	Y_{11}	Y_{21}	Y_{31}	Y_{41}	$\dots Y_{i1} \dots$	Y_{a1}	
2	Y_{12}	Y_{22}	Y_{32}	Y_{42}	$\dots Y_{i2} \dots$	Y_{a2}	
3	Y_{13}	Y_{23}	Y_{33}	Y_{43}	$\dots Y_{i3} \dots$	Y_{a3}	
.	
.	
j	Y_{ij}	Y_{2j}				Y_{aj}	
.	
.	
n	Y_{1n}	Y_{2n}	Y_{3n}	Y_{4n}	$\dots Y_{in} \dots$	Y_{an}	
ผลรวม (T_i)	T_1	T_2	T_3	T_4	$\dots T_i \dots$	T_a	$T_{..}$
ผลรวม ² (T_i^2)	T_1^2	T_2^2	T_3^2	T_4^2	$\dots T_i^2 \dots$	T_a^2	$\sum T_i^2$

$$\begin{aligned}
 T_i &= \text{ผลรวมของข้อมูลจากวิธีปฏิบัติที่ } i; i = 1, 2, \dots, a \\
 &= \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij} ; \quad n_i = \text{จำนวนข้อมูลจากวิธีปฏิบัติที่ } i \\
 T_{..} &= \text{ผลรวมข้อมูลทั้งหมด} = \sum_i \sum_j Y_{ij} \\
 N &= \text{จำนวนข้อมูลทั้งหมด} = \sum_{i=1}^a n_i
 \end{aligned}$$

2.2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ; ANOVA)

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ; ANOVA) นี้จัดเป็นวิธีการพื้นฐานทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการออกแบบการทดลอง โดยอาศัยหลักการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าตอบสนอง (Response; y) หรือลักษณะทางคุณภาพ (Quality Characteristics) สนใจศึกษาหรือปรับปรุงของผลิตภัณฑ์ (ผลลัพธ์; Output) จากระบบหรือกระบวนการในการวิเคราะห์จะแยกสาเหตุของความแตกต่างออกเป็น 2 ส่วนหลักๆคือ

1) ความแตกต่างที่สามารถอธิบายได้ (Explained Variation) คือความแตกต่างหรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากปัจจัย (Factor) หรือวิธีปฏิบัติ (Treatment) ที่ใช้ในการออกแบบการทดลอง บางครั้งอาจถูกเรียกว่าความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (Between Groups Variation)

2) ความแตกต่างที่ไม่สามารถอธิบายได้ (Unexplained Variation) คือความแตกต่างหรือการเปลี่ยนแปลงที่ไม่สามารถอธิบายได้เนื่องจากขาดความรู้ หรือความรู้เกี่ยวกับระบบที่ยังไม่มากพอ ซึ่งในบางครั้งอาจเกิดจากกรณีที่ผู้ศึกษาทราบถึงปัจจัยที่ก่อให้เกิดเปลี่ยนแปลง แต่ไม่สามารถควบคุมได้ในการทดลอง (Noise Factor) ซึ่งในการวิเคราะห์ความแปรปรวนกล่าวถึงความแตกต่างในส่วนนี้ในรูปความผิดพลาดหรือส่วนที่ยังไม่สามารถอธิบายได้ (Error or Residuals) ถ้าผู้ทดลองมีความรู้หรือความสามารถในการควบคุมการทดลองมากขึ้น ความผิดพลาดส่วนนี้ก็จะลดลง [18]

2.2.3 การทดสอบเชิงซ้อนด้วยวิธีการพิสัยของคันแคน (Duncan New Multiple Range Test ; DMRT)

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยตัวแบบอิทธิพลคงที่นี้ เมื่อมีการปฏิเสธสมมติฐานแล้วจะได้สารสนเทศเพียงทราบว่ามีความแตกต่างอย่างน้อย 1 คู่ที่มีความแตกต่างกัน แต่ยังไม่ทราบว่าทรินเมนต์ใดบ้างที่แตกต่างกัน และควรที่จะเลือกทรินเมนต์ใด

ในการวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลจากทรินเมนต์แต่ละคู่ จะดำเนินการเปรียบเทียบด้วยจำนวน $\binom{t}{2}$ จึงเรียกการศึกษานี้ว่า “การเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple Comparison Test)” และการเปรียบเทียบนี้อาจจะดำเนินการด้วยการตั้งกฎเกณฑ์การตัดสินใจไว้ก่อนการทดลองจะเกิดขึ้นก็ได้ ด้วยวิธีการคอนทราสต์ (Contrast) หรือการเปรียบเทียบเชิงซ้อนภายหลังจากการทดลองได้เสร็จสิ้นแล้ว ซึ่งจะประกอบด้วยวิธีการต่างๆ หลายวิธี อาทิ การทดสอบของ Duncan New Multiple Range Test (DMRT), Tukey, Scheffe, Bonferroni, Dunnett, Hocberg's GT2 เป็นต้น และมักจะปรากฏในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติภายหลังที่มีการพิสูจน์แล้วโดยนักวิชาการ โดยในงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการของคันแคน ทั้งนี้เพราะว่าทุกวิธีจะมีหลักการเหมือนกัน คือทำการพิจารณาว่าทรินเมนต์แต่ละคู่

ที่เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่น้อยที่สุด (Least Significant Difference ; LSD) โดยแต่ละวิธีจะมีความแตกต่างกันเพียงตัวสถิติสำหรับการทดสอบที่ใช้เท่านั้น

หลักการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบเชิงซ้อน โดยวิธีการของดันแคนนี้จะต้องดำเนินการภายใต้ขนาดสิ่งตัวอย่างเท่ากันในแต่ละทริตเมนต์ และโดยที่แต่ละค่าเฉลี่ยของทริตเมนต์เป็นตัวสถิติซึ่งมีความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และในการหาค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่น้อยที่สุดของดันแคนนี้จะอาศัยการกำหนดความแตกต่างให้อยู่ในรูปของพิสัย [19]

2.3 การทดสอบผู้บริโภค

2.3.1 การทดสอบการยอมรับ โดยให้สเกลความชอบ

วิธีการทดสอบการยอมรับที่นิยมใช้ได้แก่ การให้สเกลความชอบ (Hedonic Scaling) การวัดความถี่ในการบริโภค (Food Action Rating Scale - FACT) และการวัดความพอดี (Just About Right Scale - JAR) การทดสอบการยอมรับเป็นวิธีที่นิยมใช้ในการทดสอบผู้บริโภคผู้บริโภคมากกว่าการทดสอบความชอบ เพราะสามารถทดสอบตัวอย่างเดียวได้ และข้อมูลที่ได้ทำให้ทราบว่าผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์แค่ไหน จะใช้ หรือ ซื้อหรือไม่ อย่างไร สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้การทดสอบการยอมรับโดยการให้สเกลความชอบ (Hedonic Scaling) โดยมีรายละเอียดดังนี้

วิธีการให้สเกลความชอบโดยใช้สเกลความชอบ 9 คะแนน เป็นวิธีการที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบัน วิธีการนี้ถูกนำมาใช้ในปี ค.ศ. 1947 ซึ่งเป็นช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ส่วนสเกลความชอบ 7 คะแนน มีการใช้ครั้งแรกโดยสถาบัน Quartermaster Food and Container Institute เพื่อตรวจสอบความชอบของทหารในรายการอาหาร และปี ค.ศ. 1952 Peryam ได้นำสเกลความชอบมาใช้ในการประเมินความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารอย่างเป็นทางการครั้งแรก [20]

แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ขนมห้างเสริมแป้งถั่วขาว วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบ ในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างตาม
คำอธิบายคะแนนความชอบข้างล่างนี้ และกรูณาเว้นปากก่อนทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง

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

คุณลักษณะ	รหัส.....
1. กลิ่น	
2. กลิ่นรส	
3. ความนุ่ม	
4. ความชอบรวม	

ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างแบบรายงานการทดสอบ ด้วยวิธีการทดสอบโดยให้สเกลความชอบ

ในการทดสอบครั้งหนึ่ง ผู้ทดสอบอาจได้รับการตัวอย่างพร้อมกันทั้งหมด หรือได้รับทีละตัวอย่าง ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทดสอบ การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อประเมินว่า ผู้ทดสอบชอบผลิตภัณฑ์ใด มากน้อยแค่ไหน โดยการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบ เช่น ถ้าค่าคะแนนความชอบเท่ากับ 8 หมายความว่าผู้บริโภคชอบผลิตภัณฑ์ในระดับมาก โดยคะแนนความชอบเท่ากับ 9 คือชอบมากที่สุด หากมีผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ 2 ตัวอย่างขึ้นไป ก็สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างต่อไป เช่น วิเคราะห์ผลโดยใช้ T-Test หรือ ANOVA

2.3.2 สถานที่ทดสอบ

1) Laboratory Test เป็นการประเมินผลในห้องปฏิบัติการการทดสอบทางประสาทสัมผัส ซึ่งจะมีการควบคุมการเตรียมและการเสนอตัวอย่าง อย่างระมัดระวัง ง่ายต่อการปกปิดสีหรือสิ่งที่มีคำหยาบ ใช้เวลาน้อย แต่ข้อเสีย คือ การทดสอบไม่เป็นไปตามการบริโภคปกติ ซึ่งอาจแตกต่างไปจากวิธีการเตรียมที่บ้าน

2) Central Location Test (CLT) สถานที่ที่ใช้ในการทดสอบต้องมีผู้บริโภคจำนวนมากอยู่รวมกัน เช่น ศูนย์การค้า โรงเรียน เป็นต้น สถานที่ทดสอบต้องมีความสะดวก มีแสงสว่างเพียงพอ ปราศจากสิ่งรบกวน เช่น กลิ่น เสียงวิธีการนี้ต้องใช้ผู้ดำเนินงานหลายคน ผู้ทดสอบใช้เวลาในการทดสอบคนละ 15-20 นาที ไม่ควรใช้เวลานานมากกว่านี้ ยกเว้นในกรณีที่มีตัวอย่างจำนวนมาก วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่าย

สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้การทดสอบผู้บริโภครูปแบบ Central Location Test (CLT) ในขั้นสุดท้าย เป็นการทดสอบผลิตภัณฑ์ในสภาพที่ควรจะเป็นปกติ โดยมีตัวแทนประชากรเชิงสถิติที่เลือกจากประชากรทั้งหมดในตลาด เพื่อเป็นเครื่องชี้ที่เหมาะสมในแง่ความคิดและลักษณะผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคในตลาดจริง ขั้นตอนการทดสอบนี้ผู้บริโภคทั้งหมดจะถูกกำหนดให้รวมกันที่หนึ่ง เพื่อทดสอบผลิตภัณฑ์ภายใต้การดูแลและควบคุมของผู้ดำเนินการทดสอบ

การทดสอบผู้บริโภครวมมีความเข้าใจถึงความรู้สึกของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซึ่งผลที่ได้เป็นความรู้สึกของผู้บริโภคจากใจจริง โดยจะไม่สามารถแยกแยะลักษณะเฉพาะในส่วนลึกของผลิตภัณฑ์ได้ ผู้บริโภคจะเรียนรู้การยอมรับผลิตภัณฑ์เทียบกับผลิตภัณฑ์เทียบกับผลิตภัณฑ์ที่พบเห็นหรืออาศัยประสบการณ์จากอดีต ซึ่งมีความแตกต่างจากผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนมา โดยส่วนใหญ่ผู้บริโภคจะไม่มีความรู้เกี่ยวกับคำนิยามที่ใช้ในการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสและขาดความอดทนในการพยายามทำความเข้าใจคำอธิบายที่ยาวๆ และลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาแล้วจึงควรมีการทดสอบผู้บริโภครวมและควรมีความเข้าใจพฤติกรรมผู้บริโภคในตลาด

3) Home Use Test (HUT) วิธีการนี้จะให้ผู้บริโภคทำการทดสอบที่บ้าน ทดสอบผลิตภัณฑ์ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยแจกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ให้ผู้บริโภคพร้อมกับแบบสอบถามทางไปรษณีย์ หรือส่งตามบ้านที่ถูกคัดเลือก หลังจากผู้บริโภคทดสอบผลิตภัณฑ์แล้วจะส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์กลับคืนมา ควรมีของรางวัลตอบแทนผู้ทดสอบ วิธีการนี้อาจได้รับการตอบกลับน้อย ค่าใช้จ่ายสูง และอาจมีความคิดเห็นของสมาชิกในครอบครัวเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย [20]

2.4 การวิเคราะห์คุณภาพคุณลักษณะขนมปัง

สำหรับงานวิจัยนี้จะทำการวิเคราะห์คุณภาพคุณลักษณะขนมปัง 2 ด้าน คือวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้น และวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ค่าเนื้อสัมผัส

2.4.1 ปริมาณความชื้น

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของวัตถุดิบ เป็นการวิเคราะห์ค่าโดยประมาณ (Proximate Analysis) ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมันหรือน้ำมัน คาร์โบไฮเดรต เส้นใยอาหารและเถ้า ซึ่งเป็นสารประกอบหลักที่มีปริมาณมากในอาหาร และสารประกอบอื่นๆ ที่สำคัญ ที่มีปริมาณน้อยในอาหารและมีผลต่อคุณภาพอาหาร โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีคือ ปริมาณความชื้นเพื่อวัดค่า Water Activity (A_w)

น้ำเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในอาหาร น้ำในอาหารมีปริมาณแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของอาหาร น้ำเป็นปัจจัยที่บอกถึงความคงตัว คุณภาพและอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ อาหารที่มีน้ำมาก

มักจะเกิดการเสื่อมเสียอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีอัตราการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และทางชีวภาพมากกว่าอาหารที่มีน้ำน้อยกว่า น้ำในอาหารมีสมบัติเป็นตัวทำละลายของส่วนประกอบต่างๆในอาหาร ของแข็งที่เหลือหลังจากการระเหยเอาน้ำออกเรียกว่าของแข็งทั้งหมด โดยที่ปริมาณน้ำในอาหารแสดงถึงปริมาณความชื้นในอาหาร

น้ำในอาหารแบ่งได้ออกเป็น 2 รูป คือ น้ำอิสระ (Free Water) และน้ำยึดเหนี่ยว (Bound Water) กับสารประกอบในอาหาร น้ำอิสระคือน้ำที่เป็นส่วนประกอบในอาหารที่แยกอยู่เป็นอิสระ น้ำจะอยู่ในช่องว่าง หรือภายในรูพรุนของอาหาร จะอยู่ในรูปของน้ำแข็งเมื่ออาหารถูกนำไปกักเก็บในห้องแช่แข็งและระเหยกลายเป็นไอน้ำได้ง่าย เมื่อนำอาหารไปอบหรือทำให้แห้ง น้ำชนิดนี้จึงมีความสำคัญต่อเนื้อสัมผัสและการกักเก็บรักษาอาหาร สำหรับน้ำยึดเหนี่ยวกับสารประกอบในอาหารคือน้ำที่ยึดกับสารประกอบในอาหารด้วยพันธะทางเคมี เช่น พันธะไฮโดรเจน และแรงระหว่างขั้วซึ่งเกิดจากแรงดึงดูดระหว่างขั้วของโมเลกุลน้ำกับโมเลกุลของอาหาร เป็นน้ำที่อาหารยึดไว้ จุลินทรีย์จะนำน้ำส่วนนี้ไปใช้ประโยชน์ค่อนข้างยาก โดยอาหารแต่ละชนิดประกอบด้วยน้ำทั้งสองรูปในปริมาณที่แตกต่างกัน

การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นในอาหารมีความสำคัญต่อทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค ปริมาณน้ำอิสระที่อยู่ในอาหารวิเคราะห์ได้ง่ายกว่าน้ำที่ยึดเหนี่ยวกับสารประกอบอื่นๆ ในอาหาร วิธีการหาปริมาณความชื้นมีอยู่หลายวิธี แต่ละวิธีมีปัจจัยที่ต้องควบคุมและระมัดระวัง ดังนั้นผู้วิเคราะห์ต้องมีความรู้ทางด้านเคมีอาหาร และวิธีการวิเคราะห์เพื่อที่จะเลือกวิธีการที่เหมาะสม และแน่ใจว่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นถูกต้อง สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ปริมาณน้ำหรือความชื้นในวัตถุดิบโดยวิธีการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือ เป็นวิธีการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยอาศัยสมบัติทางฟิสิกส์ เช่น การนำไฟฟ้า, NMR และ Near Infrared (NIR) เป็นต้น [20]

2.4.2 ค่าเนื้อสัมผัส

คุณภาพเนื้อสัมผัสเป็นปัจจัยคุณภาพหนึ่งที่มีผลต่อการตัดสินใจของผู้บริโภคด้านการยอมรับหรือไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ ในสถานะที่มีการแข่งขันสูง ผู้ผลิตจำเป็นต้องหาวิธีการประเมินคุณภาพเนื้อสัมผัสที่เหมาะสม และสอดคล้องกับกระบวนการประเมินคุณภาพเนื้อสัมผัสของผู้บริโภคเพื่อที่จะได้ใช้เป็นเกณฑ์ในการควบคุมคุณภาพและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

สำหรับวิธีการวัดค่าเนื้อสัมผัสสามารถแบ่งตามรูปแบบของการวัดค่าเนื้อสัมผัส ได้เป็น 2 วิธีการ คือ การวัดโดยใช้เครื่องมือ (Objective Method) และการวัดค่าโดยใช้ผู้ทดสอบเป็นผู้ประเมิน (Subjective Method) วิธีการวัดค่าโดยใช้เครื่องมือยังแบ่งได้ 2 วิธีคือ วิธีทางตรง (Direct Method) เป็นวิธีการที่ใช้เครื่องมือ หรือวิธีการที่ออกแบบมาเฉพาะเพื่อวัดค่าทางสมบัติที่เกี่ยวกับเนื้อสัมผัสของ

ผลิตภัณฑ์ และวิธีทางอ้อม (Indirect Method) เป็นการวัดเพื่อประเมินสมบัติทางด้านกายภาพอื่นๆ หรือสมบัติทางเคมี ซึ่งค่าที่ได้จะมีความสัมพันธ์กับสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัส ตัวอย่างเช่น การวัดค่าหาปริมาณน้ำ ปริมาณเยื่อใยในอาหาร สามารถบ่งบอกความแข็ง นุ่ม เหนียวของผลิตภัณฑ์ได้ การวัดค่าสีของผลไม้ เช่น กลัวยหอมจากสีเขียวเป็นสีเหลืองจนน้ำตาล สามารถนำมาใช้อธิบาย ลักษณะเนื้อสัมผัสของกลัวยหอมได้

สำหรับการวัดค่าโดยใช้ผู้ทดสอบเป็นการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้คนเป็นผู้ประเมินด้วยการทดสอบชิมตัวอย่าง หรือความรู้สึกที่เกิดขึ้นจากการสัมผัสตัวอย่าง ซึ่งเทคนิคในการทดสอบจะมีอยู่หลายวิธี เช่น การทดสอบความชอบ การทดสอบความแตกต่าง และการทดสอบเพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ [20]

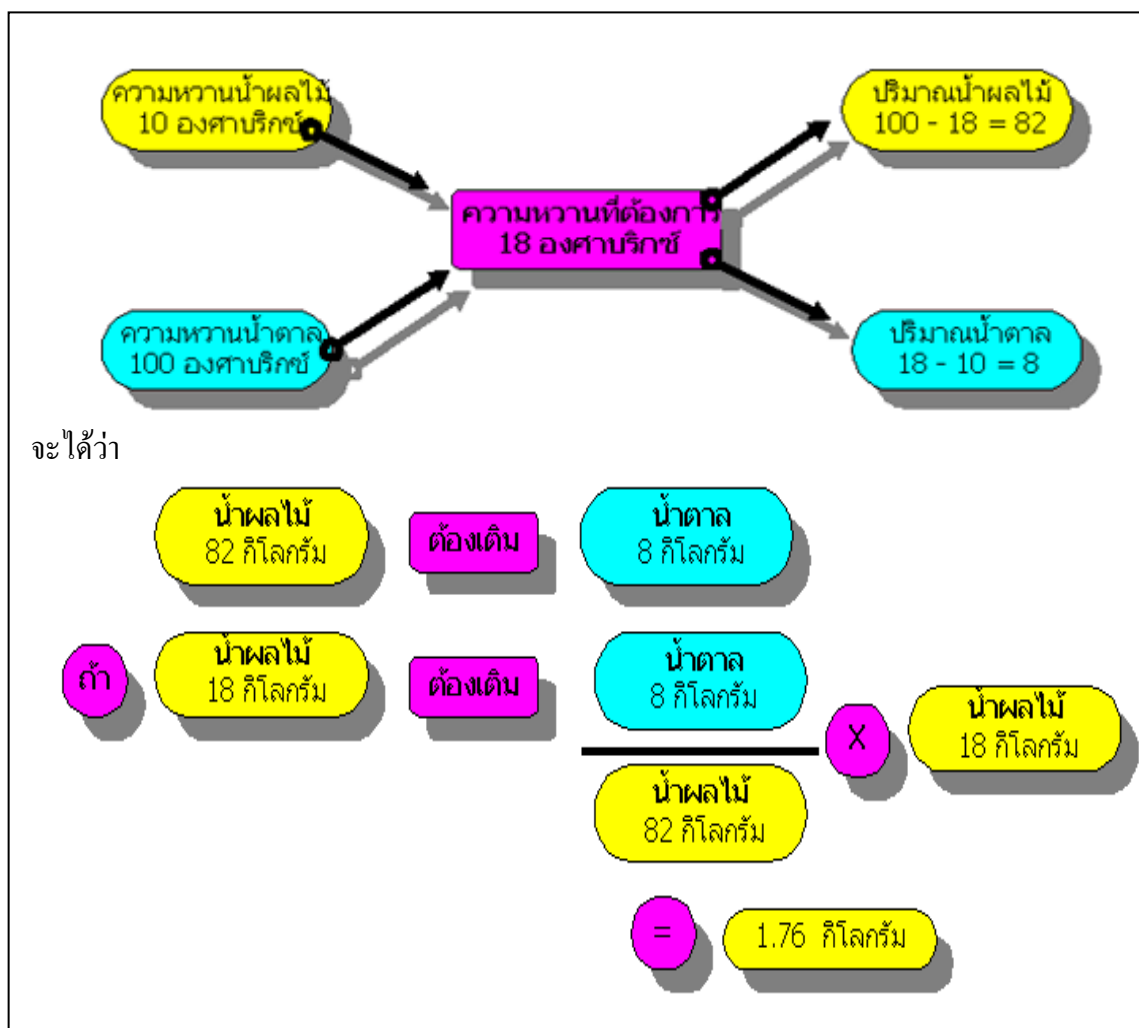
2.4.3 การคำนวณโดยวิธีเพียร์สัน สแควร์ (Pearson's Square) [21]

วิธีการคำนวณแบบนี้เป็นวิธีการที่ง่าย ๆ ตรง ๆ โดยการหาอัตราส่วนของวัตถุดิบ 2 ชนิด เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ส่วนผสมที่มีความเข้มข้นเท่าที่ต้องการ วิธีนี้จะมีการกำหนดปริมาณวัตถุดิบ บางอย่างว่าจะมีอยู่ในอาหารเท่าใด แล้วคำนวณหาสัดส่วนของวัตถุดิบที่เหลืออยู่ ซึ่งวิธีการเพียร์สัน สแควร์ มีขั้นตอนการทำดังนี้

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณน้ำตาลที่จะต้องเติมในน้ำสับประรด จำนวน 18 ลิตร (ปริมาตรน้ำหมักที่ใช้หมักร้อยละ 90 สำหรับหมักในถังขนาด 20 ลิตร) ในที่นี้ต้องการความหวานเท่ากับ 18 ($^{\circ}$ Brix) หรือมีปริมาณน้ำตาลของร้อยละ 18 สามารถคำนวณดังภาพที่ 2.6 มีวิธีการคำนวณดังนี้

- 1) นำน้ำสับประรดที่ผ่านการเจือจางแล้ว ในสภาพอุณหภูมิปกติ มาหยดลงบนผิวของเครื่องวัดปริมาณน้ำตาล ปิดฝาครอบ
- 2) ส่องดูด้วยตา ให้ระดับที่เป็นสีขาว เช่น อ่านได้ที่ระดับ 10 (เท่ากับร้อยละ 10 องศาบริกซ์)
- 3) คำนวณด้วยวิธีเพียร์สัน สแควร์

กำหนดให้ : ต้องการไว้น้ำสับประรด ความหวาน 18 องศาบริกซ์ และกำหนดความหวานของน้ำตาล เป็นร้อยละ 100 หรือ 100 องศาบริกซ์



ภาพที่ 2.6 แผนภาพการคำนวณโดยวิธีเพียร์สัน สแควร์ [21]

2.5 ขนปัง

ขนมปังใช้แป้งสาลีเป็นวัตถุดิบหลัก เนื่องจากแป้งสาลีมีคุณสมบัติเฉพาะที่แป้งอื่นไม่มี คือ แป้งสาลีจะประกอบไปด้วยโปรตีนที่สำคัญ 2 ชนิด คือ ไกลอะดีน (Gliadin) และ กลูเตนิน (Glutenin) ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งเมื่อนำแป้งสาลีผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสมแล้วจะเกิดสารที่มีลักษณะหยุ่น เหนียว ยืดเป็นยาง เรียกว่า กลูเตน (Gluten) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นร่างแห สามารถกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้นระหว่างการหมักได้ ทำให้เกิดโครงสร้างที่ยืดหยุ่น และผลิตภัณฑ์ที่อบได้จะมีลักษณะเหมือนฟองน้ำ ไกลอะดีนเป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ มีความยืดมาก แต่มีสภาพยืดหยุ่นน้อย ละลายได้ในแอลกอฮอล์ ส่วนกลูเตนินเป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง มีความยืดน้อย แต่มี

สภาพยืดหยุ่นมาก ละลายได้ในกรดหรือเบส เมื่อรวมกันเป็นกลูเตนแล้วจะได้ลักษณะที่เหมาะสม มีความยืดหยุ่นพอดี [22]

2.5.1 ประเภทของขนมปัง

ขนมปังเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่ทำมาจากแป้งสาลี น้ำตาล ไขมัน เกลือ ของเหลว และสารปรุงแต่งต่างๆ โดยสามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภทได้ดังนี้ [10]

1) ขนมปังผิวแข็ง (Hard Bread) มีปริมาณน้ำตาลร้อยละ 0-2 มีรูปร่างเป็นท่อนกลมยาวหรือสั้น ลักษณะผิวและเนื้อค่อนข้างแข็ง เช่น ขนมปังฝรั่งเศส ขนมปังขาไก่ ขนมปังเวียนนา ถ้าเป็นก้อนกลมเรียกว่า "ฮาร์ดโรล" (Hard Roll)

2) ขนมปังจีด (Loaf Bread) มีปริมาณน้ำตาลร้อยละ 4-10 ไขมันร้อยละ 6-12 ผิวและเนื้อขนมปังจะนุ่มกว่าชนิดแรกมีรูปร่างเป็นกะโหลก และแบบสี่เหลี่ยม เช่น ขนมปังแซนด์วิช ขนมปังหัวกะโหลก เป็นต้น

3) ขนมปังเนื้อนุ่ม (Soft Roll) มีปริมาณน้ำตาลร้อยละ 10-15 ไขมันร้อยละ 6-12 ลักษณะเนื้อนุ่มกว่าขนมปังปอนด์ มีรสหวาน ได้แก่ ขนมปังชนิดหวานต่างๆ เช่น ซอฟต์บัน ขนมปังลูกเกด ขนมปังไส้หมูหยอง เป็นต้น

4) ขนมปังหวาน (Sweet Dough) คล้ายกับ Soft Roll ต่างกันตรงที่หวานกว่า มีน้ำตาลมากกว่าร้อยละ 16 ไขมันร้อยละ 12-24 ขนมปังหวานสูตรเดียวสามารถดัดแปลงให้เป็นรูปร่างต่างๆ มากมาย เช่น ขนมปังมะพร้าว ชินนามอนบัน ขนมปังหวานก็เป็นขนมปังชนิดหนึ่ง ที่คนไทยในปัจจุบันนิยมบริโภคเป็นจำนวนมากด้วยรสชาติที่เข้มข้นกว่าขนมปังชนิดอื่น เนื่องจากขนมปังประเภทนี้จะใช้ปริมาณน้ำตาล นม ไขมันและไข่ สูงกว่าขนมปังชนิดอื่นๆ อีกทั้งยังสามารถบรรจุไส้ต่างๆ เพื่อเป็นการเพิ่มรสชาติ ส่วนการตั้งชื่อขนมปังนั้น ส่วนใหญ่จะเรียกชื่อตามไส้ที่บรรจุ

2.5.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมปัง

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมปัง มีดังนี้ [22]

1) แป้งสาลี

แป้งสาลีเป็นแป้งที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด ไม่มีแป้งชนิดอื่นใช้แทนแป้งสาลีได้ ทั้งนี้เพราะแป้งสาลีมีโปรตีน 2 ชนิด ที่รวมกันอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสม คือ กลูเตนิน และ โกลอะดิน (Glutenin and Gliadin) ซึ่งเมื่อแป้งผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดสารชนิดหนึ่งเรียกว่า "กลูเตน" (Gluten) มีลักษณะเป็นยาง เหนียว ยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงสร้างที่เป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็นโครงสร้างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ

หน้าที่ของแป้งสาลีที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ส่วนใหญ่แล้วแป้งสาลีเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการช่วยให้เกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ และทำให้ผลิตภัณฑ์คงรูปอยู่ได้เมื่ออบเสร็จแล้ว เป็นส่วนผสมหลักที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด ถ้าปราศจากแป้งแล้วเราจะไม่สามารถทำผลิตภัณฑ์ได้เลย และเนื่องจากแป้งมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่าง ดังนั้นจึงควรเลือกแป้งสาลีที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทำ

2) น้ำ

นอกจากแป้งสาลีซึ่งเป็นส่วนผสมหลักในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่แล้ว วัตถุดิบที่สำคัญรองลงมาคือน้ำ ซึ่งถ้าปราศจากน้ำ การผลิตขนมปังหรือการทำผลิตภัณฑ์อีกหลายๆอย่างจะเกิดขึ้นไม่ได้ น้ำที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่นั้นอาจเป็นน้ำทั่วไป หรือเป็นน้ำที่อยู่ในน้ำมัน หรือน้ำผลไม้ก็ได้ คือเป็นของเหลวที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์

น้ำเป็นส่วนผสมที่จัดว่ามีราคาถูกที่สุดในการทำแป้งขนมปัง และเป็นส่วนผสมที่สำคัญมาก ขาดไม่ได้ เนื่องจากน้ำมีหน้าที่รวมตัวกับโปรตีนในแป้งเกิดเป็นกลูเตน

หน้าที่ของน้ำที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ก. ทำให้เกิดกลูเตน

ข. น้ำช่วยควบคุมความชื้นของโด เปอร์เซนต์ของน้ำที่ใช้จะแสดงให้เห็นถึงความชื้นของโด

ค. น้ำช่วยควบคุมอุณหภูมิของโด และการที่จะทำให้โดมีความอ่อนหรือเย็น สามารถควบคุมที่น้ำได้

ง. น้ำช่วยละลายเกลือและส่วนผสมอื่นที่ไม่ใช่แป้ง เช่น น้ำตาล เกลือ และ โปรตีนที่ละลายน้ำได้ให้เป็นเนื้อเดียวกัน

จ. น้ำจะทำให้สตาซ์เป็ยกและการเกิดฟองตัว ทำให้ง่าย

ฉ. ช่วยให้เอนไซม์ทำงานได้ดี

ช. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์เก็บไว้ได้นาน

ซ. ช่วยกระจายยีสต์ในการหมักโด

3) น้ำตาล

น้ำตาลเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลึก ละลายได้ดีในน้ำและมีรสหวาน จัดอยู่ในอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต น้ำตาลที่มีขายในตลาดนั้นเป็นน้ำตาลทรายขาวที่ผลิตจากอ้อย น้ำตาลนี้เป็นซูโครสที่บริสุทธิ์ร้อยละ 99

หน้าที่ของน้ำตาลที่มีต่อผลิตภัณฑ์

- ก. ให้ความหวานแก่ผลิตภัณฑ์
- ข. เป็นอาหารของยีสต์ในระหว่างการหมัก
- ค. ใช้เตรียมเป็นไอซิ่งชนิดต่างๆ สำหรับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่
- ง. ช่วยในการตีครีมและตีไข่ให้มีความคงตัวและขึ้นฟู
- จ. ช่วยให้เนื้อขนมดี
- ฉ. ช่วยเก็บความชื้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชุ่มอยู่ได้นาน
- ช. ช่วยทำให้เปลือกนอกของผลิตภัณฑ์มีสีดี
- ซ. เพิ่มคุณค่าทางอาหารแก่ผลิตภัณฑ์

4) เกลือ

เกลือที่ใช้ในการทำเบเกอรี่นั้นเป็นเกลือป่นละเอียดที่ใช้ประกอบอาหารต่างๆ ไปประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 99 ส่วนที่เหลือเป็นความชื้น คอโรไซด์และซัลเฟตอื่นๆ

หน้าที่ของเกลือที่มีต่อผลิตภัณฑ์

- ก. ทำให้อาหารมีรสดี
- ข. เน้นรสกลืนของส่วนผสมอื่นๆ เช่น ความหวานของน้ำตาลจะเด่นชัดขึ้นด้วยรสเค็มของเกลือ
- ค. ขจัดความไม่มีรสชาติในอาหารให้หมดไป
- ง. ช่วยควบคุมการทำงานของยีสต์ในโดที่หมักให้ขึ้นฟูด้วยยีสต์ และควบคุมอัตราการหมัก
- จ. ช่วยให้กลูเตนของโดมีกำลังในการยึดตัว
- ฉ. ช่วยให้เกิดสีของเปลือกนอกของผลิตภัณฑ์
- ช. ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่ต้องการในโดที่หมักด้วยยีสต์

5) ยีสต์

เป็นรากกลุ่มหนึ่งที่ดำรงชีวิตอยู่ในสภาพเซลล์เดียวเป็นส่วนใหญ่ มีการขยายพันธุ์โดยการแตกหน่อ หรือโดยการแบ่งตัวออกเป็นสองเซลล์คล้ายแบคทีเรีย มีขนาดเล็กมาก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ยีสต์นี้มีอยู่ตามธรรมชาติ เป็นตัวสำคัญที่ทำให้เกิดการหมัก และยังเป็นอาหารที่มีคุณค่าอีกด้วย เพราะเป็นแหล่งของวิตามินและเอนไซม์ที่สำคัญ ยีสต์เป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญมากสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ที่ใช้หมักด้วยยีสต์ เช่น ขนมปังชนิดต่างๆ โดนัท ซาลาเปา เป็นต้น ยีสต์เป็นตัวที่ทำให้โดหมักที่มีความหนืดเปลี่ยนเป็นเบาตัว มีความยืดหยุ่นและมีรู

อากาศ ซึ่งเมื่อนำไปอบแล้วจะเป็นอาหารที่มีคุณค่าและย่อยง่าย สำหรับการทำขนมปังนั้น ยีสต์จะทำหน้าที่ตั้งแต่เริ่มผสมนวดแป้ง จนกระทั่งนำโดที่นวดได้ไปอบ และจะหยุดทำหน้าที่เมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ หรือจากแหล่งอื่นที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ให้สุก

หน้าที่ของยีสต์ที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ก. สร้างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้โดขยายตัวและปริมาตรของโดเพิ่มขึ้น

ข. ทำให้เกิด โครงสร้างและลักษณะเนื้อของโด อันเป็นผลจากการขยายตัวของก๊าซที่ยีสต์สร้างขึ้น

ค. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสเฉพาะตัว อันเนื่องมาจากสารแอลกอฮอล์ แอลกอฮอล์ คีโตน และกรดที่ยีสต์สร้างขึ้นมาในระหว่างการหมัก

ง. ช่วยเสริมคุณค่าทางอาหารให้แก่ผลิตภัณฑ์

6) ไขมัน

ไขมันและน้ำมันประกอบด้วยกรดไขมัน (Fatty Acids) 3 โมเลกุลกับกลีเซอรอล (Glycerol) ซึ่งกรดไขมันหนึ่งชนิดหรือมากกว่าหนึ่งชนิดจะรวมตัวกับ โมเลกุลของกลีเซอรอลเพื่อให้เกิดเป็นไตรกลีเซอไรด์ กลีเซอรอลเป็นของเหลวข้นเหมือนน้ำเชื่อมไซรัปที่หนักกว่าน้ำ มีรสหวานโดยปกติแล้ว ส่วนประกอบของไตรกลีเซอไรด์ที่มีลักษณะแข็งที่อุณหภูมิห้อง เรียกว่า “ไขมัน” (Fats) และส่วนประกอบที่มีลักษณะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง เรียกว่า “น้ำมัน” (Oil) ทั้งไขมันและน้ำมันจะมีความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าน้ำ และมีคุณลักษณะเฉพาะต่างกันไป

หน้าที่ของไขมันที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ก. ให้ความอ่อนนุ่ม และให้กลิ่นรสที่ดี

ข. ช่วยในการกักเก็บก๊าซที่เกิดขึ้น โดยทำให้เกิดกลูเตนมีความแน่นจนอากาศเข้าไม่ได้ ซึ่งทำให้ปริมาตรและเปลือกนอกของขนมปังดีขึ้น

ค. ช่วยหล่อลื่นกลูเตนให้ยืดหดได้ดี โดยช่วยการขยายตัวของผนังเซลล์และจัดโครงสร้างของกลูเตน ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มปริมาตรของขนมปัง

7) นม

นมเป็นสารละลายที่มีส่วนเล็กๆของไขมัน โปรตีน น้ำตาล และแร่ธาตุปนอยู่โดยไม่แยกออกจากกันเมื่อตั้งทิ้งไว้ โดยทั่วไปแล้วนมที่นำมาใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ จัดเป็น 3 พวกด้วยกันคือ นมสด นมข้น และนมผง

หน้าที่ของนมที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ก. ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความน่ารับประทาน

ข. ช่วยรวมส่วนผสมอื่นๆเข้าด้วยกัน

ค. ช่วยละลายน้ำตาลซึ่งเป็นตัวทำให้ผลิตภัณฑ์อ่อนนุ่ม

ง. ช่วยให้แข็งเกิดเป็นโครงสร้างของผลิตภัณฑ์เมื่อรวมกับน้ำ

จ. ความชื้นของนมมันไม่ได้เป็นทั้งตัวทำให้ผลิตภัณฑ์แข็งขึ้นหรือนุ่มขึ้น แต่เมื่อรวมกับส่วนผสมอื่นๆแล้วอาจช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีทั้งความแข็งและความนุ่มทั้ง 2 อย่างได้

2.5.3 กรรมวิธีการผลิตขนมปัง

กรรมวิธีการผลิตขนมปังมีหลักการและขั้นตอนในการปฏิบัติ ดังนี้ [11]

1) การผสม

เพื่อให้ส่วนผสมทั้งหมดเข้ากันดี และเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นของโด สำหรับวิธีผสมมี 2 แบบ คือ แบบผสมครั้งเดียว และแบบผสมสองครั้ง โดยการผสมครั้งเดียวจะผสมส่วนผสมทั้งหมดรวมกันทีเดียว จนได้ลักษณะโดที่ดี ดังนั้นคำว่า “โด” จึงหมายถึงส่วนผสมแป้งกับน้ำรวมกับส่วนผสมอื่นจนเข้ากันดี มีลักษณะที่ยืดหยุ่นได้นั่นเอง และการผสมสองครั้งจะแบ่งการผสมเป็นสองครั้ง คือ ครั้งแรกจะผสมแป้งส่วนใหญ่น้ำและยีสต์ เพื่อให้เข้ากันเท่านั้น แล้วหมักทิ้งไว้เรียกส่วนนี้ว่า ส่วนสปันจ์ ซึ่งใช้เวลาหมักประมาณ 2-3 ชั่วโมง แล้วจึงทำการผสมครั้งที่สอง โดยผสมส่วนสปันจ์รวมกับแป้งที่เหลือ และส่วนผสมอื่นจนได้โดที่เรียบเนียนเช่นเดียวกับการผสมครั้งเดียว

2) การหมัก

เพื่อให้ก้อนโดเกิดการพองตัวเนื่องจากเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้น เพราะยีสต์ในส่วนผสมเกิดการเจริญเติบโต และเปลี่ยนองค์ประกอบของสารอาหารในแป้งบางส่วนข้างในเป็นก๊าซดังกล่าว มีผลให้ก้อนโดขยายตัวขึ้นเป็นสองเท่า จึงจำเป็นต้องไล่ลมหรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากโดก่อนที่ก้อนโดจะใหญ่เกินไปจนแตกเอง และการไล่ลมนี้อาจจะทำครั้งเดียวในช่วงการหมักหรือสองครั้งก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของขนมปัง

3) การตัดแบ่งก้อนโด

เพื่อให้ได้ก้อนโดที่มีขนาดเท่ากันตามลักษณะของชนิดขนมปัง เมื่อตัดแล้วต้องป้อนให้เป็นก้อนกลมอีกครั้ง เพื่อให้คลุมก๊าซอยู่ภายในได้

4) การพักโดระยะสั้น

ให้โดได้พักคลายตัว หลังจากตัดและป้อนกลม จะสามารถป้อนเป็นรูปต่างๆได้ง่ายตามความต้องการ เมื่อพักได้ประมาณ 8-12 นาทีแล้ว จึงทำการป้อนก้อนโดเพื่อนำลงพิมพ์

5) การใส่พิมพ์

เพื่อให้ขนมมีรูปร่างและขนาดเท่ากันและสุกอย่างสม่ำเสมอ โดยนำก้อนโดที่ปั้นเป็นรูปร่างแล้วใส่ลงพิมพ์ที่ทาเนยขาว เพื่อไม่ให้ขนมปังติดพิมพ์เมื่อสุก

6) การพักโดก่อนอบ

มีจุดประสงค์เพื่อให้ขนมปังได้หมักอีกจนขนมขึ้นเกือบเต็มพิมพ์

7) การอบ

เพื่อให้ขนมปังสุก มีกลิ่นรสชวนรับประทาน จะใช้อุณหภูมิอยู่ในช่วง 180-220 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับชนิดของขนมปัง

2.5.4 คุณลักษณะของขนมปัง

ลักษณะของขนมปังที่ดีควรมีลักษณะทั้งภายในและภายนอกตามหัวข้อต่อไปนี้ [10]

ลักษณะภายนอก

1) ปริมาตร

ขนมปังที่ดีจะต้องมีปริมาตรที่ดี ไม่ใหญ่เกินไป ไม่เล็กและหนัก ปริมาตรที่ถูกต้องจะได้จากโดที่มีการปรับสภาพของกลูเตนอย่างถูกต้อง ซึ่งจะให้ก๊าซได้ดีในระหว่างการอบ นอกจากนั้นยังมีการพักตัวครั้งสุดท้ายที่เหมาะสม มีอุณหภูมิในการอบและมีความชื้นที่ถูกต้องอีกด้วย ปริมาตรของขนมปังเป็นเรื่องสำคัญยิ่งในแง่ของการค้า เพราะขนมปังที่มีปริมาตรเล็กและหนักจะไม่ดึงดูดใจผู้ซื้อเท่าขนมปังที่มีขนาดใหญ่

2) รูปร่างที่เสมอกันทั้ง 2 ด้าน

รูปร่างที่เสมอกันทั้ง 2 ด้าน หมายถึงขนมปังที่อบออกมาแล้ว เมื่อนำมาตัดจะมีส่วนที่เท่ากันทั้ง 2 ข้าง ซึ่งส่วนใหญ่จะได้มาจากโดที่มีการหมัก การม้วน และการพักตัวครั้งสุดท้ายที่ถูกต้อง ถ้าจะต้องมีการตัดแต่งโดก่อนนำไปอบ ก็ต้องทำด้วยความถูกต้องและทำด้วยความระมัดระวังตลอดจนถึงการบรรจุหีบห่อหลังจากอบแล้ว จะต้องให้ความเอาใจใส่เป็นอย่างดีอีกด้วย ขนมปังที่มีรูปร่างไม่ดี อาจเกิดขึ้นได้จากการอบขนมปังในพิมพ์ที่มีขนาดเล็กกว่าน้ำหนักของโดที่ใส่ในพิมพ์ เมื่อโดเกิดการขยายตัวจากการหมัก โดจะไม่เท่ากัน ส่วนล่างจะถูกบังคับด้วยพิมพ์ที่บรรจุ เมื่อได้รับความร้อนจะให้สีเร็วกว่าส่วนบนที่ถูกขยายตัวให้พื้นขอบพิมพ์ขึ้นมา ซึ่งจะเกิดสีของเปลือกนอกอย่างช้าๆ เนื่องจากตอนบนของโดไม่มีอะไรควบคุมหลังจากอบสุกแล้วจึงทำให้ขนมปังมีรูปร่างไม่ดีและไม่สม่ำเสมอ จึงควรใช้พิมพ์ที่ได้ขนาดกับน้ำหนักของโดที่บรรจุ

3) ความเลื่อมมัน

เป็นความเลื่อมมันที่เกิดขึ้นในตัวของคนปิ้งเองโดยธรรมชาติ ลักษณะนี้ยากที่จะอธิบายเมื่อมองคนปิ้งแต่ละก้อน แต่ถ้านำมาวางเปรียบเทียบกับคนปิ้งที่ใช้เคลือบบนเปลือกนอกด้วยไขมันหรือไข จะเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ความเลื่อมมันตามธรรมชาตินั้นจะเป็นประกายเงาแสดงถึงการหมักที่ดี การใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดีและปฏิบัติตามวิธีที่ดีด้วย

4) สีของเปลือก

สีของเปลือกนอกของคนปิ้งไม่ได้เป็นผลจากการอบทั้งหมดทีเดียว แต่เกิดจากหลายสาเหตุด้วยกัน เช่น โดที่หมักไม่ได้ที่ สีของเปลือกนอกเมื่อนำเข้าอบจะมีสีน้ำตาลแดง และมีรอยสีเขียวตรงรอยแยก และโดที่หมักนานเกินไปจะทำให้สีที่ไม่ดี นอกจากนั้นอุณหภูมิที่ใช้ในการอบที่ต่ำหรือสูงเกินกว่าอุณหภูมิปกติ หรือความชื้นที่ไม่เพียงพอในการหมักครั้งสุดท้ายก็จะทำให้สีของเปลือกนอกของคนปิ้งไม่ดีได้เช่นกัน แม้ว่าจะทำขนมปิ้งได้ดีเพียงใดก็ตาม

5) การอบที่สม่ำเสมอ

ลักษณะที่อบได้สม่ำเสมอนั้นเกิดขึ้นจากการอบผลิตภัณฑ์ในตู้อบมากเกินไป เช่น วางพิมพ์หรือถาดชิดกันเกินไป ทำให้ความร้อนจากตู้อบกระจายไม่ทั่วถึงทุกด้านของพิมพ์ เป็นผลให้ด้านที่ไม่ได้รับความร้อนเพียงพอ ไม่เกิดสีที่ดี ทำให้ลักษณะของคนปิ้งไม่สม่ำเสมอ หรืออบไม่ทั่วถึงกันทั้งก้อน

6) การแตกของก้อนขนมปิ้งเมื่ออบ

ลักษณะเช่นนี้เป็นผลจากการขยายตัวภายในของก้อนโดในระหว่างการอบถ้าโดหมักได้ดี มีการพักตัวและมีสภาพการอบที่ถูกต้องแล้ว รอยแตกจะสม่ำเสมอและเรียบ ทั้งนี้เนื่องจากกลูเตนอยู่ในสภาพที่มีความยืดหยุ่นที่ดีพอที่จะให้ก๊าซขยายตัวและความคงตัวพอที่จะเก็บก๊าซไว้ได้ ความชื้นในโดหมักและในตู้อบจะช่วยป้องกันผิวนอกของโดไม่ให้แห้ง ซึ่งเมื่อเกิดการขยายตัว รอยแตกที่ได้จากการอบก็จะเรียบด้วยเช่นกัน อีกสาเหตุหนึ่งก็คือ การม้วนโดและการพักโดครั้งสุดท้ายก่อนการอบก็จะช่วยให้การแตกเป็นไปอย่างเรียบเนียนเช่นกัน

ลักษณะภายใน

1) สี

สีของเนื้อขนมปิ้งขึ้นอยู่กับชนิดของแป้งที่นำมาใช้ การหมักและการนวดที่ถูกต้อง การใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพดีและอยู่ในสมดุล มีการพักโดและการอบที่ถูกต้อง จะทำให้เนื้อขนมปิ้งเป็นเงา ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของเซลล์ก๊าซอีกด้วย ถ้าตัดก้อนขนมปิ้งจากหลายๆแห่ง จะสังเกตเห็นว่าในขนมปิ้งที่ตัดมาแต่ละแห่งจะมีขนาดของเซลล์ที่แตกต่างกัน ก้อนขนมปิ้งที่มีเซลล์เล็กจะให้แสง

สะท้อนที่ดี และถ้าเป็นเซลล์ที่ตื่นจะสะท้อนแสงได้สูงสุด และเซลล์ที่ลึกลับจะดูดแสงไว้ ทำให้ความเป็นเงาของขนมปังไม่ดี ความบอบบางของผนังเซลล์ก็เป็นสิ่งสำคัญ เพราะจะทำให้การสะท้อนแสงสูงสุดของแสงที่หักเหออกจากเซลล์ ความกระจ่ายของสีนั้นเกี่ยวกับการสะท้อนและการหักเหของแสง แสงที่ดูดซึมจะลดความกระจ่ายของสีลง ซึ่งเป็นผลจากความไม่ระมัดระวังในการนวดและผู้ปฏิบัติมีฝีมือไม่ดี

2) โครงร่าง

โครงร่าง หมายถึงขนาดรูปร่างของเซลล์ที่เป็นก้อนขนมปัง โครงร่างจะต้องเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของขนมปัง โครงร่างของเซลล์เนื้อในขนมปังจะต้องกลมเล็กสม่ำเสมอและกระจายกันอยู่อย่างทั่วถึง ดังนั้นวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี การหมักที่เหมาะสม การปฏิบัติที่ถูกต้องและการพักตัวที่ดี สำคัญสำหรับโครงร่างของโคเช่นกัน นอกจากนั้นปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในโคก็มีความสำคัญอีกด้วย เพราะถ้ามีน้ำมากเกินไป โครงร่างจะเปิด ทำให้รูปร่างใหญ่และความกระจ่ายของสีจะลดลง

3) ความมันเงาและเนื้อสัมผัส

ถ้าตัดผิวหน้าของขนมปังที่มีลักษณะที่ดีโดยที่ให้อายุพักอยู่ในระดับตา และอยู่ในที่ๆ มีแสงสว่าง จะสังเกตเห็นว่าผิวหน้าที่ถูกตัดจะสะท้อนแสงกลับ ซึ่งดูเป็นประกายและระยิบระยับมากมาย เรียกว่าเนื้อขนมปังนั้นมีความมันเงา เป็นผลจากการใช้วัตถุดิบในการทำที่มีคุณภาพดี มีการหมักที่ควบคุมดีและมีการนวดที่ถูกต้อง สำหรับลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีของขนมปังนั้น จะบอกได้จากการลากนิ้วมือผ่านเบาๆ ไปบนผิวหน้าของขนมปังที่ถูกต้อง ความรู้สึกจะบอกได้ว่า เนื้อขนมปังนั้นมีความอ่อนนุ่มคล้ายโยโย่ และยังคงมีความคงตัว จัดว่าเป็นเนื้อสัมผัสที่ดี แต่ถ้าแต่ละลงไปแล้วจะมีความรู้สึกนุ่มมาก เหมือนสำลี แสดงว่าเกิดจากโคที่แก่หรือพักตัวครั้งสุดท้ายนานเกินไป สำหรับผู้ที่มีความชำนาญจะบอกได้อย่างรวดเร็วถึงลักษณะต่างๆเหล่านี้จากการสัมผัส

4) รสและกลิ่น

ทั้งรสและกลิ่นเป็นปัจจัยสำคัญในการทำขนมปัง เพราะจะมีผลต่อการบริโภค ส่วนใหญ่ความสำคัญจะมาจากวัตถุดิบที่มีคุณภาพดี ผลจากการหมักรวมกับเกลือและสารที่ให้อายุอื่นๆ ที่เติมเข้าไปเช่น ถ้าหมักนานเกินไปจะมีกลิ่นแรงของยีสต์และมีรสเปรี้ยวเกิดจากกรดที่เกิดขึ้นจากการหมักได้นานเกินไป เป็นต้น ถ้าหมักได้ที่จะได้กลิ่นของขนมปังที่ดี

5) เนื้อขนมปังเรียบและมีความยืดหยุ่นดี

ถ้าใช้นิ้วหัวแม่มือกดลงไปบนเนื้อในของขนมปังเบาๆ แล้วรู้สึกว่ามีจุดแข็งๆ หรือชิ้นแข็งๆ อยู่ในเนื้อขนมปัง แสดงว่าเนื้อขนมปังนั้นไม่เรียบ ถ้าส่องชิ้นขนมปังดังกล่าวกับแสงไฟจะเห็น

จุดแข็งหรือขึ้นแข็งๆ นี้ชัดเจน เนื้อนมปิ้งที่ดีควรเรียบเนียน ปราศจากจุดแข็งหรือขึ้นแข็งๆ ในเนื้อสัมผัส สำหรับเนื้อนมปิ้งที่มีความยืดหยุ่นดี ควรจะกลับคืนสู่สภาพเดิมเมื่อใช้นิ้วหัวแม่มือกดลงไปบนเนื้อนมปิ้งนั้นและไม่ทิ้งรอยนิ้วไว้ หรือเมื่อกดบนก้อนนมปิ้งก็ควรจะคืนสู่สภาพเดิมเมื่อยกมือขึ้นจากการกด ความยืดหยุ่นนี้เป็นเครื่องวัดกำลังต้านทานการดึงของเนื้อนมปิ้ง

6) ความชุ่มชื้น

ปริมาณของน้ำไม่ได้เกี่ยวข้องกับความชื้นในนมปิ้งอย่างเดียว แต่การหมักการกระทำของเกลือและไขมันที่เติมลงไป การอบและสภาพการเก็บก็เป็นเรื่องสำคัญอีกด้วย นมปิ้งที่ทำอย่างดีจากโดที่ผ่านกระบวนการที่ยาวนาน โดยทั่วไปจะชื้นกว่าและเก็บความชื้นได้นานกว่านมปิ้งที่ทำโดยใช้เวลาสั้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดอย่างรวดเร็วในส่วนผสมที่ไม่ละลายของโด

ลักษณะเหล่านี้เป็นสิ่งที่บ่งถึงคุณลักษณะที่ดีของนมปิ้ง ส่วนปัจจัยหลักที่ทำให้นมปิ้งมีลักษณะดีนั้น เป็นผลจากปัจจัยดังนี้ [10]

- 1) การเลือกใช้วัตถุดิบที่ดีมีคุณภาพ
- 2) คนทำนมปิ้งมีความชำนาญและประสบการณ์
- 3) ปฏิบัติตามขั้นตอนและวิธีทำการทำที่ถูกต้อง
- 4) มีการดูแลและควบคุมอย่างใกล้ชิดในทุกๆ ขั้นตอนที่ทำ

2.5.5 การเสื่อมเสียของนมปิ้ง [11]

1) การเสื่อมเสียจากเชื้อรา

ลักษณะที่เห็นได้ชัดเจนคือ เห็นมีเชื้อราอยู่บนนมปิ้ง โดยเชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ ถ้าหากสุขลักษณะในการผลิตนมปิ้งและการเก็บรักษาไม่ดีพอ โดยเชื้อราสามารถเจริญได้ในที่มีความชื้นต่ำกว่าพวกแบคทีเรียและยีสต์ สามารถเจริญเติบโตได้ แต่เชื้อราจะไม่สามารถเจริญได้ในสภาพที่มีความเป็นกรด

นมปิ้งมีลักษณะที่เชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ดี เมื่อใดก็ตามที่นมปิ้งสัมผัสกับบรรยากาศและถ้าหากความชื้นภายในบรรยากาศมีสูง เชื้อราก็จะเจริญเติบโตเร็วยิ่งขึ้น แต่ถ้าหากความชื้นภายในบรรยากาศต่ำ เชื้อราก็จะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ แต่สปอร์ก็อาจจะเกาะอยู่บนผิวก้อนของนมปิ้ง ดังนั้นนมปิ้งที่เก็บรักษาในสภาพที่แห้งและสะอาดก็จะสามารถป้องกันการเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อราได้

2) การเสื่อมเสียจากแบคทีเรีย

การเน่าเสียจะเห็นได้ชัดคือภายในเนื้อของนมปิ้งจะมีลักษณะเหนียว และสีจะเปลี่ยนไปจากเดิม นอกจากนั้นกลิ่นยังมีลักษณะคล้ายกับสับประรดเน่า การเน่าเสียดังกล่าวเกิดขึ้น

เนื่องจากขนมปังมีเชื้อแบคทีเรียปะปนอยู่ และสปอร์ของเชื้อแบคทีเรียที่สามารถทนต่อความร้อนในเตาอบได้ ดังนั้นเชื้อแบคทีเรียจะเจริญเติบโตภายในขนมปังและจะทำลายสารพวกโปรตีนและสตาร์ชภายในขนมปัง ทำให้เนื้อของขนมปังเปลี่ยนสีและมีกลิ่นเน่า ระยะเวลาหลังจากขนมปังออกจากเตาอบจนเกิดการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวประมาณ 12-36 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของสปอร์ของเชื้อแบคทีเรียที่ปะปนอยู่

ลักษณะทางกายภาพ ที่แสดงให้เห็นว่าขนมปังนั้นเกิดการเน่าเสียมีลักษณะดังนี้

- ก. มีกลิ่นและรสผิดปกติคล้ายๆ กับสับปะรดที่สุกเกิน
- ข. เนื้อภายในขนมปังจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล หรือสีดำ
- ค. เนื้อภายในขนมปังจะมีลักษณะเหนียว
- ง. สีของเปลือกนอกของขนมปังจะมีสีแดง

3) การแห้งของขนมปัง

ขนมปังจะมีคุณภาพที่ดีที่สุดหลังจากที่นำออกจากเตาอบประมาณ 2-3 ชั่วโมง ซึ่งมีลักษณะสดและนุ่ม แต่เป็นไปได้ที่ทุกคนจะซื้อขนมปังใหม่ๆ ได้้นอกจากผู้ที่อยู่ใกล้กับร้านหรือโรงผลิตขนมปังเท่านั้น ดังนั้นผู้บริโภคขนมปังส่วนใหญ่จะต้องซื้อขนมปังที่มีอายุมากกว่า 1 วัน ดังนั้นสาเหตุที่ทำให้ขนมปังด้อยคุณภาพลงจึงมาจากการแห้งของขนมปัง

วิธีการทดสอบว่าขนมปังแห้งหรือไม่นั้นทำได้ง่าย โดยการหั่นขนมปังออกแล้วใช้นิ้วหัวแม่มือกดเบาๆ ถ้าหากขนมปังนุ่มแสดงว่า ขนมปังไม่แห้ง และถ้าหากกดลงไปได้เล็กน้อยแสดงว่าขนมปังแห้ง ส่วนการใช้เครื่องมือต่างๆ ทดสอบการแห้งของขนมปังนั้น ไม่ค่อยได้ใช้กัน แต่การค้นคว้าทดลองเกี่ยวกับการป้องกันการแห้งนั้นมียุ่อยู่มากมาย สำหรับสาเหตุที่ทำให้ขนมปังแห้งมีอยู่ 2 ประการคือ

ก. การสูญเสียความชื้น

โดยทั่วไปแล้วขนมปังที่อยู่ในสภาพดีนั้น จะมีความชื้นอย่างต่ำร้อยละ 30 แต่ขนมปังออกจากโรงงานจะมีความชื้นประมาณร้อยละ 40-45 ขนมปังสามารถจะดูดซึมน้ำในบรรยากาศได้ ถ้าหากบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์เกินร้อยละ 70 และขนมปังจะสูญเสียความชื้นได้ถ้าหากบรรยากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าร้อยละ 70 ดังนั้นขนมปังมีโอกาสที่จะสูญเสียความชื้นไปมากกว่า ผิดกับคุกกี้ซึ่งมีความชื้นประมาณร้อยละ 2-3 ซึ่งมีโอกาสที่จะดูดความชื้นในบรรยากาศได้มาก ขนมปังที่มีความชื้นสูงในตอนแรกโดยเฉพาะในเนื้อขนมปังนั้น สามารถจะเก็บได้หลายวัน แต่ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าความชื้นในก้อนขนมปังนั้นสูงเพราะถ้าหากเป็นเช่นนี้แล้วจะเกิดการเน่าเสียเร็วขึ้น โดยเฉพาะเกิดจากเชื้อรา

การป้องกันหรือยืดอายุของการแห้งนั้นมียุทธวิธีประกอบต่างๆดังต่อไปนี้

- ควรใส่น้ำให้มากที่สุดในขณะที่ทำการผสมแป้ง และควรใช้แป้งชนิดโปรตีนสูง ทั้งนี้เพื่อให้การดูดซับน้ำดำเนินไปด้วยดี แต่การใส่น้ำจะต้องระวังไม่ควรจะให้มากเกินไปเพราะจะทำให้โดเหนียว แต่ถ้าโดเหนียวก็สามารถแก้ไขได้ เช่น ใช้ลมเป่าที่โดในขณะที่การม้วนโดเพื่อให้ผิวนอกของโดแห้งเล็กน้อย ใช้สารเคมีบางอย่างเช่น ฟลูออรีน โดยใส่สารนี้ลงบนลูกกลิ้ง ซึ่งรีดโดให้เป็นแผ่นบางๆ ดังนั้นการเพิ่มน้ำ นับเป็นสิ่งที่จำเป็น โดยเฉพาะการผสมโดยใช้เครื่องผสม ซึ่งการผสมเป็นไปอย่างทั่วถึง ทำให้อนุภาคของโดดีขึ้น

- ระยะเวลาในการอบควรจะสั้น ทั้งนี้เพื่อให้แป้งภายในก้อนขนมปังเกิดการสุก และทำให้ได้ผิวของขนมปังบางๆ พยายามรักษาความชื้นภายในเตาอบให้สูงเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นภายในขนมปัง โดยปกติแล้วเวลาที่ใช้ในการอบขนมปังประมาณ 24 นาที

- การทำให้ขนมปังเย็นอย่างถูกต้อง ขนมปังที่ออกจากเตาอบใหม่ๆ จะมีอุณหภูมิสูง เมื่อกระทบกับอากาศที่เย็นกว่า ไอน้ำในขนมปังจะระเหยออกสู่บรรยากาศ การสูญเสียความชื้นจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศในขณะนั้น ถ้าความชื้นสัมพัทธ์สูง การสูญเสียความชื้นก็จะน้อย แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำการสูญเสียก็จะมาก ดังนั้นเพื่อความสะอาด ควรจะมีห้องพิเศษสำหรับทำให้ขนมปังเย็น โดยการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องนั้นให้ดีกว่า ควรจะให้อากาศภายในห้องนั้นมีการหมุนเวียนอยู่เสมอ ปกติแล้วห้องที่ทำให้ขนมปังเย็นจะมีอุณหภูมิประมาณ 70 องศาฟาเรนไฮต์ และมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 80

ข. การแห้งเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมี

ในปัจจุบันยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัด แต่เชื่อกันว่าการแห้งของขนมปังเกิดจากการเปลี่ยนแปลงภายในขนมปังอย่างช้าๆ โดยเฉพาะส่วนประกอบของแป้ง โดยในระหว่างการอบ แป้งทั้งหมดจะเกิดเป็นเจลและคุณสมบัติของเจลจะไม่เปลี่ยนแปลงถ้าหากเก็บรักษาขนมปังที่อุณหภูมิสูงกว่า 131 องศาฟาเรนไฮต์ (55 องศาเซลเซียส) แต่ถ้าหากเก็บขนมปังต่ำกว่าอุณหภูมิดังกล่าว เจลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติโดยจะแข็งขึ้น เมื่อเจลแข็งขึ้นจะขับน้ำตาลออกจากเจล กระบวนการนี้จะเปลี่ยนไปรวดเร็วขึ้นถ้าหากอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิดังกล่าวมากๆ นอกเสียจากว่าหลังจากขนมปังออกจากเตาแล้วนำไปทำให้เย็นอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิต่ำกว่า 23 องศาฟาเรนไฮต์ (-5 องศาเซลเซียส) การเปลี่ยนแปลงนี้จะมีน้อยมาก หากนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสอีกครั้งหนึ่ง

ในการหมักแป้งหรือผสมโดไม่ถูกต้อง และการหมักที่เร็วหรือนานเกินไปก็จะมีผลให้เกิดการแห้งมากขึ้น การแห้งเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีสามารถป้องกันได้โดยใช้สารเคมี

บางอย่างเพื่อชะลอการแห้งที่จะเกิดขึ้นกับขนมปัง โดยใช้กลีเซอริน โมโนสเตียเรต (GMS) หรือสเตียริลทาเทรตประมาณ 100 กรัม ต่อแป้ง 100 กิโลกรัม เป็นต้น

2.5.6 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมปังปอนด์ มพช.747/2548 [23]

1) ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมขนมปังปอนด์ที่หั่นเป็นชิ้นหรือไม่ก็ได้ บรรจุในภาชนะบรรจุ ไม่ครอบคลุมถึงขนมปังใส่ไส้ที่ได้ประกาศเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแล้ว

2) บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

ขนมปังปอนด์ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งสาลีหรือแป้งสาลีผสมแป้งชนิดอื่น ยีสต์ น้ำตาล กลูโคส น้ำ ไขมัน อาจมีส่วนประกอบอื่น เช่น นม น้ำผัก น้ำธัญพืช วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส นวดผสมให้เข้ากัน นำไปขึ้นรูป ใส่น้ำมันพิมพ์ หมักจนได้ที่ แล้วนำไปอบจนสุก อาจตกแต่งหน้าด้วยธัญพืช สมุนไพร เรียกชื่อตามลักษณะของพิมพ์ที่ใช้ เช่น ขนมปังกะโหลก ขนมปังนม ขนมปังแซนด์วิช

3) คุณลักษณะที่ต้องการ

ก. ลักษณะทั่วไป

ต้องมีรูปทรงที่ดีตามลักษณะของขนมปังปอนด์

ข. สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของขนมปังปอนด์ ไม่ไหม้เกรียม

ค. กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของขนมปังปอนด์ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน รสขม

ง. ลักษณะเนื้อสัมผัส

ต้องเหนียวนุ่ม ยืดหยุ่น ไม่แห้งหรือแข็งกระด้าง เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามการทดสอบแล้วต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

มพช.747/2548

จ. สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

ฉ. วัตถุเจือปนอาหาร

หากมีการใช้สีและวัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

ช. จุลินทรีย์

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- บาคิลลัส ซีเรียส ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4) สุขลักษณะ

สุขลักษณะในการทำขนมปังปอนด์ ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามข้อกำหนด

5) การบรรจุ

ก. ให้บรรจุขนมปังปอนด์ในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

ข. น้ำหนักสุทธิหรือจำนวนชิ้นของขนมปังปอนด์ในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6) เครื่องหมายและฉลาก

ที่ภาชนะบรรจุขนมปังปอนด์ทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

ก. ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ขนมปังปอนด์ ขนมปังกะโหลก ขนมปังนม ขนมปังแซนดวิช

ข. ส่วนประกอบที่สำคัญ

ค. ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

ง. น้ำหนักสุทธิหรือจำนวนชิ้น

จ. วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

ฉ. ข้อเสนอแนะในการเก็บรักษา

ช. ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น มพช.747/2548

จากการศึกษาเอกสารและทฤษฎีเรื่องขนมปัง ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการนำวัตถุดิบอื่นมาทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปัง เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการดำเนินงานวิจัย ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการนำวัตถุดิบอื่นมาทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปัง

ผู้วิจัย	วัตถุดิบอื่นที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปัง
ภานุมาศ รุ่งเรืองอารี (2541) [24]	โปรตีนถั่วเหลืองสกัดร้อยละ 5 ร่วมกับโปรตีนจากแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 10
ลดาวัลย์ เจริญรัตนศรีสุข (2547) [25]	ถั่วแดงผงร้อยละ 3.55 กากถั่วเหลืองผงร้อยละ 7.1 ไข่แดงผงร้อยละ 3.55 และงาขาวร้อยละ 3.55
Shogren และCarriere (2003) [26]	แป้งถั่วเหลืองร้อยละ 30
Ryan, K.J. (2002) [27]	แป้งถั่วเหลืองร้อยละ 12
อุไรวรรณ สุขขะ (2446) [28]	ใบเตยอบแห้งร้อยละ 5
Shfali และSudesh (2002) [29]	แป้งข้าวบาร์เลย์ร้อยละ 15 และแป้งถั่วเหลืองร้อยละ 10
Elin และPaul (2004) [30]	แป้งถั่วคาวพี (Cowpea) ร้อยละ 20
วิญญู ผิวนิม (2550) [31]	กากถั่วเหลืองหรือโอคาราร้อยละ 20
สิรินาถ คัญทเกษม (2551) [12]	แป้งข้าวกล้องร้อยละ 15
พรวิมล ปั้นหยง (2544) [9]	แป้งข้าวหอมมะลิร้อยละ 30
อรรณพ แสงฉาย กัญศิญา กาวีระ และ กฤษยา ถิ่นรุ่งเรืองรัตน์ (2553) [32]	ใบมะรุผงร้อยละ 2.5
โสธรา วัลภา, กุลรภัส วชิรศิริ, คำรงค์ชัย สิทธิสาอางค์ และ ฐิติชญา สุวรรณทัฬ (2553) [33]	ใยอาหารจากเปลือกทุเรียนร้อยละ 10

2.6 ถั่วขาว

ถั่วขาวเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีต้นกำเนิดในพื้นที่สูง ในแถบประเทศเม็กซิโก ถั่วเตมาลา เป็นพืชที่ต้องการอยู่ในอากาศหนาวเย็นในช่วงที่มันจะเจริญเติบโต ส่วนในประเทศไทยนั้นก็มีการลองปลูก ถั่วขาวบนพื้นที่สูงเช่นเดียวกันพบว่าสามารถเพาะปลูกได้ดี แต่มีการเพาะปลูกไม่แพร่หลายนัก เนื่องจากประเทศไทยมีถั่วเหลืองที่มีประโยชน์ใกล้เคียงกับถั่วขาวและเพาะปลูกเป็นจำนวนมาก



ภาพที่ 2.7 ถั่วขาว

ถั่วขาวมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Phaseolus Vulgaris* ชื่ออื่น ประตักขาว (จันทบุรี) โปรง โปรง (มลายู-ใต้) ปรี (มลายู-สตูล) ลูย (เพชรบุรี) ในต่างประเทศเรียกว่า Navy Bean มีชื่อเดิมว่า ถั่วแฮลิกอต ถั่วขาว เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงกลาง สูงประมาณ 8-15 เซนติเมตร บริเวณโคนต้นพองขยายออก เรือนยอดแน่นทึบเหมือนรูปปิรามิด เปลือกสีเทาหรือสีน้ำตาล เรียบถึงหยาบเล็กน้อย ตามลำต้นมีช่องอากาศ กิ่งอ่อนสีเขียว มีรากหายใจรูปคล้ายเข่า เนื้อผิวดิน ใบเป็นใบเดี่ยว การเรียงของใบเรียงตรงข้ามสลับทิศทาง แผ่นใบรูปรี ปลายใบแหลม ฐานใบรูปกลม ผิวใบด้านบนสีเขียวเข้ม ท้องใบสีจางกว่า และเกลี้ยงทั้งสองด้าน ดอกออกเป็นช่อกระจุกที่ง่ามใบ ช่อละ 3 ดอก ก้านช่อดอกยาว 0.6-0.9 เซนติเมตร ดอกยาว 1-1.4 เซนติเมตร มีสีเขียวอ่อนก้านดอกย่อยยาว 0.1-0.5 เซนติเมตร วงกลีบเลี้ยงเป็นรูปประฆัง โคนกลีบติดกันเป็นหลอด ผลเป็นผลแบบงอกตั้งแต่ยังอยู่บนต้น ผลสีเขียวขนาดประมาณ 1-1.4 เซนติเมตร กลีบเลี้ยงหุ้มผลเป็นรูปดาว กลีบโค้งกลับ ลำต้นใต้ใบเลี้ยง หรือ ฝัก รูปทรงกระบอกเรียว เมื่อยังอ่อนสีเขียว และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมเขียวเมื่อแก่ออกดอกและผลเกือบตลอดทั้งปี ลักษณะเด่น คือหนึ่งช่อจะมีดอกเพียง 3 ดอกเท่านั้น ผลจะมีกลีบเลี้ยงงอขึ้น

การเจริญเติบโตขึ้นในที่ดินเลนดินเหนียวและแข็งตามริมชายฝั่งหรือ พื้นที่ที่ถูกเปิด โลงซึ่งไม่เหมาะสมกับพันธุ์ไม้ชนิดอื่น [34]

ตารางที่ 2.4 คุณค่าทางโภชนาการของถั่วขาวใน 100 กรัม [35]

พลังงาน	359	กิโลแคลอรี
เส้นใยอาหาร	3.1	กรัม
ไนอะซิน (Niacin)	2.7	มิลลิกรัม
น้ำ	11.2	กรัม
เหล็ก	6.8	มิลลิกรัม
วิตามินบี 1 (Thiamin)	0.35	มิลลิกรัม
ไขมัน	2.8	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	61.1	กรัม
วิตามินบี 2 (Riboflavin)	0.42	มิลลิกรัม
โฟเลต (Folate)		
แมงกานีส		

2.6.1 ประโยชน์และคุณสมบัติของถั่วขาว

ถั่วขาวนั้นได้นำมาแปรรูปทางด้านอุตสาหกรรมและอาหารพร้อมบริโภคต่างๆ หลากหลาย เช่น ถั่วขาวในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกาแฟและโกโก้ชนิดผง ชูปริมถั่วขาว ถั่วขาวผสมคอลลาเจน ถั่วขาวในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง เป็นต้น นอกจากนี้ที่สำคัญที่สุดในปัจจุบันมีการสกัดสารสำคัญของถั่วขาวที่ชื่อว่า ฟาซีโอลามิน (Phaseolamin) มีคุณสมบัติทำให้เอนไซม์อะไมเลสเป็นกลาง ดังนั้นแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตที่เรารับบริโภคเข้าไปนั้นจึงไม่สามารถเปลี่ยนจากแป้งกลายเป็นน้ำตาลได้ถึงร้อยละ 66 หากได้รับสารสกัดจากถั่วขาวเข้าไปในปริมาณ 500 มิลลิกรัมต่อวัน [13] ร่างกายจะได้รับพลังงานจากแป้งลดน้อยลงอยู่ในระดับที่น่าพอใจ ซึ่งมีผลทำให้การสะสมของไขมันในร่างกายที่เกิดจากน้ำตาลในแป้งลดน้อยลง เมื่อร่างกายได้รับพลังงานไม่เพียงพอต่อความต้องการในแต่ละวัน ดังนั้นร่างกายก็จะเผาผลาญไขมันเก่าที่สะสมออกมาใช้มากยิ่งขึ้น รวมไปถึงยังลดระดับไตรกรีเซอไรด์ในร่างกายด้วยจึงทำให้น้ำหนักลดลง

จากประโยชน์และคุณสมบัติของถั่วขาวที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเอกสาร และทฤษฎีเรื่องถั่วขาว และได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของถั่วขาว เพื่อนำมาเป็นพื้นฐานสำหรับการดำเนินงานวิจัยในประเด็นที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

มีการศึกษาประโยชน์และคุณสมบัติของถั่วขาว โดยเบอร์นาร์ดี กีบ และแอลลิ (1998) [36] ทำการศึกษาลักษณะของการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสจากถั่วขาว การเตรียมสารสกัดจากถั่วขาวสามารถแสดงการทำงานของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสได้ คาร์โบไฮเดรตไม่สามารถเข้าไปสร้างพันธะหรือลดการจับกันของโปรตีนได้ ลักษณะทางกายภาพของตัวยับยั้งเอนไซม์พร้อมที่จะแตกตัวเมื่อเจอกับเอนไซม์ Plasma Protease, Pronase หรือ Thermolysin อย่างไรก็ตามสามารถทนกับเอนไซม์เปปซินได้ คลอไรด์ไอออนถูกพบว่ามีความสำคัญในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส ยังมีงานวิจัยของโชคชิ (2007) [37] และ Vortex Health และ Beauty Ltd. (2551) [38] ที่ทำการประเมินประสิทธิภาพสารสกัดจากถั่วขาวในระบบย่อยอาหารของหนูแสดงได้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การทดลองประสิทธิภาพสารสกัดจากถั่วขาว

ผู้วิจัย	เวลาศึกษา	สถานที่	จำนวนสิ่งทดลอง	ผลการทดลอง
โชคชิ (2007) [37]	28 วัน	-	หนู 10 ตัว	รับสารสกัดจากถั่วขาวทางปากที่ปริมาณ 0, 625, 1250 และ 2500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (7 วัน/สัปดาห์) เป็นเวลา 31 วัน สำหรับเพศชาย และ 32 วัน สำหรับเพศหญิง พบว่าที่ปริมาณสารสกัดจากถั่วขาว 2500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม/วัน เป็นเวลา 28 วัน ซึ่งเป็นระดับที่ลงความเห็นว่า เป็นพิษ โดยรับทางปาก และมีผลกับทุกเพศ
Vortex Health และ Beauty Ltd. (2551) [38]	มีนาคม 2001	-	-	การทำงานของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสลดลงถึงร้อยละ 50-75

ตารางที่ 2.5 การทดลองประสิทธิภาพสารสกัดจากถั่วขาว (ต่อ)

ผู้วิจัย	เวลาศึกษา	สถานที่	จำนวนสิ่งทดลอง	ผลการทดลอง
Vortex Health และ Beauty Ltd. (2551) [38]	กันยายน 2001	ประเทศอิตาลี	อาสาสมัคร 60 คน	ทานสารสกัดจากถั่วขาวจำนวน 500 มิลลิกรัม ก่อนรับประทานอาหารเป็นเวลา 30 วัน พบว่าน้ำหนักของอาสาสมัครลดลง 2.93 กิโลกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 3.9 ของน้ำหนักตัว หรือคิดเป็นร้อยละ 10.45 ของน้ำหนักไขมัน เมื่อคิดเป็นค่าเฉลี่ยคือ 0.34 กิโลกรัม
	พฤศจิกายน 2001	ประเทศนอร์เวย์	อาสาสมัคร 40 คน	ทานสารสกัดจากถั่วขาวก่อนรับประทานอาหารเป็นเวลา 120 วัน พบว่าน้ำหนักของอาสาสมัครลดลง 3.5 กิโลกรัม และเมื่อวัดขนาดร่างกาย พบว่าน้ำหนักลดลงได้ถึงร้อยละ 85 และไขมันลดลงอีกด้วย
Vortex Health และ Beauty Ltd. (2551) [38]	พฤศจิกายน 2001	ประเทศสหรัฐอเมริกา	อาสาสมัคร 60 คน	ทานสารสกัดจากถั่วขาวจำนวน 1500 มิลลิกรัม ก่อนรับประทานอาหารและวัดค่ากลูโคสในกระแสเลือดก่อนและหลังรับประทานอาหาร 150 นาที เป็นเวลา 30 วัน พบว่าปริมาณกลูโคสในกระแสเลือดหลังรับประทานอาหารมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 57
	ธันวาคม 2002	ประเทศสหรัฐอเมริกา	อาสาสมัคร จำนวน 60 คน	น้ำหนักของอาสาสมัครลดลง 3.8 กิโลกรัม และเอวของอาสาสมัครลดลง 1.5 นิ้ว และกลุ่มอาสาสมัครกลุ่มนี้ให้ผลดีกว่ากลุ่มอาสาสมัครของประเทศอิตาลีถึงร้อยละ 43

2.6.2 ผลิตภัณฑ์จากถั่วขาว

จากประโยชน์ของถั่วขาวนั้นได้นำมาแปรรูปทางด้านอุตสาหกรรมอาหารและอาหารเสริมพร้อมบริโภคต่างๆหลากหลาย ดังนี้

1) ทางด้านอาหาร ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มกาแฟและโกโก้ผสมสารสกัดจากถั่วขาว นมธัญพืช เช่น ถั่วขาวในซอสมะเขือเทศกระป๋องตราอะซิม, เนสท์เล่ช็อกโกแลต, เนสกาแฟโปรสลิม ตราฟิตเน่, นมตราหมี โกลด์ ไวท์คิดนี่บีนส์, คอฟฟี่ริชชี สลิมคัพ มายด์ คอฟฟี่ สลิม เป็นต้น



ภาพที่ 2.8 ผลิตภัณฑ์จากถั่วขาวทางด้านอาหาร

- (1) ถั่วขาวในซอสมะเขือเทศกระป๋องตราอะซิม [39]
- (2) เนสท์เล่ช็อกโกแลต [40]
- (3) เนสกาแฟโปรสลิม ตราฟิตเน่ [41]
- (4) นมตราหมี โกลด์ ไวท์คิดนี่บีนส์ [42]

2) ทางด้านอาหารเสริม ได้แก่ อาหารเสริมชนิดเม็ด และชนิดผง เช่น นิวทริไลท์ แคลโลว์ ดี-คาร์โบ พลัส สลิมพลัส Phase2 เป็นต้น



ภาพที่ 2.9 ผลิตรภัณฑ์จากถั่วขาวทางด้านอาหารเสริม

(1) นิวทริไลท์ แคลโลว์ [43] (2) ดี-คาร์โบ พลัส สลิมพลัส [44]

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาข้อมูล เอกสารและทฤษฎี ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการออกแบบการทดลอง เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

อุตสาหกรรมอาหารมีการแข่งขันกันสูงมากและมีการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ประกอบกับความต้องการของผู้บริโภคที่เพิ่มขึ้นตลอดเวลา ส่งผลให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้องจัดการและสนองความต้องการของผู้บริโภคอย่างรวดเร็ว [1] ดังนั้น งานพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงต้องมีการใช้เทคนิคที่เพิ่มประสิทธิภาพ ซึ่งสิ่งท้าทายในอุตสาหกรรมอาหารคือ การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด [4] เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพหรือ Quality Function Deployment (QFD) เป็นระบบช่วยออกแบบ วางแผน และพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือการบริการที่เน้นการตอบสนองความต้องการของลูกค้า เทคนิคนี้จะช่วยแปลงความต้องการของผู้บริโภคเป็นคุณลักษณะทางเทคนิคของผลิตภัณฑ์เพื่อการสื่อสารในกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เน้นการตอบสนองความต้องการ และสร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภค โดยงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพมาใช้กับผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น นัตแรกัว วิบริน (2550) กับงานพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญญาหารผงสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและ

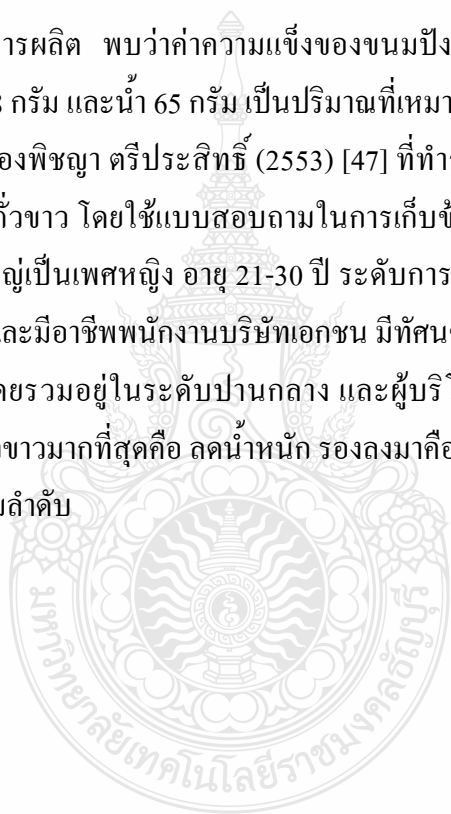
ถั่วอะซูกิ [5] นฤชยา สาดแพง (2550) กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าว [6] เต๋นรุ่ง อุบาลี (2548) กับการผลิตไวน์มะเขือ [7] และจำเริญ เชื้อนแก้ว (2551) กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่มีสารอาหารสูงจากข้าว [8] เป็นต้น

โดยเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลความต้องการของลูกค้า ด้วยวิธีการที่ต่างกันไปได้แก่ การสัมภาษณ์ดำเนินงานวิจัยของเต๋นรุ่ง อุบาลี (2548) และนฤชยา สาดแพง (2550) การสำรวจสนทนากลุ่ม และจัดทำแบบสอบถาม ดำรงงานวิจัยของจำเริญ เชื้อนแก้ว (2551) และนัทรแก้ว วิบุตร์ (2550) เพราะแต่ละวิธีใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบที่ไม่เท่ากันและขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ต้องการจากผู้บริโภค เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการจัดกลุ่มความต้องการต่อไป โดยวิธีการวิเคราะห์การจัดกลุ่มความต้องการยังมีอีกหลายวิธี ได้แก่ ใช้การระดมสมอง ใช้แผนภูมิต้นไม้ในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของความต้องการ เทคนิคแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง เป็นต้น จากนั้นประเมินระดับคะแนนน้ำหนักความสำคัญของผลิตภัณฑ์ เพื่อพิจารณาผลการสำรวจความต้องการของลูกค้า มาวิเคราะห์เข้าสู่กระบวนการของเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ โดยเฟสแรกจะเป็นการนำความต้องการของลูกค้ามาแปลงเป็นข้อกำหนดทางเทคนิค เพื่อออกแบบข้อกำหนดต่างๆ ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ โดยต้องระบุค่าเป้าหมาย โดยการเปรียบเทียบของข้อกำหนดทางเทคนิคและเป้าหมาย สามารถนำมาพิจารณาลำดับข้อกำหนดทางเทคนิคเพื่อนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ โดยวิธีการเลือกพิจารณาจากลำดับข้อกำหนดทางเทคนิคเพื่อนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ จะต้องเลือกข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีความสำคัญมาก่อน ดำรงงานวิจัยของนัทรแก้ว วิบุตร์ (2550) ที่ทำการคัดเลือกข้อกำหนดทางเทคนิคตามลำดับมากไปน้อยโดยมีค่าน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบรวมกันได้ร้อยละ 80 ของทั้งหมดโดยประมาณ ตามหลักของพารโต [45] แต่นฤชยา สาดแพง (2550) ทำการหาค่าน้ำหนักโดยเปรียบเทียบแบบปิดค่า เพื่อนำมาปรับเข้าสู่เฟสที่ 2 การออกแบบผลิตภัณฑ์ และเฟสที่ 3 การวางแผนผลิตภัณฑ์เข้าด้วยกัน เพื่อให้ลักษณะการทำงานมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น เช่นเดียวกับงานของ Costa และ Jongen (2001) [46] และในหลาย ๆ อุตสาหกรรมอาหาร จึงเป็นเรื่องที่จำเป็นในการนำผลการประเมินดังกล่าวปรับเข้าสู่เทคนิคที่ใช้ในการทำงาน

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามความต้องการของลูกค้า สามารถนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นต้นแบบได้ โดยนำปัจจัยที่เป็นความต้องการของลูกค้าและปัจจัยทางเทคนิคที่มีความสำคัญมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการออกแบบการทดลอง (Design of Experiments; DOE) และประโยชน์ของการออกแบบการทดลองยังสามารถลดต้นทุนและลดเวลาในการทดลองได้ โดยงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองมาใช้กับในงานวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขนมปัง มีหลายงานวิจัยได้แก่ กลาง อุไรวรรณ สุขชะ (2546) [28] พัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนดวิช โดยศึกษาปริมาณที่

เหมาะสมของปริมาณใบเตยอบแห้งบดต่อแป้งสาลีในการผลิตขนมปังเสริมใบเตยอบแห้งโดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ พบว่าปริมาณของใบเตยอบแห้งที่เหมาะสมคือปริมาณที่ร้อยละ 3 และ 5 ซึ่งผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับรวมใกล้เคียงกับหน่วยการทดลองที่ไม่มีการเติมใบเตยอบแห้ง Ryan, K.J. (2002) [27] พบว่าสามารถใช้แป้งถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในขนมปังได้ ร้อยละ 12 มีผลทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงขนมปังสูตรควบคุม พรวิณัส ปั้นทยา (2544) [9] ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิ โดยสามารถใช้แป้งข้าวแทนที่แป้งสาลีได้ ร้อยละ 30 และผู้บริโภคมีความชอบผลิตภัณฑ์ในระดับชอบปานกลาง ลดาวัลย์ เจริญรัตนศรีสุข (2547) [25] ศึกษาการพัฒนาแป้งขนมปังเสริมโปรตีนและใยอาหารพร้อมใช้ ทำการศึกษาปริมาณน้ำและเนยขาวและศึกษากรรมวิธีในการผลิต พบว่าค่าความแข็งของขนมปังลดลงเมื่อปริมาณน้ำและเนยขาวเพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณเนยขาว 8 กรัม และน้ำ 65 กรัม เป็นปริมาณที่เหมาะสม

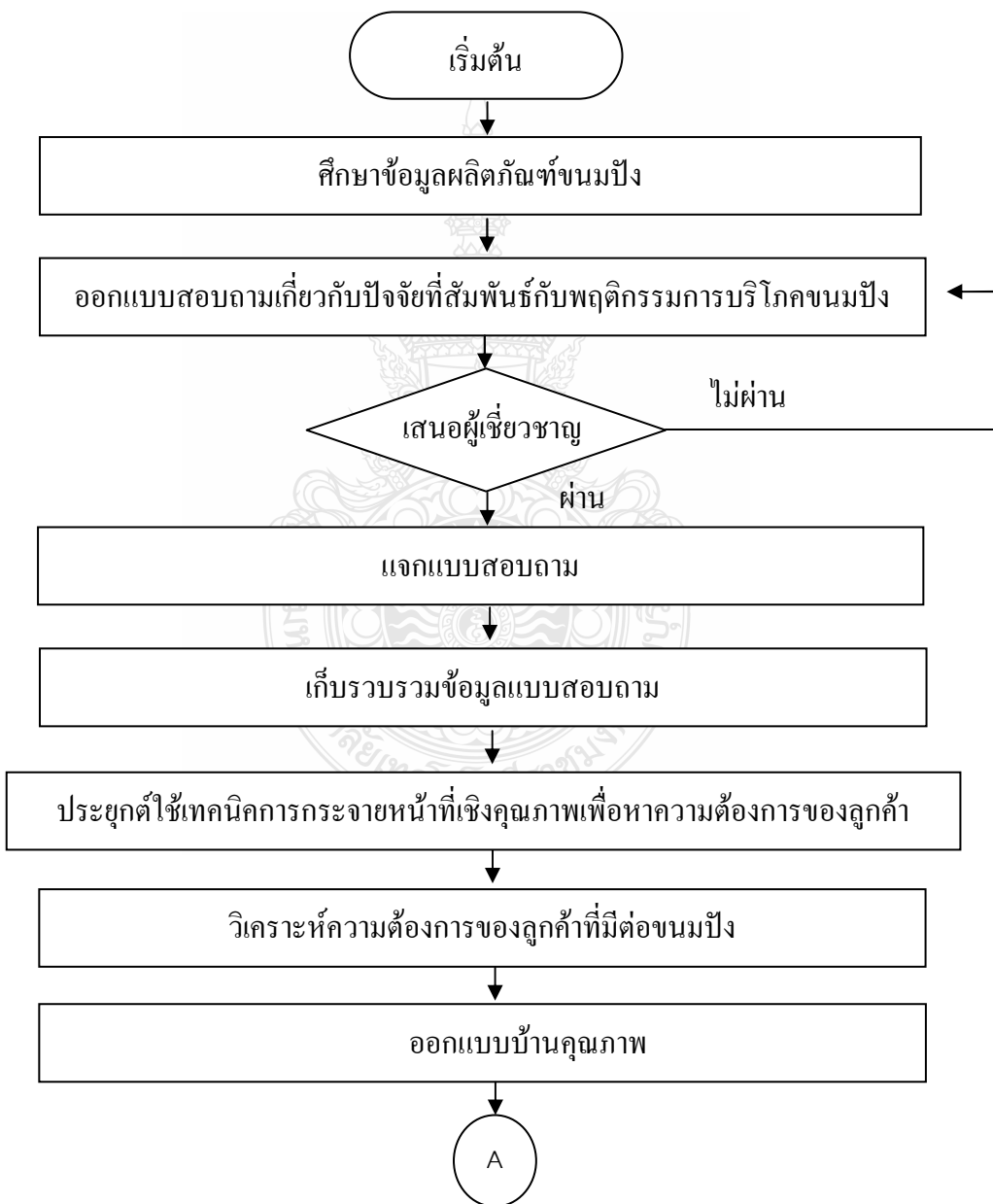
นอกจากนี้ มีงานวิจัยของพิชญา ตรีประสิทธิ์ (2553) [47] ที่ทำการศึกษาศักดิ์และพฤติกรรม การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากถั่วขาว โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลจากตัวอย่างจำนวน 400 คน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุ 21-30 ปี ระดับการศึกษาปริญญาตรี รายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,001-15,000 บาท และมีอาชีพพนักงานบริษัทเอกชน มีทัศนคติและพฤติกรรมที่มีต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากถั่วขาวโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง และผู้บริโภคมีความพึงพอใจคุณสมบัติที่ต้องการในผลิตภัณฑ์จากถั่วขาวมากที่สุดคือ ลดน้ำหนัก รองลงมาคือลดปริมาณไขมัน บำรุงผิวพรรณ บำรุงสมอง และดีต่อสุขภาพลำดับ

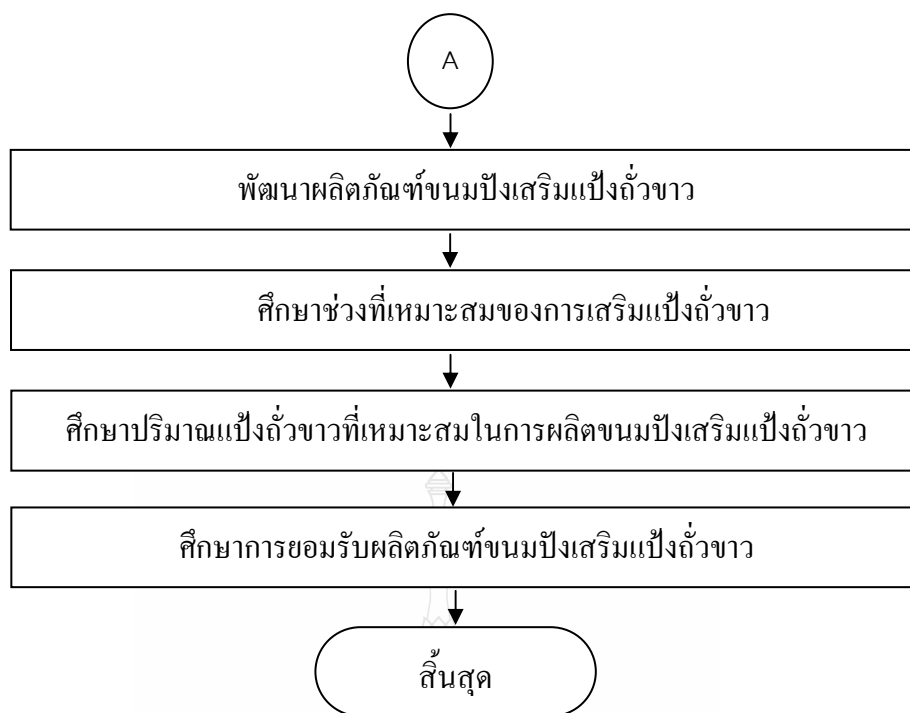


บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงการวางแผนวิธีดำเนินงานวิจัยอย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ผลการทดลองที่เกิดขึ้นมีประสิทธิภาพและสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ทั้งนี้จึงได้แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยทั้งหมดแสดงดังภาพที่ 3.1





ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลของผลิตภัณฑ์ และสำรวจความต้องการของลูกค้าโดยการออกแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่สัมพันธ์กับ พฤติกรรมการบริโภคขนมปัง

ศึกษาข้อมูลของผลิตภัณฑ์ขนมปัง ได้แก่ ศึกษาข้อมูลของผลิตภัณฑ์ขนมปัง การผลิตแป้งถั่วขาวเพื่อเป็นส่วนประกอบในขนมปัง รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับขั้นตอนกระบวนการผลิตและพัฒนาขนมปังเพื่อสุขภาพในทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะเป็นพื้นฐานสำคัญเพื่อใช้หาแนวทางในการออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

ทำการสำรวจพฤติกรรมความต้องการผู้บริโภค โดยการออกแบบสอบถามความพึงพอใจของปัจจัยที่มีผลต่อผู้บริโภค เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์พัฒนาต่อยอดให้สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ตามความต้องการของลูกค้า

การออกแบบแบบสอบถามในขั้นตอนนี้จะแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบด้วย

- 1) เพศ
- 2) อายุ
- 3) การศึกษา
- 4) อาชีพ
- 5) รายได้ (บาท/เดือน)

ตอนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผลิตภัณฑ์ขนมปัง

- 1) ความถี่ในการรับประทานขนมปังภายใน 1 สัปดาห์
- 2) ชนิดในการเลือกซื้อขนมปัง
- 3) กลิ่นของขนมปังเพื่อสุขภาพที่ชอบ
- 4) รสชาติของขนมปังเพื่อสุขภาพที่ชอบ
- 5) ความสนใจกับรูปลักษณ์ของขนมปังที่เลือกรับประทาน
- 6) สถานที่ซื้อขนมปัง
- 7) ราคาในการซื้อขนมปัง (ต่อชิ้น)

ตอนที่ 3 ข้อมูลเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปัง

- 1) แหล่งข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับอาหารเพื่อสุขภาพที่ได้รับ
- 2) รู้จักผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากถั่วขาวหรือไม่
- 3) รู้จักผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากถั่วขาวจากผลิตภัณฑ์ใด
- 4) ทราบประโยชน์ของ “ถั่วขาว” หรือไม่
- 5) เมื่อนึกถึงขนมปังเพื่อสุขภาพ จะคำนึงถึงสิ่งใด
- 6) ความสนใจที่จะบริโภค ถ้าหากมีประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพคือ

“ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว”

- 7) ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (Product)
- 8) ปัจจัยด้านราคา (Price)
- 9) ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย (Place)
- 10) ปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion)

3.1.1 ตรวจสอบความเชื่อมั่นแบบสอบถาม

วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัค (Cronbach's Alpha) [48] ซึ่งได้ดัดแปลงมาจากสูตร KR.20 โดยสูตรที่ใช้คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นจะใช้สูตรของครอนบัค ดังสมการที่ 3.1

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right] \quad (3.1)$$

โดยที่ α คือค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม
 k คือจำนวนข้อของแบบสอบถาม
 S_i^2 คือความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
 S_t^2 คือความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

เกณฑ์การแปลผลความเชื่อมั่นมีดังนี้ [48]

0.00 – 0.20 ความเชื่อมั่นต่ำมาก/ไม่มีเลย
 0.21 – 0.40 ความเชื่อมั่นต่ำ
 0.41 – 0.70 ความเชื่อมั่นปานกลาง
 0.71 – 1.00 ความเชื่อมั่นสูง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้จากการสำรวจประชากร กำหนดขอบเขตให้อยู่ในสถาบันศึกษา ห้างสรรพสินค้า และสถานที่ทำงาน โดยขนาดของกลุ่มตัวอย่าง [49] ทำการคำนวณหาขนาดของกลุ่มตัวอย่างดังสมการที่ 3.2

$$n = \frac{Z^2}{4e^2} \quad (3.2)$$

โดยที่ n แทนขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
 Z แทน 1.96 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95
 e แทนสัดส่วนของความคลาดเคลื่อนที่จะยอมให้เกิดขึ้นได้ เท่ากับ 0.05

3.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment) เพื่อหาความต้องการของลูกค้า

3.2.1 วิเคราะห์ความต้องการของลูกค้าที่มีต่อขนมปัง

จากการสำรวจด้วยการแจกแบบสอบถาม เพื่อหาความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มผู้บริโภคขนมปังภายในสถาบันศึกษา ห้างสรรพสินค้า และสถานที่ทำงาน วิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง โดยการจัดกลุ่มข้อมูลที่ได้โดยใช้เทคนิคแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity Diagram)

3.2.2 ประเมินระดับคะแนนน้ำหนักความสำคัญของผลิตภัณฑ์

จากการแจกแบบสอบถาม และเก็บข้อมูลของประชากรกลุ่มตัวอย่างการคำนวณค่าเฉลี่ยของผลคะแนนที่ได้จากการตอบแบบสอบถาม จะใช้แบบ Geometric Mean ดังสมการที่ 3 ซึ่ง เป็นวิธีที่ให้ค่าเฉลี่ยน่าเชื่อถือที่สุด โดยมักใช้กับข้อมูลจากแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นการเลือกระดับคะแนน จากข้อมูลที่ได้รับ [50]

$$\text{Geometric Mean} = \sqrt[n]{N_1 \times N_2 \times N_3 \times \dots \times N_n} \quad (3.3)$$

โดยที่ N แทน ค่าของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม

n แทน จำนวนข้อมูล

3.2.3 ออกแบบบ้านคุณภาพ (House of Quality)

นำผลการสำรวจความต้องการของลูกค้า (Customer Requirements) และระดับความสำคัญของความต้องการแต่ละประเด็น (Importance Rating; IMP) จากข้อ 3.2.1 และ 3.2.2 มาจัดลำดับความสำคัญ แล้วทำการพิจารณาโดยแปลงเป็นข้อกำหนดทางเทคนิคต่างๆ (Technical Requirements) ที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ ซึ่งข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละข้อจะมีการกำหนดค่าเป้าหมาย (Target Value) และแปลงเป้าหมายต่างๆในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยในการตัดสินใจแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป โดยให้ความหมายของสัญลักษณ์ต่างๆ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สัญลักษณ์ทิศทางการเคลื่อนที่ของค่าเป้าหมายและความหมาย

สัญลักษณ์	ความหมาย
↑	ค่าเป้าหมายยิ่งเพิ่มยิ่งดี
↓	ค่าเป้าหมายยิ่งลดยิ่งดี
□	ค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้คืออยู่แล้ว

จากนั้นทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้า กับข้อกำหนดทางเทคนิค โดยนำมาเขียนอยู่ในรูปของเมตริกซ์ความสัมพันธ์ (Relationships) และใช้สัญลักษณ์แสดงระดับความสัมพันธ์ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สัญลักษณ์ระดับความสัมพันธ์พร้อมกับความหมายและระดับคะแนน

สัญลักษณ์	ความหมาย	ระดับคะแนน
	ไม่มีความสัมพันธ์	0
△	มีความสัมพันธ์น้อย	1
○	มีความสัมพันธ์ปานกลาง	3
●	มีความสัมพันธ์มาก	9

คะแนนความสัมพันธ์ดังกล่าวจะเป็นตัวบอกค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละข้อ (Absolute Technical Requirement Importance: AI) ที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้เป็นอย่างดี สำหรับการคำนวณนั้น ใช้สมการที่ 3.4

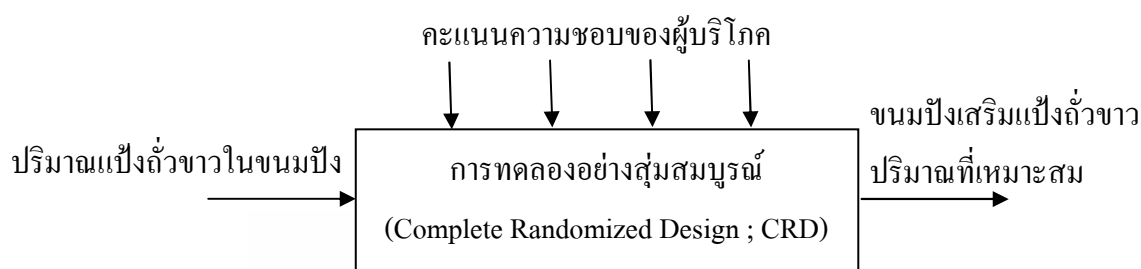
$$AI = \sum(\text{ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคต่อความต้องการของลูกค้า} \times IMP) \quad (3.4)$$

จากนั้นนำมาหาค่าน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบ (% Relative) สำหรับการคำนวณนั้น ใช้สมการที่ 3.5

$$\% \text{ Relative} = (AI / \sum AI) \times 100 \quad (3.5)$$

3.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว

นำผลการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ เพื่อหาความต้องการของลูกค้า จากข้อ 3.2 มาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว โดยมีกรอบแนวคิดการออกแบบการทดลอง แสดงดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 กรอบแนวคิดการออกแบบการทดลอง

3.3.1 การศึกษาช่วงที่เหมาะสมของการเสริมแป้งถั่วขาว

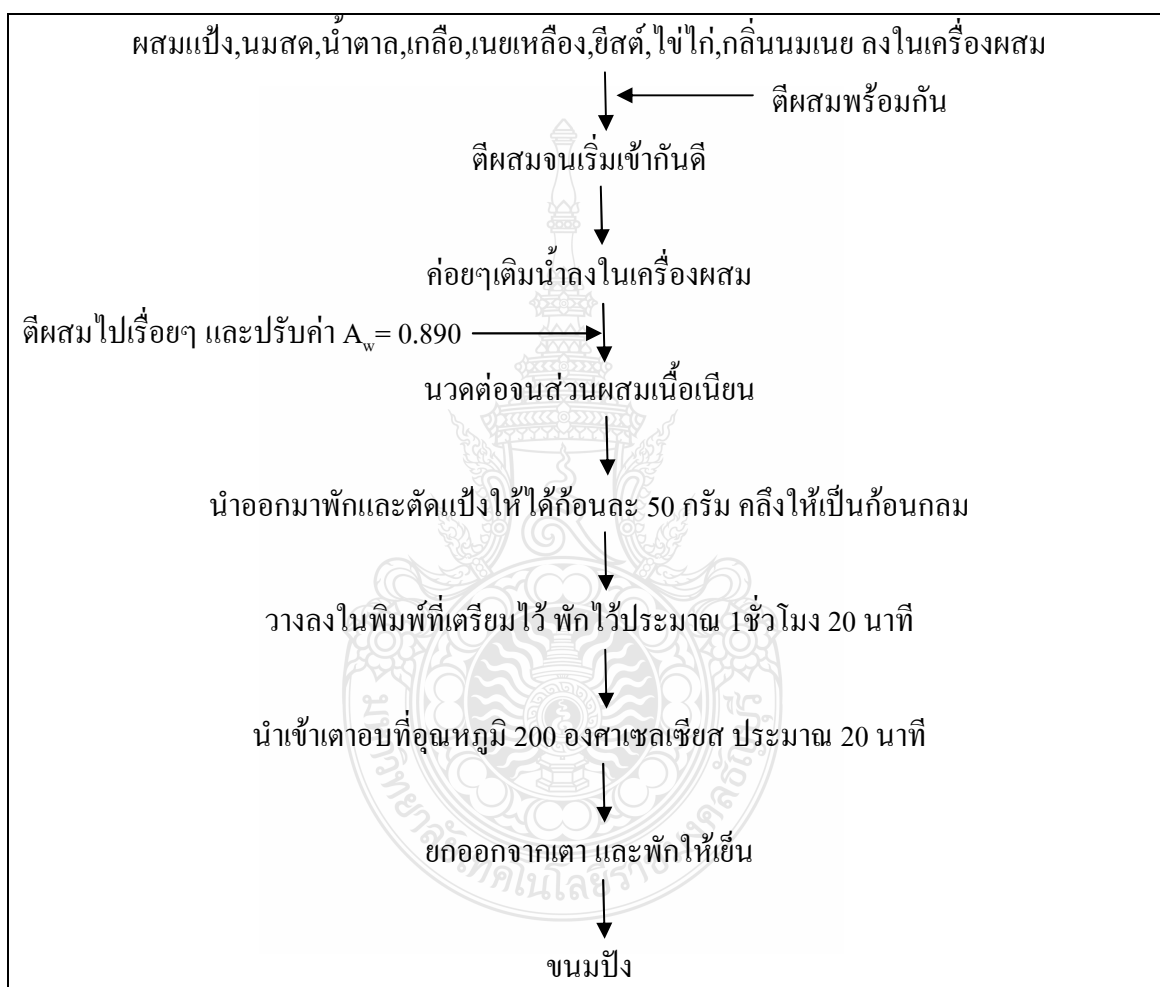
ปรับปริมาณแป้งถั่วขาวเพื่อทดแทนแป้งสาลีของขนมปังเป็น 3 ระดับ จากสูตรพื้นฐาน ดังแสดงในตารางที่ 3.3 จะได้ขนมปังทั้งหมด 3 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 3.4 แล้วทำการผลิตตามกระบวนการผลิตในภาพที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 สูตรพื้นฐานของขนมปัง [51]

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)	ปริมาณ (ร้อยละ)
แป้งสาลี	1000	59.88
นมสด	400	23.95
น้ำเปล่า	50	2.99
ไข่ไก่	50	2.99
เนยเหลือง	50	2.99
ยีสต์	10	0.60
น้ำตาลทราย	100	6.00
เกลือป่น	5	0.3
กลิ่นนมเนย	5	0.3
	รวม	100.00

ตารางที่ 3.4 การทดลองระดับที่สามารถเติมแป้งข้าว

สิ่งทดลอง	แป้งข้าว (ร้อยละ)	แป้งสาลี (ร้อยละ)
1	0	100
2	50	50
3	100	0



ภาพที่ 3.3 วิธีการผลิตขนมนึ่ง [51]

จากนั้นนำขนมปังทั้ง 3 สูตรไปทดสอบความชอบของผู้บริโภคด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (Hedonic Scale 9-Point) ใช้ผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 30 คน ในสถาบันศึกษาห้างสรรพสินค้า และสถานที่ทำงาน ทำการวางแผนการทดลองแบบ CRD โดยตั้งสมมติฐานดังนี้

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_A : \text{มี } \mu \text{ อย่างน้อย 1 ตัวมีค่าไม่เท่ากัน}$$

โดยที่ H_0 คือค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน

H_A คือค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบแตกต่างกัน

μ_1 คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบการทดลองระดับที่สามารถเติมแป้งถั่วขาวร้อยละ 0

μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบการทดลองระดับที่สามารถเติมแป้งถั่วขาวร้อยละ 50

μ_3 คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบการทดลองระดับที่สามารถเติมแป้งถั่วขาวร้อยละ 100

นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทำการคัดเลือกช่วงที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากสูตรที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด

3.3.2 ศึกษาปริมาณแป้งถั่วขาวที่เหมาะสมในการผลิตขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว

จากข้อ 3.3.1 จะได้ช่วงของปริมาณแป้งถั่วขาวที่ใช้ในการทดแทนแป้งสาลีสำหรับผลิตขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว ที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบสูงสุด จากนั้นจึงนำมาแปรปริมาณแป้งถั่วขาว อย่างน้อย 3 ระดับ แล้วทำการผลิตขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวด้วยกระบวนการเดียวกับภาพที่ 3.3 ทำการวัดค่าคุณภาพขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวที่ได้โดย 2 วิธี ดังนี้

1. คุณภาพทางกายภาพ

วัดค่าความแข็ง (Hardness) เมื่ออบขนมปังเสร็จแล้ว ด้วยเครื่อง Texture Analyze รุ่น TA 500 โดยใช้ตัวอย่างขนาด $60 \pm 0.5 \times 60 \pm 0.5 \times 40 \pm 0.5$ มิลลิเมตร ใช้หัวกด (Compression) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 4.0 เซนติเมตร ความเร็วหัวกด (Test Speed) เท่ากับ 20 มิลลิเมตรต่อนาที ใช้แรงในการกด 0.5 นิวตัน กดลงไปเป็นระยะทางร้อยละ 70 ของความสูงตัวอย่าง ทำการวัดค่าตัวอย่างละ 6 ซ้ำ และบันทึกผล [9]

2. คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้บริโภครวม 30 คน ในสถาบันศึกษา ห้างสรรพสินค้า และสถานที่ทำงาน ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (Hedonic Scale 9-Point) โดยให้ผู้บริโภคประเมินความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในปัจจัยด้าน กลิ่นตัว กลิ่นรสตัว ความนุ่ม และความชอบโดยรวม ทำการวางแผนการทดลองแบบ CRD โดยตั้งสมมติฐานดังนี้

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

H_A : มี μ อย่างน้อย 1 ตัวมีค่าไม่เท่ากัน

โดยที่ H_0 คือค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน

H_A คือค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบแตกต่างกัน

μ_1 คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบการทดลองระดับที่สามารถเติมแป้งถั่วขาวร้อยละ 10

μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบการทดลองระดับที่สามารถเติมแป้งถั่วขาวร้อยละ 20

μ_3 คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบการทดลองระดับที่สามารถเติมแป้งถั่วขาวร้อยละ 30

μ_4 คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบการทดลองระดับที่สามารถเติมแป้งถั่วขาวร้อยละ 40

นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทำการคัดเลือกสูตรขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว โดยพิจารณาจากสูตรที่มีคะแนนเฉลี่ยทางคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด เพื่อศึกษาการยอมรับขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวที่เหมาะสมต่อไป

3.4 การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว โดยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (Hedonic Scale 9-Point) กับกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน โดยการทดสอบแบบ CLT (Central Location Test) โดยแจกตัวอย่างขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวที่บรรจุอยู่ในถุงโพลีเอทิลีน พร้อมแบบสอบถาม ดังแสดงในภาพที่ 3.4 และรวบรวมข้อมูลที่ได้และทำการประเมินผล เพื่อคำนวณหาความถี่ (ร้อยละ) ในปัจจัยด้านความชอบโดยรวม และผลการตัดสินใจยอมรับและซื้อผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 3.4 ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวสำหรับนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัส



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยนี้จะการสำรวจถึงปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ขนมปัง เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างความต้องการของผู้บริโภคพร้อมกับข้อจำกัดทางเทคนิคของการผลิต ด้วยการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment; QFD) เพื่อให้สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามความต้องการของลูกค้า หลังจากนั้นนำปัจจัยที่เป็นความต้องการของลูกค้าและปัจจัยทางเทคนิคที่มีความสำคัญมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment; DOE) เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการใช้ปริมาณแป้งถั่วขาวทดแทนปริมาณแป้งสาลีในการผลิตขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวที่สร้างความพึงพอใจต่อผู้บริโภค ซึ่งผลการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

4.1 สำรวจความต้องการของลูกค้าโดยการออกแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคขนมปัง

4.1.1 ผลการตรวจสอบความเชื่อมั่นแบบสอบถาม

ทดสอบความถูกต้องของเนื้อหาของแบบสอบถามโดยมีการนำไปเสนอกับอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ และนำมาปรับปรุงแก้ไขสำนวน ภาษา การเรียงลำดับ แล้วนำไปทดสอบ (Pre-Test) เพื่อหาความเชื่อมั่น โดยนำไปทดลองใช้กับผู้บริโภคขนมปัง จำนวน 30 คน แล้วนำแบบสอบถามมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) ผลการวิเคราะห์ปรากฏว่า ได้ค่าระดับความเชื่อมั่นที่ระดับ 0.8

คำนวณค่าทางสถิติของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรในการวิจัยครั้งนี้ โดยใช้วิธีการคำนวณหาจำนวนกลุ่มตัวอย่างจากสมการที่ 3.2

$$n = \frac{1.96^2}{4(0.05)^2}$$

$$n = 384.16$$

จะได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 384.16 หรือ 385 ตัวอย่าง เพื่อป้องกันการสูญเสียของแบบสอบถามที่อาจตอบคำถามไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ จึงทำการเก็บตัวอย่างเพิ่มเป็นจำนวนทั้งหมด 400 ตัวอย่าง

4.1.2 ลักษณะทางประชากรศาสตร์และผลการสำรวจพฤติกรรมกรรมการบริโภคนมปีงของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการสำรวจผู้บริโภค โดยการแจกแบบสอบถาม และเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คนกับผู้บริโภคนมปีง สรุปว่าส่วนมากเป็นเพศหญิง ร้อยละ 68.1 มีอายุอยู่ในช่วง 21-30 ปี ร้อยละ 50.9 การศึกษาระดับปริญญาตรีร้อยละ 72.1 ประกอบอาชีพเป็นพนักงานบริษัทเอกชน ร้อยละ 39.3 มีรายได้ต่อเดือนอยู่ในช่วง 10,001-15,000 บาท ร้อยละ 33.3 เมื่อสอบถามข้อมูลทั่วไปของผลิตภัณฑ์นมปีง พบว่ารับประทานนมปีง 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ ร้อยละ 47.2 เลือกซื้อนมปีงกึ่งหวาน ร้อยละ 26.4 ชอบกลิ่นธรรมชาติของนมปีง ไม่ปรุงแต่ง ร้อยละ 29.9 ชอบนมปีงใสเนื้อสัตว์ ร้อยละ 18.3 ให้ความสนใจกับรูปลักษณ์ ร้อยละ 82.2 มักจะซื้อนมปีงจากร้านสะดวกซื้อ ร้อยละ 54.3 ราคาในการซื้อต่อชิ้นไม่เกิน 20 บาท ร้อยละ 50.4 และข้อมูลเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์นมปีง พบว่าได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับอาหารเพื่อสุขภาพจากวิทยุ, โทรทัศน์ ร้อยละ 16 เคยรู้จักผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วขาว ร้อยละ 49.9 รู้จักผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วขาวคือกาแฟผสมถั่วขาว ร้อยละ 22.7 ไม่ทราบประโยชน์ของถั่วขาว ร้อยละ 69.9 นมปีงเพื่อสุขภาพจะคำนึงถึงผสมธัญพืชเพื่อเพิ่มเส้นใย ร้อยละ 30.6 สนใจบริโภคนมปีงผสมแป้งถั่วขาว ร้อยละ 87.7 สามารถแสดงข้อมูลของประชากรกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน ได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน

ปัจจัย	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
1. เพศ		
เพศชาย	124	31.0
เพศหญิง	276	69.0
รวม	400	100.0
2. อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	96	24.0
21-30 ปี	206	51.5
31-40 ปี	51	12.8
41-50 ปี	36	9.0
51-60 ปี	10	2.5
มากกว่า 60 ปี	1	0.3
รวม	400	100.0
3. ระดับการศึกษา		
ประถมศึกษา	6	1.5
มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า	32	8.0
อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	34	8.5
ปริญญาตรี	292	73.0
สูงกว่าปริญญาตรี	35	8.8
รวม	400	100.0

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน (ต่อ)

ปัจจัย	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
4. อาชีพ		
นักเรียน นักศึกษา	131	32.8
รับจ้างทั่วไป	10	2.5
รับราชการ หรือรัฐวิสาหกิจ	54	13.5
ค้าขาย	20	5.0
พนักงานบริษัทเอกชน	159	39.8
ประกอบธุรกิจส่วนตัว	6	1.5
อื่นๆ	20	5.0
รวม	400	100.0
5. รายได้		
ต่ำกว่า 5,000 บาท	69	17.3
5,001-10,000 บาท	97	24.3
10,001-15,000 บาท	135	33.8
15,001-20,000 บาท	35	8.8
20,001-25,000 บาท	27	6.8
25,001-30,000 บาท	9	2.3
30,001-35,000 บาท	11	2.8
มากกว่า 35,000 บาท ขึ้นไป	17	4.3
รวม	400	100.0
6. ความถี่ในการรับประทานนมปิ้งต่อสัปดาห์		
น้อยกว่า 1 ครั้ง	51	12.8
1-2 ครั้ง	196	49.1
3-4 ครั้ง	100	25.0
5-6 ครั้ง	35	8.8
มากกว่า 6 ครั้ง	18	4.5
รวม	400	100.0

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน (ต่อ)

ปัจจัย	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
7. ประเภทชนิดการเลือกซื้อขนมปัง*		
ขนมปังผิวแข็ง	59	14.4
ขนมปังจี๊ด	145	36.0
ขนมปังกึ่งหวาน	160	39.5
ขนมปังหวาน	36	8.9
รวม	400	100.0
8. กลิ่นของขนมปังที่ชอบ*		
กลิ่นธรรมชาติของขนมปัง ไม่ต้องปรุงแต่ง	199	49.2
กลิ่นที่ได้จากธรรมชาติ	126	31.2
กลิ่นจากการสังเคราะห์	73	18.0
อื่นๆ	2	0.5
รวม	400	100.0
9. รสชาติของขนมปังที่ชอบ*		
ไส้เนื้อสัตว์	230	56.7
ไส้ผัก,ผลไม้	61	15.1
ไส้ธัญพืช	59	14.5
ไส้ครีม	48	11.9
อื่นๆ	2	0.5
รวม	400	100.0
10. ความสนใจกับรูปลักษณ์		
ให้ความสนใจ	333	83.3
ไม่ให้ความสนใจ	67	16.8
รวม	400	100.0

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน (ต่อ)

ปัจจัย	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
11. สถานที่ซื้อขนมปัง		
ซูเปอร์มาร์เก็ต	36	9.1
ซูเปอร์มาร์เก็ต	82	20.7
ร้านสะดวกซื้อ	220	55.4
ห้างสรรพสินค้า	46	11.1
ร้านขายของชำใกล้บ้าน	10	2.5
อื่นๆ	2	0.5
รวม	397	100.0
12. ราคาในการซื้อขนมปัง (ต่อชิ้น)		
ไม่เกิน 20 บาท	204	51.0
21-40 บาท	164	41.0
41-60 บาท	18	4.5
มากกว่า 60 บาท ขึ้นไป	14	3.5
รวม	400	100.0
13. แหล่งรับข้อมูลข่าวสาร*		
สถานศึกษา	64	16.0
ครอบครัว	67	16.75
วิทยุ, โทรทัศน์	153	38.25
หนังสือ วารสาร หรือสิ่งพิมพ์	65	16.25
กลุ่มเพื่อน	29	7.25
อินเทอร์เน็ต	20	5.0
อื่นๆ	2	0.5
รวม	400	100.0
14. เคยรู้จักผลิตภัณฑ์ที่ทำจากถั่วขาว		
เคย	202	50.5
ไม่เคย	197	49.3
รวม	400	100.0

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน (ต่อ)

ปัจจัย	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
15. ผลกระทบที่ทำมาจากถั่วขาวที่รู้จัก*		
กาแฟผสมถั่วขาว	123	56.4
ธัญพืชถั่วขาว	66	30.3
คุกกี้ผสมถั่วขาว	26	11.9
อื่นๆ	3	1.4
รวม	218	100.0
16. ทราบประโยชน์ของถั่วขาว		
ทราบ	117	29.3
ไม่ทราบ	283	70.8
รวม	400	100.0
17. เมื่อนึกถึงขนมปังเพื่อสุขภาพจะคำนึงถึง*		
ผสมธัญพืชเพื่อเพิ่มเส้นใย	258	64.5
ควบคุมน้ำหนัก	67	16.75
ส่วนผสมมีแป้งน้อยไม่มีไขมัน	45	11.25
บำรุงผิวพรรณ ต้านอนุมูลอิสระ	25	6.25
อื่นๆ	5	1.25
รวม	400	100.0
18. ความสนใจบริโภคขนมปังผสมแป้งถั่วขาว		
สนใจ	355	88.8
ไม่สนใจ	45	11.3
รวม	400	100.0

* หมายถึง สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

4.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment) เพื่อหาความต้องการของลูกค้า

4.2.1 วิเคราะห์ความต้องการของลูกค้าที่มีต่อขนมปัง

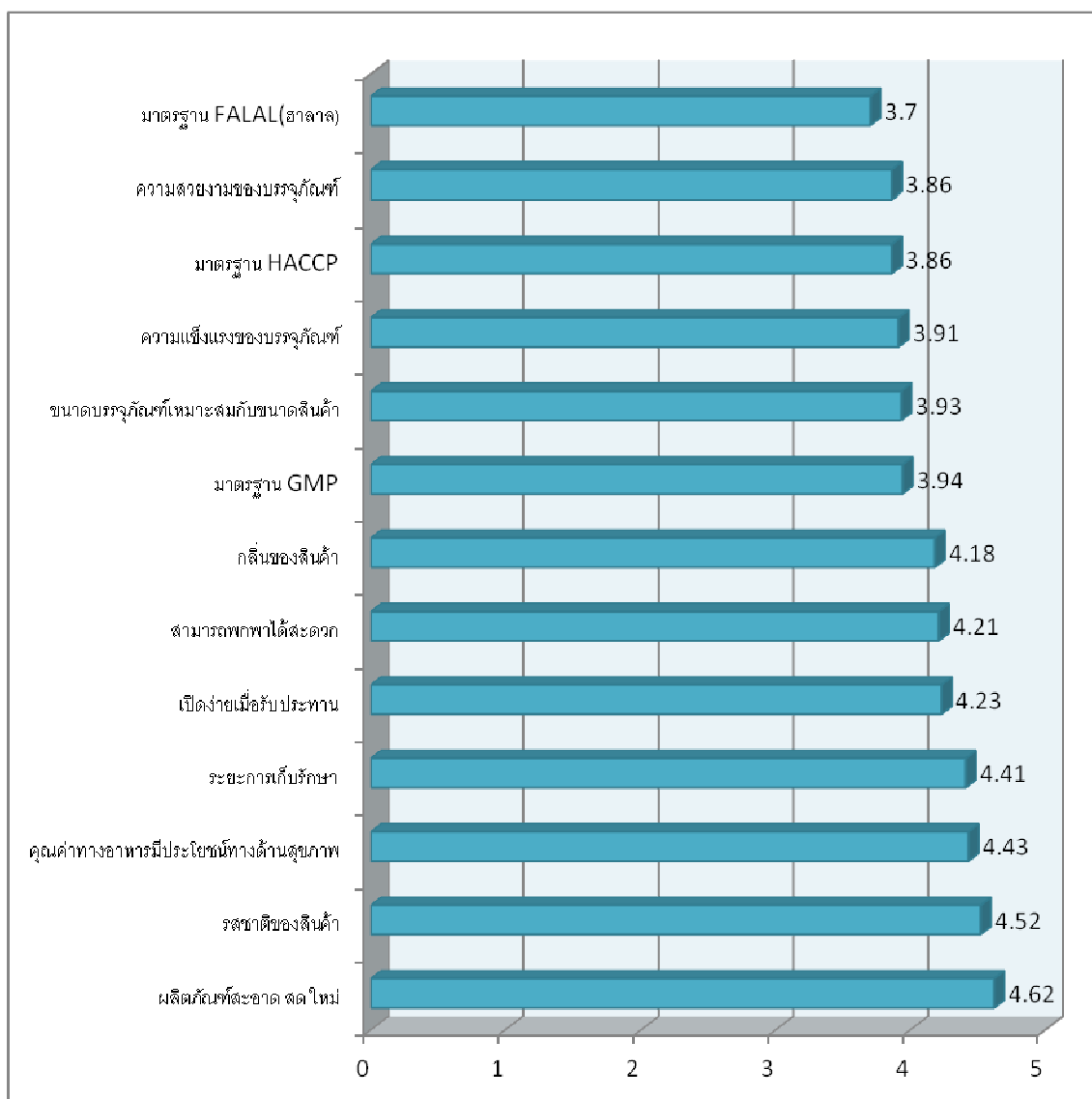
จากวิธีการสำรวจด้วยการแจกแบบสอบถาม เพื่อหาความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มผู้บริโภคขนมปังจำนวน 400 คน อยู่ในสถาบันศึกษา ห้างสรรพสินค้า และสถานที่ทำงาน วิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง โดยการจัดกลุ่มข้อมูลที่ได้โดยใช้เทคนิคแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity Diagram) และเนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ จึงตัดข้อกำหนดทางเทคนิคและค่าเป้าหมายทางด้านราคา ช่องทางการจัดจำหน่าย และการส่งเสริมการตลาดออก เพราะเนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ยังไม่พบผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด และงานวิจัยใดๆ ที่ผลิตขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว จึงทำการพิจารณาข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์เพียงด้านเดียว สามารถแสดงการจัดกลุ่มได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การใช้แผนผังกลุ่มเชื่อมโยงกับการวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้าที่มีต่อขนมปัง

ประเด็น	ความต้องการ	
ด้านผลิตภัณฑ์	ผลิตภัณฑ์	รสชาติของสินค้า
		กลิ่นของสินค้า
		คุณค่าทางอาหารมีประโยชน์ทางด้านสุขภาพ
	มาตรฐานที่ใช้รับรองสินค้า	มาตรฐาน HACCP
		มาตรฐาน GMP
		มาตรฐาน FALAL(ฮาลาล)
	บรรจุภัณฑ์	ขนาดบรรจุภัณฑ์เหมาะสมกับขนาดสินค้า
		ความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์
		ความสวยงามของบรรจุภัณฑ์
	ความสะดวก	เปิดง่ายเมื่อรับประทาน
		ผลิตภัณฑ์สะอาด สด ใหม่
		สามารถพกพาได้สะดวก
การเก็บรักษา	ระยะเวลาเก็บรักษา	

4.2.2 ผลการประเมินระดับคะแนนน้ำหนักความสำคัญของผลิตภัณฑ์

จากการคำนวณค่าเฉลี่ยของผลคะแนนที่ได้จากการตอบแบบสอบถาม เพื่อพิจารณาผลการสำรวจความต้องการของลูกค้า โดยการคำนวณค่าเฉลี่ยของผลคะแนนที่ได้จากการตอบแบบสอบถาม สามารถใช้วิธีการคำนวณโดยใช้สูตรเฉลี่ยเลขคณิต (Geometric Mean) จากสมการที่ 3.3 สามารถแสดงค่าคะแนนน้ำหนักความสำคัญได้ดังภาพที่ 4.1

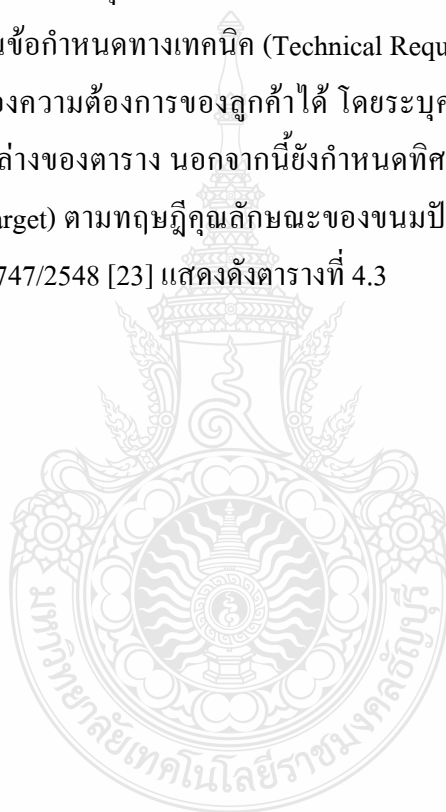


ภาพที่ 4.1 ระดับคะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมปัง

จากตารางการให้ระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีต่อขนมปังโดยกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามสรุปว่า ประเด็นด้านผลิตภัณฑ์สะอาด สดใหม่ เป็นประเด็นที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญอยู่ในลำดับที่มากที่สุด (คะแนน 4.62) ลำดับที่ 2 รสชาติของสินค้า (คะแนน 4.52) และลำดับที่ 3 คุณค่าทางอาหารมีประโยชน์ทางด้านสุขภาพ (คะแนน 4.43) ดังนั้นการให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับข้อกำหนดทางเทคนิค (Relationships) จึงเป็นส่วนสำคัญที่สุดสำหรับเฟสแรกที่จะมีผลต่อการสร้างลำดับความต้องการของลูกค้าเชิงเทคนิคได้ดี

4.2.3 ออกแบบบ้านคุณภาพ (House of Quality)

การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพเฟสแรกนี้เป็นการนำความต้องการของลูกค้า (Customer Requirements) มาแปลงเป็นข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical Requirement) เพื่อออกแบบข้อกำหนดต่างๆ ให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ โดยระบุค่าเป้าหมาย (Target Value) ของข้อกำหนดแต่ละข้อไว้ด้านล่างของตาราง นอกจากนี้ยังกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของค่าเป้าหมายเหล่านี้ (Movement Of Target) ตามทฤษฎีคุณลักษณะของขนมปัง [10] และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมปังปอนด์ มผช.747/2548 [23] แสดงดังตารางที่ 4.3

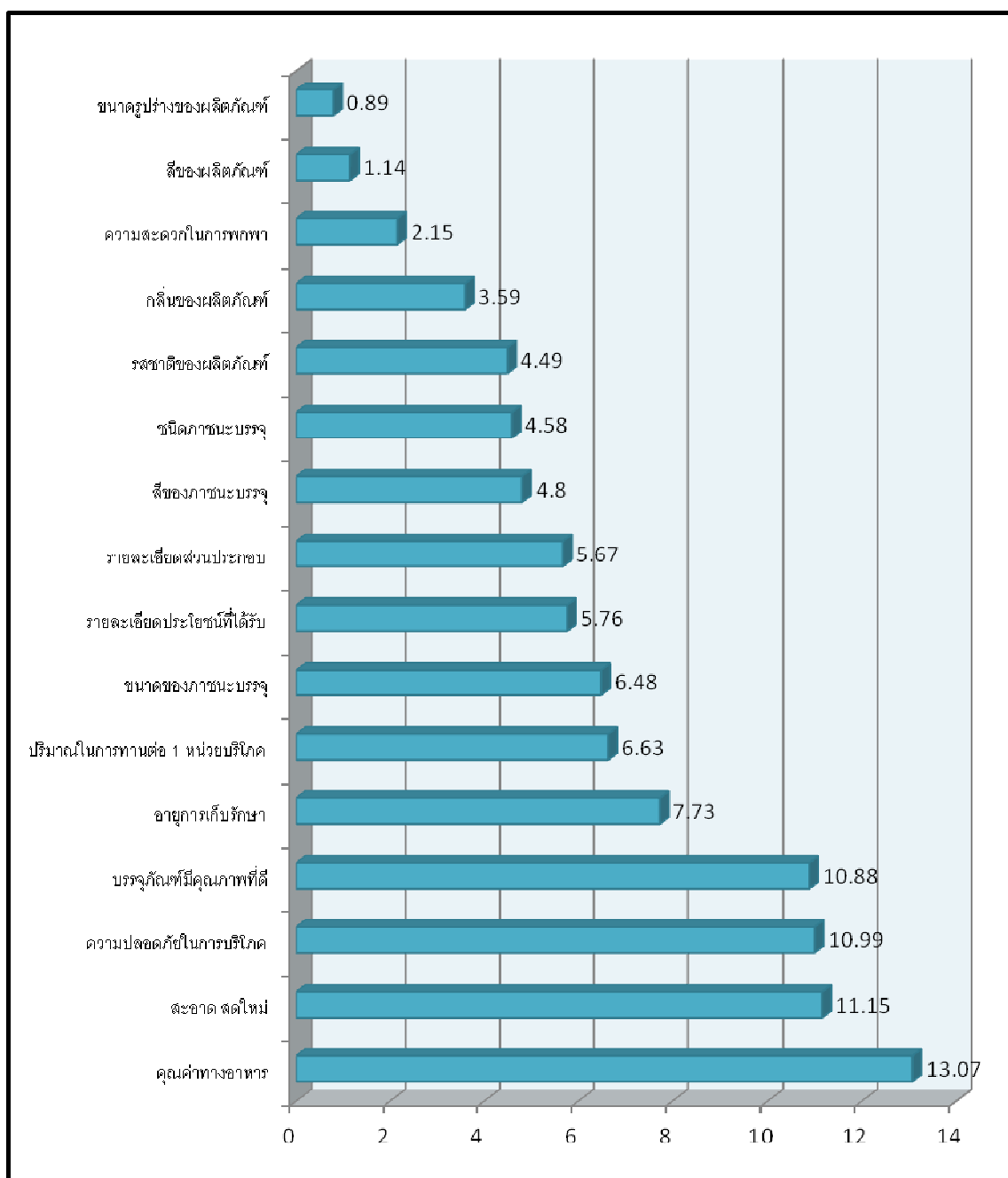


ตารางที่ 4.3 ข้อกำหนดทางเทคนิคพร้อมทั้งค่าเป้าหมายและการเคลื่อนไหวของค่าเป้าหมาย

ข้อกำหนดทางเทคนิค	เป้าหมาย	การกำหนดค่าเป้าหมาย*
รสชาติของผลิตภัณฑ์	รสชาติตามธรรมชาติของขนมปัง	<input type="checkbox"/>
กลิ่นของผลิตภัณฑ์	กลิ่นธรรมชาติของขนมปัง	<input type="checkbox"/>
สีของผลิตภัณฑ์	สีตามธรรมชาติของขนมปังปอนด์ ไม่ไหม้เกรียม	<input type="checkbox"/>
ขนาดรูปร่างของผลิตภัณฑ์	ทรงครึ่งวงกลม	<input type="checkbox"/>
คุณค่าทางอาหาร	มีประโยชน์ต่อร่างกาย	↑
รายละเอียดส่วนประกอบ	รายละเอียดชัดเจน	↑
รายละเอียดประโยชน์ที่ได้รับ	แสดงข้อมูลประโยชน์ที่ได้รับจากส่วนประกอบ	↑
ความปลอดภัยในการบริโภค	ได้รับมาตรฐานรับรองคุณภาพ	↑
ปริมาณในการทานต่อ 1 หน่วยบริโภค	50 กรัมต่อ 1 หน่วยบริโภค	<input type="checkbox"/>
บรรจุภัณฑ์มีคุณภาพที่ดี	ปิดผนึกสมบูรณ์ มิดชิด	<input type="checkbox"/>
สีของภาชนะบรรจุ	มีสีสันทันไม่จืดจาง	<input type="checkbox"/>
ชนิดภาชนะบรรจุ	สามารถเปิดได้ง่าย	<input type="checkbox"/>
ขนาดของภาชนะบรรจุ	5x5 นิ้ว	<input type="checkbox"/>
สะอาด สดใหม่	ไม่ใส่สารวัตถุกันเสีย	↑
ความสะดวกในการพกพา	พกพาง่าย สะดวก	<input type="checkbox"/>
อายุการเก็บรักษา	แสดงวันผลิตและหมดอายุอย่างชัดเจน	↑

* หมายถึง สัญลักษณ์ทิศทางการเคลื่อนที่ของค่าเป้าหมายและความหมาย แสดงดังตารางที่ 3.1

สำหรับการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคกับความต้องการของลูกค้า (Relationships) เป็นลำดับต่อไปในการออกแบบบ้านคุณภาพ ซึ่งอยู่ตรงกลางของตาราง แล้วจึงนำมาคำนวณหาค่าความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคต่างๆ ซึ่งผลการหาค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางโดยเปรียบเทียบ แสดงดังภาพที่ 4.2

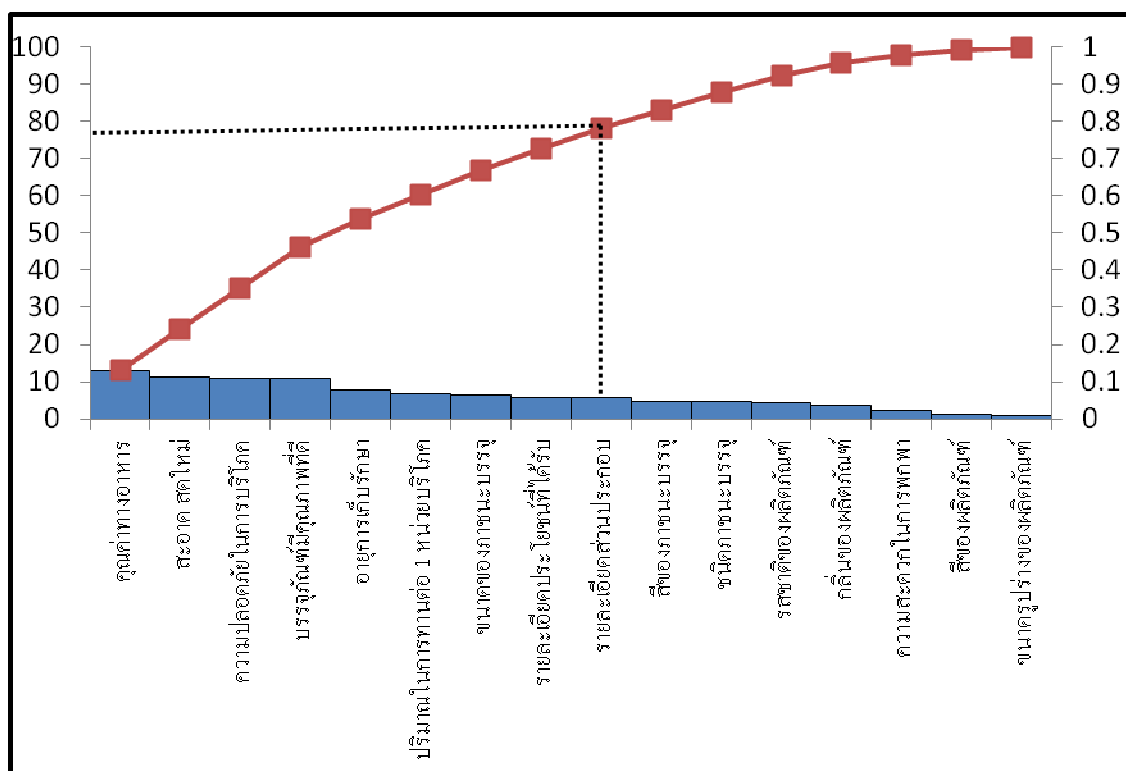


ภาพที่ 4.2 ค่าน้ำหนักความสำคัญโดยการเปรียบเทียบของข้อกำหนดทางเทคนิคและเป้าหมาย

จากภาพที่ 4.2 แสดงผลค่าน้ำหนักความสำคัญโดยการเปรียบเทียบของข้อกำหนดทางเทคนิคและเป้าหมาย สามารถนำมาพิจารณาลำดับข้อกำหนดทางเทคนิคเพื่อนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อแปลงความต้องการของผู้บริโภคสู่แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวต่อไป โดยวิธีการเลือกพิจารณาจากลำดับข้อกำหนดทางเทคนิคเพื่อนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ จะต้องเลือกข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีความสำคัญกว่าก่อน จึงทำการคัดเลือกข้อกำหนดทางเทคนิคตามลำดับมากไปน้อยโดยมีค่าน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบรวมกันได้ร้อยละ 80 ของทั้งหมดโดยประมาณตามหลักของพาเรโต [45] ของวิธีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ ดังตารางที่ 4.4 คือข้อกำหนดทางเทคนิคลำดับที่ 1-16 ของวิธีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ ดังภาพที่ 4.3 ซึ่งจะถูกนำไปพิจารณาในการออกแบบการทดลองเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวต่อไป

ตารางที่ 4.4 ข้อกำหนดทางเทคนิคเรียงตามค่าน้ำหนักความสำคัญโดยเปรียบเทียบ

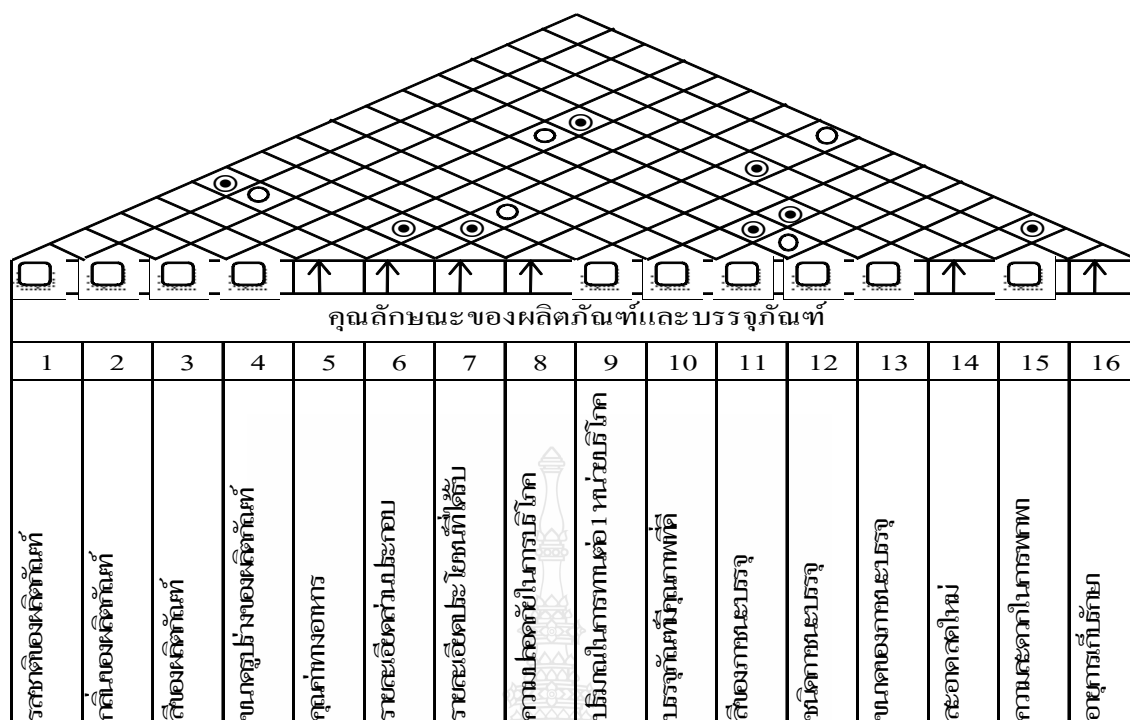
ข้อกำหนดทางเทคนิค	%Relative	คะแนนสะสม
1. คุณค่าทางอาหาร	13.07	13.07
2. สะอาด สดใหม่	11.15	24.22
3. ความปลอดภัยในการบริโภค	10.99	35.21
4. บรรจุภัณฑ์มีคุณภาพที่ดี	10.88	46.09
5. อายุการเก็บรักษา	7.73	53.82
6. ปริมาณในการทานต่อ 1 หน่วยบริโภค	6.63	60.45
7. ขนาดของภาชนะบรรจุ	6.48	66.93
8. รายละเอียดประโยชน์ที่ได้รับ	5.76	72.69
9. รายละเอียดส่วนประกอบ	5.67	78.36
10. สีของภาชนะบรรจุ	4.8	83.16
11. ชนิดภาชนะบรรจุ	4.58	87.74
12. รสชาติของผลิตภัณฑ์	4.49	92.23
13. กลิ่นของผลิตภัณฑ์	3.59	95.82
14. ความสะดวกในการพกพา	2.15	97.97
15. สีของผลิตภัณฑ์	1.14	99.11
16. ขนาดรูปร่างของผลิตภัณฑ์	0.89	100.0



ภาพที่ 4.3 การวิเคราะห์พาร์เรโตของข้อกำหนดทางเทคนิค

แต่เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ยังไม่พบผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวที่มีจำหน่ายในท้องตลาด และงานวิจัยใดๆ ที่ผลิตขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว จึงตัดข้อกำหนดทางเทคนิคและค่าเป้าหมายทางด้านบรรจุภัณฑ์ออก เหลือเพียงพิจารณาแต่ข้อกำหนดทางเทคนิคและค่าเป้าหมายเฉพาะคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์เท่านั้น พบว่าข้อกำหนดทางเทคนิคทั้งหมด 16 ข้อ เหลือเพียง 4 ข้อ ได้แก่ คุณค่าทางอาหาร, สะอาด สดใหม่, ความปลอดภัยในการบริโภค และปริมาณในการทานต่อ 1 หน่วยบริโภค ที่จะสามารถนำมาปรับเข้าสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวต่อไปได้

จากนั้นทำการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคต่างๆ โดยแสดงผลไว้ด้านบนของตาราง หรือเรียกว่าส่วนหลังคาของบ้านนั่นเอง แสดงได้ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคต่างๆ

ดังนั้นเมื่อนำผลการวิเคราะห์แต่ละส่วนมารวมเข้าด้วยกัน จะได้ผลการออกแบบบ้านคุณภาพแสดงได้ดังภาพที่ 4.5 วิเคราะห์ได้ว่าระดับความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อแต่ละปัจจัย (IMP) อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน เช่น ระดับปัจจัยที่ลูกค้าให้ความสำคัญมากที่สุด คือ ผลิตภัณฑ์สะอาด สดใหม่ (คะแนน 4.62) รองลงมา รสชาติของสินค้า (คะแนน 4.52) และคุณค่าทางอาหารมีประโยชน์ทางด้านสุขภาพ (คะแนน 4.43) เป็นต้น ดังนั้นการให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับข้อกำหนดทางเทคนิค (Relationships) จึงเป็นส่วนสำคัญในการออกแบบบ้านคุณภาพเฟสแรกที่จะมีผลต่อการสร้างลำดับความต้องการของลูกค้าให้เป็นเชิงเทคนิคได้ดี และเมื่อพิจารณาคะแนนรวมของข้อกำหนดทางเทคนิค พบว่าคุณค่าทางอาหารมีประโยชน์ต่อร่างกายมีคะแนนความสำคัญมากที่สุด หมายความว่า หากออกแบบขนมปังผสมแป้งถั่วขาวให้ได้ตามข้อกำหนดทางเทคนิคดังกล่าว จะสามารถสนองความต้องการของลูกค้าได้มากที่สุดทั้งในด้านคุณค่าอาหารมีประโยชน์ทางด้านสุขภาพ ผลิตภัณฑ์สะอาด สดใหม่ ความพึงพอใจของราคาสินค้า มีราคาเหมาะสมตามต้นทุนของสินค้าที่ใช้ในการผลิต ขนาดบรรจุภัณฑ์เหมาะสมกับขนาดสินค้า รสชาติสินค้า ความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์ และเปรียบเทียบราคาตามตลาดเท่ากับคู่แข่ง

ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์				คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์																
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
ด้านผลิตภัณฑ์	รสชาติของสินค้า	1	4.52	⊙				○	⊙								⊙			
	กลิ่นของสินค้า	2	4.18		⊙				⊙								⊙		⊙	
	คุณค่าทางอาหารมีประโยชน์ทางด้าน	3	4.43					⊙	○	⊙			⊙				⊙		⊙	
	มาตรฐาน HACCP	4	3.86								⊙						○			
	มาตรฐาน GMP	5	3.94								⊙						○			
	มาตรฐาน FALAL(ฮาลาล)	6	3.7								⊙						○			
	ขนาดบรรจุภัณฑ์เหมาะสมกับขนาดสี	7	3.93					○				⊙	⊙	⊙	⊙					
	ความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์	8	3.91		○	○		○			⊙						⊙			⊙
	ความสวยงามของบรรจุภัณฑ์	9	3.86			⊙	⊙				○	⊙	○	○	○					
	เปิดง่ายเมื่อรับประทาน	10	4.23									⊙	⊙							
	ผลิตภัณฑ์สะอาด สด ใหม่	11	4.62		○	⊙					⊙							⊙		⊙
	สามารถพกพาได้สะดวก	12	4.21															⊙		⊙
	ระยะเวลาเก็บรักษา	13	4.41								⊙		○				○			⊙
	เป้าหมาย										⊙									
น้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคสมบูร	79																			
%ลำดับความสำคัญโดยการเปรียบเทียบ	4.5																			

* หมายถึง สัญลักษณ์ระดับความสัมพันธ์พร้อมกับความหมายและระดับคะแนน แสดงดังตารางที่ 3.2

ภาพที่ 4.5 บ้านคุณภาพ

4.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งข้าว

จากผลการทดลองข้อ 4.2 นำผลการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ เพื่อหาความต้องการของลูกค้าพบว่า ผลิตภัณฑ์สะอาด สดใหม่, รสชาติของสินค้า และคุณค่าทางอาหารมีประโยชน์ทางด้านสุขภาพเป็นความต้องการของลูกค้าลำดับต้นๆ และเมื่อแปลงความต้องการของลูกค้าเป็นข้อกำหนดทางเทคนิคพบว่าคุณค่าทางอาหาร, สะอาด สดใหม่, ความปลอดภัยในการบริโภค และปริมาณในการทานต่อ 1 หน่วยบริโภค จะสามารถนำมาปรับเข้าสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งข้าวต่อไปได้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังให้มีคุณค่าทางอาหาร เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ไม่ใส่สารวัตถุกันเสีย ด้วยการผลิตขนมปังเสริมแป้งข้าว เพราะสังคมในปัจจุบันมีความเร่งรีบ ขนมปังซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมรับประทานเป็นอาหารเช้า และมีแนวโน้มการบริโภคที่สูงขึ้น [9]

4.3.1 การศึกษาช่วงที่เหมาะสมของการเสริมแป้งข้าว

จากการศึกษาช่วงของแป้งข้าวที่สามารถเสริมแป้งข้าวลงในขนมปัง โดยแปรปริมาณแป้งข้าวทดแทนแป้งสาลีแบ่งเป็น 3 ระดับ คือร้อยละ 0, 50 และ 100 ของน้ำหนักแป้งสาลีในสูตรพื้นฐาน แสดงลักษณะของขนมปังได้ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ลักษณะของขนมปัง

- (1) ขนมปังเสริมแป้งข้าวร้อยละ 0
- (2) ขนมปังเสริมแป้งข้าวร้อยละ 50
- (3) ขนมปังเสริมแป้งข้าวร้อยละ 100

จากนั้นพิจารณาจากสูตรที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (Hedonic Scale 9-Point) กับผู้บริโภครวมไปจำนวน 30 คน มีลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว ระดับร้อยละ 0, 50 และ 100

ปัจจัย	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
1. เพศ		
เพศชาย	11	36.7
เพศหญิง	19	63.3
รวม	30	100.0
2. อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	4	13.3
21-30 ปี	14	46.7
31-40 ปี	8	26.7
41-50 ปี	4	13.3
รวม	30	100.0
3. ระดับการศึกษา		
ประถมศึกษา	1	3.3
มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า	1	3.3
อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	1	3.3
ปริญญาตรี	21	70.0
สูงกว่าปริญญาตรี	6	20.0
รวม	30	100.0

ตารางที่ 4.5 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว
ระดับร้อยละ 0, 50 และ 100 (ต่อ)

ปัจจัย	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
4. อาชีพ		
นักเรียน นักศึกษา	13	43.3
รับราชการ หรือรัฐวิสาหกิจ	2	6.7
พนักงานบริษัทเอกชน	14	46.7
อื่นๆ	1	3.3
รวม	30	100.0
5. รายได้		
ต่ำกว่า 5,000 บาท	8	26.7
5,001-10,000 บาท	8	26.7
15,001-20,000 บาท	1	3.3
20,001-25,000 บาท	5	16.7
25,001-30,000 บาท	1	3.3
30,001-35,000 บาท	4	13.3
มากกว่า 35,000 บาทขึ้นไป	3	10.0
รวม	30	100.0

แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลคะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 4.6 และ แสดงได้แสดงผลคะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อระดับที่สามารถเสริมแป้งถั่วขาวลงในขนมปัง 3 สูตร ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลคะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

ปัจจัย	P-Value	ผล	แปลผล
กลิ่นฉ่ำ	0.000	ปฏิเสธ H_0	มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
กลิ่นรสฉ่ำ	0.000	ปฏิเสธ H_0	มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ความนุ่ม	0.000	ปฏิเสธ H_0	มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ความชอบโดยรวม	0.000	ปฏิเสธ H_0	มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4.7 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อระดับที่สามารถเสริมแป้งถั่วขาวลงในขนมปัง 3 สูตร

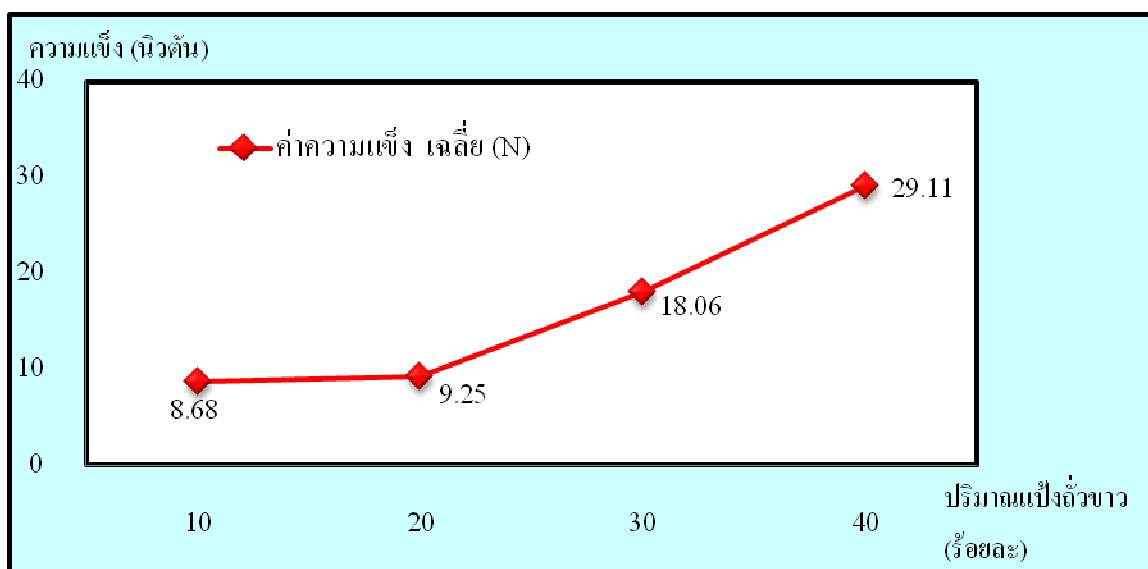
สิ่งทดลอง	ปริมาณแป้งถั่วขาว (ร้อยละ)	คะแนนความชอบของผู้บริโภค			
		กลิ่นฉ่ำ	กลิ่นรสฉ่ำ	ความนุ่ม	ความชอบโดยรวม
1	0	7.57 ^a	7.70 ^a	7.93 ^a	8.80 ^a
2	50	4.80 ^b	4.87 ^b	4.53 ^b	5.37 ^b
3	100	1.07 ^c	1.03 ^c	1.00 ^c	1.23 ^c

^{abc}: อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาความชอบของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบคุณลักษณะทางด้านกลิ่นฉ่ำ กลิ่นรสฉ่ำ ความนุ่ม และความชอบโดยรวมแตกต่างกัน โดยยอมรับขนมปังที่เสริมปริมาณแป้งถั่วขาวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 0 มากที่สุด รองลงมาคือร้อยละ 50 และ 100 ตามลำดับ ลักษณะของขนมปังที่เสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 50 และ 100 มีกลิ่นฉ่ำ และกลิ่นรสฉ่ำมาก เพราะมีปริมาณแป้งถั่วขาวสูง ส่งผลให้ความนุ่มของขนมปังมีน้อย เพราะหน้าที่ของน้ำเมื่อละลายกับโปรตีนในแป้งแล้วทำให้เกิดกลูเตน ควบคุมความชื้นเหลวและความหนืดของก้อนแป้ง ส่งผลต่อความนุ่มของขนมปัง [52] จึงเลือกใช้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคด้านความชอบโดยรวม ซึ่งเป็นความรู้สึกโดยรวมที่มีต่อขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว เนื่องจากต้องการให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์และสรรพคุณที่พบในถั่วขาวมากที่สุดจึงได้คัดเลือกช่วงที่เหมาะสมคือการเสริมแป้งถั่วขาวช่วงร้อยละ 0 ถึง 50 นำมาทดสอบการยอมรับต่อไป

4.3.2 ศึกษาปริมาณแ่งถั่วขาวที่เหมาะสมในการผลิตขนมปังเสริมแ่งถั่วขาว

ในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้จากผลการทดลองข้อ 4.3.1 พบว่าช่วงที่เหมาะสมในการเสริมปริมาณแ่งถั่วขาวคือช่วงร้อยละ 0 ถึง 50 ของน้ำหนักแ่งสาทิในสูตรพื้นฐาน จึงนำมาแปรปริมาณถั่วขาวให้อยู่ในช่วงที่ผู้บริโภคเกิดความชอบสูงสุด คือร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 โดยทำการผลิตขนมปังเสริมแ่งถั่วขาวด้วยกระบวนการเดียวกับภาพที่ 3.2 ทำการวัดค่าวัดค่าความแข็ง (Hardness) เมื่ออบขนมปังเสร็จแล้ว และได้แสดงผลในภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 การวัดค่าวัดค่าความแข็ง (Hardness)

จากภาพที่ 4.7 แสดงผลการวัดค่าความแข็ง (Hardness) เมื่ออบขนมปังเสร็จแล้ว พบว่าปริมาณการทดแทนแ่งถั่วขาวลงในขนมปังร้อยละ 10 มีค่าความแข็งต่ำที่สุดและมีเนื้อสัมผัสนุ่มที่สุด ส่วนปริมาณการทดแทนแ่งถั่วขาวลงในขนมปังร้อยละ 40 มีค่าความแข็งสูงที่สุดและส่งผลให้เนื้อสัมผัสของขนมปังมีเนื้อสัมผัสที่แข็งที่สุด เนื่องจากว่าในแ่งสาทิมีกลูเตน เมื่อผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้มีลักษณะเป็นยางเหนียวยืดหยุ่นได้ กลูเตนนี้จะเป็นตัวเก็บก๊าซไว้ทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของขนมปัง และจะเป็นโครงสร้างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ นอกจากนี้มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำที่ดี ซึ่งจะเป็นผลให้ขนมปังที่ได้มีปริมาตรดี มีเนื้อสัมผัสที่ดี ก่อนโดของขนมปังที่ทำจากส่วนผสมของแ่งสาทิจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำได้สูงอีกด้วย [5] แต่ในแ่งถั่วขาวไม่มีคุณสมบัติเหล่านี้ ดังนั้นปริมาณแ่งถั่วขาวที่ทดแทนปริมาณแ่งสาทิลงในขนม

ปึงมีผลต่อค่าความแข็งและเนื้อสัมผัส เมื่อปริมาณปริมาณแป้งถั่วขาวเพิ่มมากขึ้น ค่าความแข็งก็เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งให้ผลการทดลองเป็นไปในทางเดียวกันกับการศึกษาของ Yanniotis และคณะ (2007) [53] พบว่าเมื่อเพิ่มใยอาหารลงไปในขนมปัง ทำให้ปริมาณความชื้นลดลง จะมีผลกระทบต่อโดยตรงต่อองค์ประกอบทางเคมี แต่อย่างไรก็ตามใยอาหารแต่ละชนิดจะมีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของขนมปังแตกต่างกัน ซึ่งจะขึ้นกับปริมาณและชนิดของใยอาหารที่ใช้เป็นส่วนผสม [53] นำขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 ไปประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเพื่อศึกษาการยอมรับขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวที่เหมาะสมต่อไป โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (Hedonic Scale 9-Point) กับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 30 คน มีลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว ระดับร้อยละ 10, 20, 30 และ 40

ปัจจัย	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
1. เพศ		
เพศชาย	6	20.0
เพศหญิง	24	80.0
รวม	30	100.0
2. อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	3	10.0
21-30 ปี	20	66.7
31-40 ปี	4	13.3
41-50 ปี	3	10.0
รวม	30	100.0

ตารางที่ 4.8 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว
ระดับร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 (ต่อ)

ปัจจัย	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
3. ระดับการศึกษา		
ประถมศึกษา	1	3.3
มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า	1	3.3
อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	1	3.3
ปริญญาตรี	24	80.0
สูงกว่าปริญญาตรี	3	10.0
รวม	30	100.0
4. อาชีพ		
นักเรียน นักศึกษา	8	26.7
รับราชการ หรือรัฐวิสาหกิจ	7	23.3
ค้าขาย	2	6.7
พนักงานบริษัทเอกชน	11	36.7
ประกอบธุรกิจส่วนตัว	1	3.3
อื่นๆ	1	3.3
รวม	30	100.0
5. รายได้		
ต่ำกว่า 5,000 บาท	2	6.7
5,001-10,000 บาท	9	30.0
10,001-15,000 บาท	6	20.0
15,001-20,000 บาท	4	13.3
20,001-25,000 บาท	4	13.3
25,001-30,000 บาท	2	6.7
30,001-35,000 บาท	2	6.7
มากกว่า 35,000 บาท ขึ้นไป	1	3.3
รวม	30	100.0

แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลคะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ดังตารางที่ 4.9 และแสดงให้เห็นผลคะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อระดับที่สามารถเสริมแป้งถั่วขาวลงในขนมปัง 4 สูตร ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลคะแนนความชอบของผู้บริโภคด้านคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

ปัจจัย	P-Value	ผล	แปลผล
กลิ่นถั่ว	0.000	ปฏิเสธ H_0	มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
กลิ่นรสถั่ว	0.000	ปฏิเสธ H_0	มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ความนุ่ม	0.000	ปฏิเสธ H_0	มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ความชอบโดยรวม	0.000	ปฏิเสธ H_0	มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

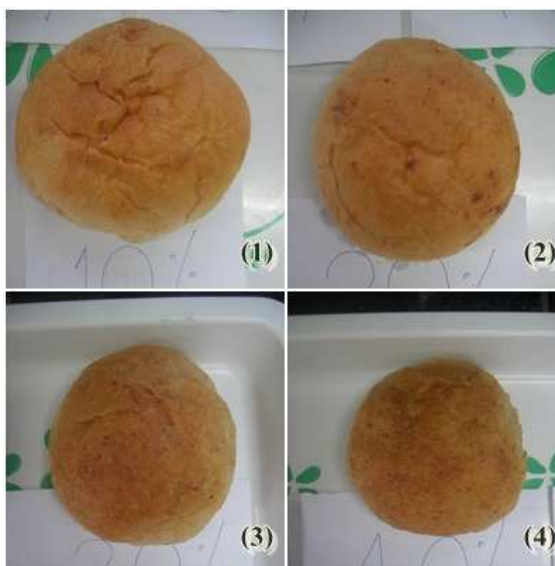
ตารางที่ 4.10 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อระดับที่สามารถเสริมแป้งถั่วขาวลงในขนมปัง 4 สูตร

สิ่งทดลอง	ปริมาณแป้งถั่วขาว (ร้อยละ)	คะแนนการยอมรับของผู้บริโภค			
		กลิ่นถั่ว	กลิ่นรสถั่ว	ความนุ่ม	ความชอบโดยรวม
1	10	7.00 ^a	6.90 ^{ab}	7.77 ^a	7.17 ^a
2	20	6.37 ^b	6.50 ^b	7.13 ^b	7.07 ^a
3	30	7.20 ^a	7.03 ^a	7.37 ^{ab}	7.40 ^a
4	40	5.90 ^b	5.93 ^c	6.47 ^c	6.20 ^b

^{abc}: อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบคุณลักษณะทางด้านกลิ่นถั่วแตกต่างกัน โดยที่ระดับการเสริมถั่วขาวปริมาณร้อยละ 30 ได้คะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด รองลงมาคือร้อยละ 10 20 และ 40 ตามลำดับ ในด้านกลิ่นรสถั่วผู้บริโภคให้คะแนนที่ระดับการเสริมถั่วขาวปริมาณร้อยละ 30 มากที่สุด เนื่องจากปริมาณถั่วขาวมากขึ้น ทำให้ขนมปังมีกลิ่นถั่วมากขึ้น จึงมีผลต่อการตัดสินใจ ผู้บริโภคยอมรับความนุ่มของระดับการเสริมถั่วขาวปริมาณร้อยละ 10 มากที่สุด ส่วนการทดแทนปริมาณแป้งถั่วขาวที่ระดับร้อยละ 40 ทำให้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคทุกๆด้าน มีคะแนนต่ำ

ที่สุด เนื่องจากขนมปังที่ใช้แป้งข้าวทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 40 จึงมีเนื้อสัมผัสที่แข็งกว่าสูตรอื่น เพราะมีปริมาณแป้งข้าวมากเกินไป ส่งผลต่อคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรส กลิ่นรสดี และความชอบโดยรวมมีคะแนนต่ำไปด้วย และด้านความชอบโดยรวมนั้น ผู้บริโภคให้การยอมรับขนมปังเสริมแป้งข้าวแตกต่างกัน โดยให้การยอมรับขนมปังเสริมแป้งข้าวที่ระดับร้อยละ 30 มากที่สุด และรองลงมาคือร้อยละ 10, 20 และ 40 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 ขนมปังเสริมแป้งข้าว

- (1) ขนมปังเสริมแป้งข้าวร้อยละ 10 (2) ขนมปังเสริมแป้งข้าวร้อยละ 20
 (3) ขนมปังเสริมแป้งข้าวร้อยละ 30 (4) ขนมปังเสริมแป้งข้าวร้อยละ 40

จากภาพที่ 4.8 แสดงลักษณะของขนมปังเสริมแป้งข้าวที่ระดับต่างๆ ซึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขนมปังเสริมแป้งข้าวที่ระดับร้อยละ 10 มีขนาดใหญ่ที่สุด รองลงมาคือร้อยละ 20, 30 และ 40 ตามลำดับ เนื่องจากในขนมปังเสริมแป้งข้าวที่ระดับร้อยละ 10 มีกลูเตนมากที่สุด เมื่อผสมกับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้มีลักษณะเป็นยาง เหนียว ยืดหยุ่นได้ ทำให้เกิดโครงสร้างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็น โครงร่างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ เนื้อในขนมปังไม่แห้ง ทำให้มีคุณภาพในการเก็บและการกินที่ดี [10] ขณะที่ขนมปังเสริมแป้งข้าวร้อยละ 40 มีขนาดเล็กที่สุดเพราะในแป้งข้าวไม่มีกลูเตน และเพื่อศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งข้าว จึงเลือกขนมปังที่มีปริมาณแป้งข้าวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 30 เนื่องจากได้รับ

คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด ซึ่งเป็นความรู้สึกโดยรวมที่มีต่อขนมปังผสมแป้งถั่วขาว นำมาทำการทดสอบการยอมรับต่อไป

4.4 การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวที่ระดับร้อยละ 30 โดยการทดสอบแบบ CLT (Central Location Test) ทดสอบผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คนโดยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (Hedonic Scale 9-Point) มีลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว

ปัจจัย	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
1. เพศ		
เพศชาย	26	26.0
เพศหญิง	74	74.0
รวม	100	100.0
2. อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	8	8.0
21-30 ปี	54	54.0
31-40 ปี	25	25.0
41-50 ปี	13	13.0
รวม	100	100.0
3. ระดับการศึกษา		
ประถมศึกษา	3	3.0
มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า	2	2.0
อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	2	2.0
ปริญญาตรี	75	75.0
สูงกว่าปริญญาตรี	18	18.0
รวม	100	100.0

ตารางที่ 4.11 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามการยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว (ต่อ)

ปัจจัย	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
4. อาชีพ		
นักเรียน นักศึกษา	24	24.0
รับราชการ หรือรัฐวิสาหกิจ	12	12.0
ค้าขาย	2	2.0
พนักงานบริษัทเอกชน	59	59.0
ประกอบธุรกิจส่วนตัว	1	1.0
อื่นๆ	2	2.0
รวม	100	100.0
5. รายได้		
ต่ำกว่า 5,000 บาท	11	11.0
5,001-10,000 บาท	20	20.0
10,001-15,000 บาท	8	8.0
15,001-20,000 บาท	10	10.0
20,001-25,000 บาท	18	18.0
25,001-30,000 บาท	3	3.0
30,001-35,000 บาท	14	14.0
มากกว่า 35,000 บาท ขึ้นไป	16	16.0
รวม	100	100.0

นำมาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังผสมแป้งถั่วขาวที่ระดับร้อยละ 30 โดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (Hedonic Scale 9-Point) ในคุณลักษณะด้านกลิ่นถั่ว กลิ่นรสถั่ว ความนุ่ม และความชอบโดยรวม นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 30

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับ
กลิ่นถั่ว	7.25
กลิ่นรสถั่ว	7.04
ความนุ่ม	7.18
ความชอบโดยรวม	7.52

ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 30 พบว่าผู้บริโภคให้ค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับในด้านคุณลักษณะความชอบโดยรวมคือ 7.52 คะแนน ซึ่งหมายความว่าผู้บริโภคเกิดการยอมรับในระดับความชอบปานกลาง เนื่องจากเนื้อสัมผัสที่ยังไม่นุ่มเหมือนขนมปังปอนด์ที่ขายตามท้องตลาด และอาจยังมีรสชาติที่ไม่คุ้นเคย แต่การยอมรับปานกลางก็ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของขนมปังปอนด์ที่กำหนดไว้ว่า ขนมปังที่รับการทดสอบชิมต้องได้รับคะแนนในระดับปานกลางขึ้นไปจึงสามารถจำหน่ายได้ [23] นำไปสำรวจการตอบรับความสนใจในการบริโภคขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 30 ดังตารางที่ 4.13

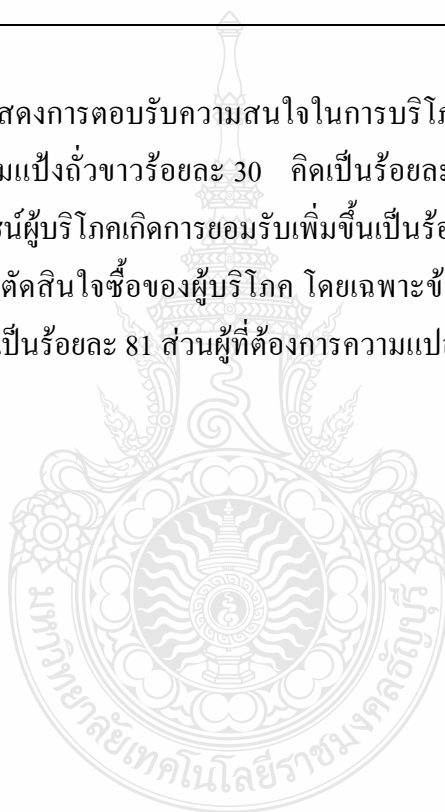
ตารางที่ 4.13 การยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 30

หัวข้อ	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
ถ้ามีขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 30 จำหน่ายในท้องตลาด ท่านสนใจซื้อหรือไม่		
ซื้อ	82	82.0
ไม่ซื้อ	18	18.0
รวม	100	100.0
เมื่อท่านได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับถั่วขาวแล้ว ท่านยอมรับหรือไม่		
ยอมรับ	100	100.0
ไม่ยอมรับ	0	0.0
รวม	100	100.0

ตารางที่ 4.13 การยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 30 (ต่อ)

หัวข้อ	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
เพราะเหตุใดท่านจึงสนใจรับประทาน ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว		
สรรพคุณควบคุมน้ำหนัก	81	81.0
ความแปลกใหม่สำหรับอาหารเพื่อสุขภาพ	19	19.0
อื่นๆ	0	0.0
รวม	100	100.0

จากตารางที่ 4.13 แสดงการตอบรับความสนใจในการบริโภคขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว พบว่า ผู้ที่สนใจจะซื้อขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 30 คิดเป็นร้อยละ 82 แต่เมื่อได้รับข้อมูลเกี่ยวกับ ถั่วขาวแล้วทราบถึงประโยชน์ผู้บริโภคเกิดการยอมรับเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 100 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลที่มีประโยชน์นั้นมีผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค โดยเฉพาะข้อมูลด้านโภชนาการที่มีผลต่อผู้ที่ ต้องการควบคุมน้ำหนัก คิดเป็นร้อยละ 81 ส่วนผู้ที่ต้องการความแปลกใหม่สำหรับอาหารเพื่อสุขภาพ มีเพียงร้อยละ 19



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม มาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว โดยเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำการสำรวจพฤติกรรมความต้องการของผู้บริโภค โดยออกแบบสอบถาม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment; QFD) สู่แนวทางการพัฒนาขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวให้ตอบสนองตามความต้องการของลูกค้า โดยวางแผนออกแบบการทดลอง (Design of Experiment; DOE) ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการใช้แป้งถั่วขาวทดแทนปริมาณแป้งสาลีในการผลิตขนมปัง หาระดับการทดแทนปริมาณแป้งถั่วขาวสูงที่สุด และการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค

หลังจากการประยุกต์ใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมแล้ว สามารถสรุปผลการวิจัย มีดังนี้

5.1.1 ผลการศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพมาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวได้ โดยการสร้างบ้านคุณภาพขึ้น จากการใช้ความต้องการของลูกค้าที่ได้จากการใช้แบบสอบถาม ซึ่งความต้องการของลูกค้าที่มีคะแนนความสำคัญสูงที่สุด 3 ลำดับแรกคือ

- 1) ผลิตภัณฑ์สะอาด สดใหม่ (คะแนน 4.62)
- 2) รสชาติของสินค้า (คะแนน 4.52)
- 3) คุณค่าทางอาหารมีประโยชน์ทางด้านสุขภาพ (คะแนน 4.43)

5.1.2 ผลการศึกษาเมื่อแปลงความต้องการของลูกค้าเป็นข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีระดับความสำคัญ 3 ลำดับแรกคือ

- 1) คุณค่าทางอาหาร
- 2) สะอาด สดใหม่
- 3) ความปลอดภัยในการบริโภค

5.1.3 ผลการศึกษาจากการประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง พบว่าสามารถใช้แป้งถั่วขาวทดแทนแป้งสาลีได้ในปริมาณที่เหมาะสม โดยการทดสอบจากผู้บริโภคและได้รับการยอมรับมากที่สุดคือ ปริมาณการเสริมแป้งถั่วขาวที่ร้อยละ 30 เนื่องจากขนมปังสูตรนี้เมื่อผลิตออกมา

จะได้ลักษณะที่ดี จึงเป็นที่ยอมรับสูงที่สุด เนื้อขนมก่อนข้างนุ่ม ไม่แข็งกระด้าง รสชาติกลมกล่อม กลิ่นถั่วขาวไม่แรงเกินไป

5.1.4 ผลการศึกษาขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวที่ร้อยละ 30 มีผู้สนใจจะซื้อคิดเป็นร้อยละ 82 แต่เมื่อทราบข้อมูลของถั่วขาวเกิดคะแนนการยอมรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 100 โดยเฉพาะข้อมูลที่มีผลต่อผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักร้อยละ 81 และผู้ที่ต้องการความแปลกใหม่สำหรับอาหารเพื่อสุขภาพ ร้อยละ 19 นอกจากนั้นผู้บริโภคเกิดการยอมรับสรรพคุณของถั่วขาว และมีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ เมื่อนำมาผสมในขนมปังอีกด้วย

5.1.5 เนื่องจากขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าขนมปังธรรมดาทั่วไปที่มีขายตามท้องตลาด ทำให้ได้รับพลังงานที่น้อยกว่า จึงได้คำนวณคุณค่าทางโภชนาการของขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 30 แสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 คุณค่าทางโภชนาการของขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 30

ส่วนผสม	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)		สารอาหาร (Kcal)							
			คาร์โบไฮเดรต		ไขมัน		โปรตีน		พลังงาน	
	ธรรมดา	ถั่วขาว	ธรรมดา	ถั่วขาว	ธรรมดา	ถั่วขาว	ธรรมดา	ถั่วขาว	ธรรมดา	ถั่วขาว
แป้งสาลี	1000	700	740	518	9	6.3	110	77	3481	2436.7
แป้งถั่วขาว	-	300	-	-	-	-	-	26.1	-	104.4
นมสด	400	400	-	-	12.8	12.8	19.2	19.2	192	192
ไข่	50	50	-	-	10	10	12	12	138	138
เนย	50	50	26.7	26.7	50	50	-	-	556.8	556.8
ยีสต์	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-
น้ำตาล	100	100	100	100	-	-	-	-	400	400
เกลือ	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-
รวม			866.7	644.7	81.8	79.1	141.2	134.3	4767.8	3827.9

หมายเหตุ ตารางคุณค่าอาหารไทย 100 กรัม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข [54]

จากตารางที่ 5.1 จะเห็นว่าขนมปังธรรมดาให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน และพลังงาน สูงกว่าขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว ผู้ที่รับประทานขนมปังธรรมดาจึงมีความเสี่ยงในภาวะโรคอ้วนสูงกว่า ส่วนการรับประทานขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว จะทำให้ผู้บริโภคได้รับพลังงานน้อยกว่า ซึ่งส่งผลให้ร่างกายมีการสะสมไขมันน้อยลง เป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับขนมปังมากขึ้นและเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ มีแนวทางในการเลือกรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการออกแบบการทดลอง สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

5.2.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพมาประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมอาหารเป็นพื้นฐานสำคัญเพื่อใช้หาแนวทางในการออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์และแปลงเป้าหมายต่างๆในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยในการตัดสินใจสู่แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไปได้ ซึ่งเป็นแนวคิดคล้ายกับ นฤชยา สาดแพง (2550) [6] ที่นำแนวคิดการใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพมาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากข้าวให้ตรงกับความต้องการของลูกค้า ยังคล้ายกับ จำริญู เชื้อนแก้ว (2551) [8] ที่ศึกษาหาแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่มีสารอาหารสูงจากข้าวให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค และยังคล้ายกับ เตือนรุ่ง อุบลี (2548) [7] ซึ่งประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม เพื่อหารูปแบบการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตไวน์มะเมา โดยการให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับข้อกำหนดทางเทคนิค เป็นส่วนสำคัญที่สุดสำหรับเฟสแรกที่จะมีผลต่อการสร้างลำดับความต้องการของลูกค้าเชิงเทคนิคได้ดี

5.2.2 การวางแผนออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการใช้แป้งถั่วขาวทดแทนปริมาณแป้งสาลีในการผลิตขนมปัง สามารถตอบสนองความต้องการและสร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภคได้ และการทดแทนปริมาณแป้งถั่วขาวในระดับสูงที่สุดเนื่องจากต้องการให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์และสรรพคุณที่พบในถั่วขาวมากที่สุด ซึ่งเป็นแนวคิดคล้ายกับ พรวิณัส ปั้นหย้า (2544) [9] เป็นงานวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวหอมมะลิ โดยสามารถใช้แป้งข้าวหอมมะลิทดแทนที่แป้งสาลีได้มากถึงร้อยละ 30 ผู้บริโภคเกิดการยอมรับสูงสุด และยังคล้ายกับ Shogren และ Carriere (2003) [26] โดยสามารถใช้แป้งถั่วเหลืองทดแทนที่แป้งสาลีได้มากถึงร้อยละ 30 เช่นเดียวกัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ สำหรับการศึกษาในอนาคต

5.3.1 ความต้องการของลูกค้ามักมีการเปลี่ยนแปลงเสมอ ขึ้นอยู่กับแนวโน้มบริโภคนิยมในแต่ละช่วง ดังนั้นควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพมาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลานั้นๆ ได้เป็นอย่างดี

5.3.2 เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment ; QFD) จะไม่มีทฤษฎีการประยุกต์ใช้ที่ตายตัว ดังนั้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับข้อกำหนดทางเทคนิค (Relationships) ในตารางบ้านคุณภาพจึงขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้ออกแบบว่าจะใช้วิธีการใดมาวิเคราะห์

5.3.3 เนื่องจากขนมปังผสมแป้งถั่วขาว มีกลิ่นถั่วขาว ควรศึกษาวิธีการดับกลิ่นถั่วหรือเดิมกลิ่นอื่นๆที่ผู้บริโภคหรือชื่นชอบ เช่น กลิ่นใบเตย กลิ่นวานิลลา กลิ่นกาแฟ เป็นต้น และควรเพิ่มสีสันทของขนมปังผสมแป้งถั่วขาวให้ดูน่ารับประทานมากยิ่งขึ้น

5.3.4 เทคนิคการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment; DOE) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ สามารถลดระยะเวลาและลดต้นทุนในการทดลองได้ ซึ่งหากมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อื่นๆ ก็สามารถนำเทคนิคนี้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย

5.3.5 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านการตลาดของขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว เนื่องจากการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์

รายการอ้างอิง

- [1] Wolf, G. "A taste of tomorrow's foods," **Futurist** 28(3), 1994.
- [2] เสถ์ม มหาบุญ. "Food for adult." **Food focus Thailand** 2(12), 2550.
- [3] Meenderink, K. "When time is of the essence." **Marketing**, 29, 1992.
- [4] Benner, M., Linnemann, A.R., Jongen, W.M.F. and Folstar, P. "Quality Function Deployment (QFD) Can it be used to develop food products?." **Food Quality and Preference** 14, 2003.
- [5] นัทรแก้ว วิรูปุตร์. การพัฒนาเครื่องดื่มธัญญาหารสำเร็จรูปจากปลายข้าวกล้องหอมมะลิและถั่วอะซูกิ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550.
- [6] นฤชยา สาดแพง. การออกแบบผลิตภัณฑ์จากข้าวและการพัฒนากระบวนการผลิตด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการออกแบบการตลาด. วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2550.
- [7] เตือนรุ่ง อุบลี. การใช้การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพเพื่อหารูปแบบการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตไวน์มะเฒ่า. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2548.
- [8] จำริญ เชื้อนแก้ว. "การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่มีสารอาหารสูงจากข้าว," การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2551 20-22 ตุลาคม 2551.
- [9] พรวิณัส ปั้นหยา. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้างหอมมะลิ. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2544.
- [10] จิตธนา แจ่มเมฆ และ อรอนงค์ นัยวิกุล. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554.
- [11] อรอนงค์ นัยวิกุล. ขนมปัง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แสงแดด, 2541.
- [12] สิริณาด ตันตเกษม. ผลของการใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งโฮลวีทในขนมปัง. ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 2551.
- [13] วิชาการดอทคอม. "สารสกัดจากถั่วขาว," [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.vcharkarm.com/varticle/39058>, [สืบค้นเมื่อ 17 สิงหาคม 2554]

- [14] สำนักบริหารวิชาการ มหาวิทยาลัยบูรพา. “ถั่วขาว ตัวช่วยควบคุมน้ำหนัก,” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.uniserv.buu.ac.th/forum2/topic.asp?TOPIC_ID=2864, [สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2554]
- [15] มณฑล ศาสนนันท์. การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรมและวิศวกรรมย้อนรอย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2546.
- [16] วิเชียร เบญจวัฒน์ผล. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่โดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้า (QFD) เชื่อมเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์คิดค้น (TRIZ),” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.tpa.or.th/emagazine/other/triz.php?content=triz_qfd_01, [สืบค้นเมื่อ 8 พฤษภาคม 2554]
- [17] Costa, A.I.A. “New insights into consumer-oriented food product design,” **Thesis Wageningen**, 2003.
- [18] ประไพศรี สุทัศน์ ณ อยุธยา และ พงศ์ชนัน เหลืองไพบูลย์. การออกแบบและวิเคราะห์การตลาด. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ท็อป, 2551.
- [19] กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2554.
- [20] คณาจารย์ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552.
- [21] ศรีอุบล ทองประดิษฐ์. “ตัวอย่างการปรับความหวานของน้ำผลไม้ด้วยวิธีเพียร์สัน สแควร์” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://agro-industry.rmutsv.ac.th/alcoholic/unit4/pearson.htm>, [สืบค้นเมื่อ 18 สิงหาคม 2554]
- [22] อรอนงค์ นัยวิกุล. ข้าวสาเลี. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.
- [23] สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. “มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมปังปอนด์. มผช. 747/2548,” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps747_48.pdf, [สืบค้นเมื่อ 18 สิงหาคม 2554]
- [24] ภาณุมาศ รุ่งเรืองอารี. ผลของแป้งข้าวเจ้าฟรีเจลาตินซ์และการเสริมโปรตีนต่อคุณภาพของขนมปังจากแป้งข้าวเจ้า. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.

- [25] ลดาวัลย์ เจริญรัตนศรีสุข. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังโปรตีนและใยอาหารสูง. ปรินญาวิทยา ศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.
- [26] Shogren, R.L., Mohamed, A.A. and Carriere. C.J. “Sensory analysis of whole wheat/soy flour breads,” **J. Food Sci.** **68**, 2003.
- [27] Ryan, K.J., et al. “Effect of Lipid Extraction Process on Performance of Texturized Soy Flour Added Wheat Bread,” **Journal of Food Science**, 2002.
- [28] อุไรวรรณ สุขชะ. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมไบโตนอบแห้ง. ปรินญาวิทยาศาสตร บัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม, 2546.
- [29] Shfali, D. and Sudesh, J. “Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour,” **Food Chem.** **77**, 2002.
- [30] Elin, H., Senol, I. and Paul, A. “Effect of fermented/ germinated cowpea flour addition on the rheological and baking properties of wheat flour,” **J. Food Eng.** **63**, 2004.
- [31] วิญญู พิวัฒน์. การใช้โอคาราทดแทนแป้งสาลีในขนมปังแซนด์วิช. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร มหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2550.
- [32] อรรถพร แสงฉาย, กัญศิญา กาวีระ และ กุลยา ลิมรุ่งเรืองรัตน์. “ผลของการเสริมไบโตนต่อคุณภาพของขนมปัง,” **ว. วิทย. กษ.** **41(3/1)(พิเศษ)**, 2553.
- [33] ไศรดา วัลภา, กุลภัส วชิรศิริ, ดำรงชัย สิทธิสำอางค์ และ วิติชญา สุวรรณทัฬ. “ผลของการเสริมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนต่อคุณภาพของขนมปังขาว,” **ว. วิทย. กษ.** **40(3/1)(พิเศษ)**, 2553.
- [34] ศูนย์ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. “ถั่วขาว วิทยาศาสตร์กับสุขภาพที่ดี.” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
http://www.scitour.most.go.th/index.php?option=com_content&task=view&id=47&Itemid=1, [สืบค้นเมื่อ 14 สิงหาคม 2554]
- [35] กระทรวงสาธารณสุข. “ตารางการแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย,” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://nutrition.anamai.moph.go.th/doc_prop.htm, [สืบค้นเมื่อ 17 สิงหาคม 2554]
- [36] Bernard, F., Gibbs, & Alli, I. “Characterization of a purified α -amylase inhibitor from white kidney beans,” **Food Research International**, **31(3)**, 1998.
- [37] Chokshi, D. “Subchronic oral toxicity of standardized white kidney beans extract in rat,” **Food and chemical toxicology**, **45**, 2007.

- [38] Vortex Health & Beauty Ltd. “CLINICAL STUDIES EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF PHASE 2,” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.vortexhealth.net/phaseolamin.html>, [สืบค้นเมื่อ 1 กันยายน 2554]
- [39] Ayam Brand. “กลุ่มผลิตภัณฑ์,” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.ayambrand.net/bb-range.html>, [สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2555]
- [40] Nestle Good Food, Good Life. “เครื่องดื่มช็อกโกแลต,” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.nestle.co.th/th/brands/chocolate_beverage/Pages/chocoshape.aspx, [สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2555]
- [41] FITNE coffee. “รู้จักผลิตภัณฑ์,” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.fitnecoffee.com/home-flash>, [สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2555]
- [42] BEAR BRAND Gold. “Brands&Products,” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.fnthaidairies.com/th/brands_and_products/prdct_bb_gold/prdct_bb_gold.aspx, [สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2555]
- [43] Amway. “ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารนิวทริไลท์,” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.amwayshopping.com/amwayshopping-frontend/shopping/?wicket:bookmarkablePage=:com.amway.amwayshopping>, [สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2555]
- [44] Beauty Way. “สินค้าลดน้ำหนัก” [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.weloveshopping.com/shop/showproduct.php?pid=11486240&shopid=942>, [สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2555]
- [45] พรชัย ลีวขอนแก่น. เครื่องกำจัดควันอัตโนมัติในร้านอาหารควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2550.
- [46] Costa, A.I.A., Dekker, M.,and Jongen, W.M.F. “Quality function deployment in the food industry: a review,” **Trends in Food Science and Technology**, 11(9-10), 2001.
- [47] พิษญา ตรีประสิทธิ์. ทัศนคติและพฤติกรรมการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากถั่วขาว. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, 2553.
- [48] เกียรติสุดา ศรีสุข. ระเบียบวิธีวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: โรงพิมพ์ครองช่าง, 2552.
- [49] กัลยา วานิชย์บัญชา. การวิเคราะห์สถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

- [50] อภิชาติ จำปา. การประยุกต์เทคนิคควอลิตีฟังก์ชันดีฟลอยเมนต์สำหรับการปรับปรุงงานขาย : กรณีศึกษาโรงงานผลิตท่อโพลีเอทิลีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
- [51] ร้านสองพี่น้องเบเกอรี่ (สาขา1). คลอง 6 รัชบุรี ปทุมธานี, 2555.
- [52] ปริยานุช โตเจริญ. เบเกอรี่พื้นฐานเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แม่บ้าน, 2554.
- [53] Yanniotis, S., Petraki, A. and Soumpasi. E. “Effect of pectin and wheat fibers on quality attributes of extruded cornstarch,” **Journal of Food Engineering**, **80**, 2007.
- [54] กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. ตารางคุณค่าทางโภชนาการอาหารไทย. กรุงเทพมหานคร: คณะกรรมการสวัสดิการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2535.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย



แบบสอบถาม

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง ปัจจัยที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคขนมปัง

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้เป็นการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปัง เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ของนางสาววิลาสินี มีมุข นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมา จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยและจะไม่มีผลกระทบใดๆต่อท่านทั้งสิ้น ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ขอขอบคุณในความร่วมมือ

ผู้วิจัย



แบบสอบถามโครงการวิจัย
เรื่อง ปัจจัยที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคขนมปัง

โปรดทำเครื่องหมายถูกลงในช่อง ให้ตรงกับสภาพความเป็นจริง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

- ชาย หญิง

2. อายุ

- ต่ำกว่า 20 ปี 21-30 ปี
 31-40 ปี 41-50 ปี
 51-60 ปี มากกว่า 60 ปี

3. การศึกษา

- ประถมศึกษา มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า
 อนุปริญญาหรือเทียบเท่า ปริญญาตรี
 สูงกว่าปริญญาตรี (โปรดระบุ).....

4. อาชีพ

- นักเรียน นักศึกษา เกษตรกรรม
 รับจ้างทั่วไป รับราชการ หรือรัฐวิสาหกิจ
 ค้าขาย พนักงานบริษัทเอกชน
 ประกอบธุรกิจส่วนตัว อื่นๆ (ระบุ).....

5. รายได้ (บาท/เดือน)

- ต่ำกว่า 5,000 บาท 5,001-10,000 บาท
 10,001-15,000 บาท 15,001-20,000 บาท
 20,001-25,000 บาท 25,001-30,000 บาท
 30,001-35,000 บาท มากกว่า 35,000 บาท ขึ้นไป

ตอนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผลิตภัณฑ์ขนมปัง

1. ท่านรับประทานขนมปังบ่อยแค่ไหนภายใน 1 สัปดาห์

- น้อยกว่า 1 ครั้ง 1-2 ครั้ง
 3-4 ครั้ง 5-6 ครั้ง
 มากกว่า 6 ครั้ง

2. ชนิดในการเลือกซื้อขนมปัง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ขนมปังผิวแข็ง เช่น ขนมปังฝรั่งเศส ดินเนอร์โรล ขนมปังขาไก่
 ขนมปังจี๊ด เช่น ขนมปังหัวกำ โหลก ขนมปังแซนวิช ขนมปังโฮลวีท
 ขนมปังกึ่งหวาน เช่น ขนมปังไส้ไก่ ขนมปังซอฟบัน ขนมปังลูกเกด ขนมปังหมูหยอง
 ขนมปังหวาน ขนมปังมะพร้าว ขนมปังไส้ผลไม้ชนิดหวานต่าง ๆ
 อื่นๆ (ระบุ).....

3. กลิ่นของขนมปังที่ท่านชอบรับประทานคือ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- กลิ่นธรรมชาติของขนมปัง ไม่ต้องปรุงแต่ง
 กลิ่นที่ได้จากธรรมชาติ เช่น ใบเตย ส้ม ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์
 กลิ่นจากการสังเคราะห์ เช่น วานิลลา ช็อคโกแลต กาแฟ โกโก้
 อื่นๆ (ระบุ).....

4. รสชาติของขนมปังที่ท่านชอบรับประทานคือ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- ใส่น้ำตาล เช่น หมูหยองไก่ หมูแดง ไส้กรอก แฮม ทูน่า
 ใส่น้ำผลไม้ เช่น ผลไม้รวม มะพร้าวอ่อน สตอเบอร์รี่ ผักโขม แครอท
 ใส่น้ำผึ้ง เช่น งาดำ ถั่วแดง ถั่วเหลือง
 ใส่น้ำมัน เช่น เนยสด สังขยา วานิลลา
 อื่นๆ (ระบุ).....

5. ท่านให้ความสนใจกับรูปลักษณ์ ของขนมปังที่ท่านเลือกรับประทานหรือไม่

- ให้ความสนใจ ไม่ให้ความสนใจ

6. โดยปกติ ท่านมักจะซื้อขนมปังจากที่ใด

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> ซุ้มขายขนม | <input type="checkbox"/> ซูเปอร์มาร์เก็ต |
| <input type="checkbox"/> ร้านสะดวกซื้อ | <input type="checkbox"/> ห้างสรรพสินค้า |
| <input type="checkbox"/> ร้านขายของชำใกล้บ้าน | <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ)..... |

7. ราคาในการซื้อขนมปัง (ต่อชิ้น)

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> ไม่เกิน 20 บาท | <input type="checkbox"/> 21-40 บาท |
| <input type="checkbox"/> 41-60 บาท | <input type="checkbox"/> มากกว่า 60 บาท ขึ้นไป |

ตอนที่ 3 ข้อมูลเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเพื่อสุขภาพ

1. ท่านได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับอาหารเพื่อสุขภาพจากแหล่งใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> สถานศึกษา | <input type="checkbox"/> ครอบครัว |
| <input type="checkbox"/> วิทยุ โทรทัศน์ | <input type="checkbox"/> หนังสือ วารสาร หรือสิ่งพิมพ์ |
| <input type="checkbox"/> กลุ่มเพื่อน | <input type="checkbox"/> อินเทอร์เน็ต |
| <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ)..... | |

2. ท่านเคยรู้จักผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากถั่วขาวหรือไม่

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> เคย (ต่อข้อ 3) | <input type="checkbox"/> ไม่เคย (ต่อข้อ 4) |
|---|--|

3. ท่านเคยรู้จักผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากถั่วขาวจากผลิตภัณฑ์ใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> กาแฟผสมถั่วขาว | <input type="checkbox"/> คุกกี้ผสมถั่วขาว |
| <input type="checkbox"/> คุกกี้ผสมถั่วขาว | <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ)..... |

4. ท่านทราบประโยชน์ของ “ถั่วขาว” หรือไม่

- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ทราบ | <input type="checkbox"/> ไม่ทราบ |
|-------------------------------|----------------------------------|

5. เมื่อท่านนึกถึงขนมปังเพื่อสุขภาพ ท่านจะคำนึงถึงสิ่งใด (ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> ผสมธัญพืชเพื่อเพิ่มเส้นใย | <input type="checkbox"/> ควบคุมน้ำหนัก |
| <input type="checkbox"/> ส่วนผสมมีแป้งน้อยไม่มีไขมัน | <input type="checkbox"/> บำรุงผิวพรรณ ต้านอนุมูลอิสระ |
| <input type="checkbox"/> อื่นๆ (ระบุ)..... | |

6. ถ้าหากมีประเภทของผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพคือ ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว ท่านจะมีความสนใจที่จะบริโภคหรือไม่

- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> สนใจ | <input type="checkbox"/> ไม่สนใจ |
|-------------------------------|----------------------------------|

สอบถามข้อมูลปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านราคา ปัจจัยด้านช่องทางการจัดจำหน่าย และปัจจัยด้านการส่งเสริมการตลาด โปรดทำเครื่องหมายลงในช่องระดับ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ มีความหมายดังนี้

ระดับคะแนนความสำคัญของปัจจัย

5	หมายถึง	ข้อความนั้น	<u>สำคัญอย่างยิ่ง</u>
4	หมายถึง	ข้อความนั้น	<u>สำคัญ</u>
3	หมายถึง	ข้อความนั้น	<u>ธรรมดา</u>
2	หมายถึง	ข้อความนั้น	<u>ไม่สำคัญ</u>
1	หมายถึง	ข้อความนั้น	<u>ไม่สำคัญอย่างยิ่ง</u>

ข้อความ	ระดับความสำคัญ				
	5	4	3	2	1
7. ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์ (Product)					
7.1 รสชาติของสินค้า					
7.2 กลิ่นของสินค้า					
7.3 คุณค่าทางอาหารมีประโยชน์ทางด้านสุขภาพ					
7.4 มาตรฐานที่ใช้รับรองสินค้า					
7.4.1 HACCP					
7.4.2 GMP					
7.4.3 FALAL (ฮาลาล)					
7.5 บรรจุภัณฑ์					
7.5.1 ขนาดบรรจุภัณฑ์เหมาะสมกับขนาดสินค้า					
7.5.2 ความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์					
7.5.3 ความสวยงามของบรรจุภัณฑ์					
7.6 ความสะดวก					
7.6.1 เปิดง่ายเมื่อรับประทาน					
7.6.2 ผลิตภัณฑ์สะอาด สด ใหม่					
7.6.3 สามารถพกพาได้สะดวก					
7.7 ระยะเวลาเก็บรักษา					

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....



แบบสอบถามโครงการวิจัย
เรื่อง ปัจจัยที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว

โปรดทำเครื่องหมายถูกลงในช่อง ให้ตรงกับสภาพความเป็นจริง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

- ชาย หญิง

2. อายุ

- ต่ำกว่า 20 ปี 21-30 ปี
 31-40 ปี 41-50 ปี
 51-60 ปี มากกว่า 60 ปี

3. การศึกษา

- ประถมศึกษา มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า
 อนุปริญญาหรือเทียบเท่า ปริญญาตรี
 สูงกว่าปริญญาตรี (โปรดระบุ).....

4. อาชีพ

- นักเรียน นักศึกษา เกษตรกรรม
 รับจ้างทั่วไป รับราชการ หรือรัฐวิสาหกิจ
 ค้าขาย พนักงานบริษัทเอกชน
 ประกอบธุรกิจส่วนตัว อื่นๆ (ระบุ).....

5. รายได้ (บาท/เดือน)

- ต่ำกว่า 5,000 บาท 5,001-10,000 บาท
 10,001-15,000 บาท 15,001-20,000 บาท
 20,001-25,000 บาท 25,001-30,000 บาท
 30,001-35,000 บาท มากกว่า 35,000 บาท ขึ้นไป

แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบ ในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างตามคำอธิบายคะแนนความชอบข้างล่างนี้ และกรุณาบ้วนปากก่อนทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง

- | | | |
|---------------------|----------------------------|------------------|
| 1 = ไม่ชอบมากที่สุด | 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย | 7 = ชอบปานกลาง |
| 2 = ไม่ชอบมาก | 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ | 8 = ชอบมาก |
| 3 = ไม่ชอบปานกลาง | 6 = ชอบเล็กน้อย | 9 = ชอบมากที่สุด |

คุณลักษณะ	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
1. กลิ่นถั่ว			
2. กลิ่นรสถั่ว			
3. ความนุ่ม			
4. ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ.....

แบบสอบถามโครงการวิจัย
เรื่อง ปัจจัยที่สัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว

โปรดทำเครื่องหมายถูกลงในช่อง ให้ตรงกับสภาพความเป็นจริง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

- ชาย หญิง

2. อายุ

- ต่ำกว่า 20 ปี 21-30 ปี
 31-40 ปี 41-50 ปี
 51-60 ปี มากกว่า 60 ปี

3. การศึกษา

- ประถมศึกษา มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า
 อนุปริญญาหรือเทียบเท่า ปริญญาตรี
 สูงกว่าปริญญาตรี (โปรดระบุ).....

4. อาชีพ

- นักเรียน นักศึกษา เกษตรกรรม
 รับจ้างทั่วไป รับราชการ หรือรัฐวิสาหกิจ
 ค้าขาย พนักงานบริษัทเอกชน
 ประกอบธุรกิจส่วนตัว อื่นๆ (ระบุ).....

5. รายได้ (บาท/เดือน)

- ต่ำกว่า 5,000 บาท 5,001-10,000 บาท
 10,001-15,000 บาท 15,001-20,000 บาท
 20,001-25,000 บาท 25,001-30,000 บาท
 30,001-35,000 บาท มากกว่า 35,000 บาท ขึ้นไป

แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบ ในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างตามคำอธิบายคะแนนความชอบข้างล่างนี้ และกรุณาบ้วนปากก่อนทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่

8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

6 = ชอบเล็กน้อย

9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
1. กลิ่นถั่ว				
2. กลิ่นรสถั่ว				
3. ความนุ่ม				
4. ความชอบโดยรวม				

ข้อเสนอแนะ.....

แบบสอบถามโครงการวิจัย
เรื่อง การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว

โปรดทำเครื่องหมายถูกลงในช่อง ให้ตรงกับสภาพความเป็นจริง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

- ชาย หญิง

2. อายุ

- ต่ำกว่า 20 ปี 21-30 ปี
 31-40 ปี 41-50 ปี
 51-60 ปี มากกว่า 60 ปี

3. การศึกษา

- ประถมศึกษา มัธยมศึกษาหรือเทียบเท่า
 อนุปริญญาหรือเทียบเท่า ปริญญาตรี
 สูงกว่าปริญญาตรี (โปรดระบุ).....

4. อาชีพ

- นักเรียน นักศึกษา เกษตรกรรม
 รับจ้างทั่วไป รับราชการ หรือรัฐวิสาหกิจ
 ค้าขาย พนักงานบริษัทเอกชน
 ประกอบธุรกิจส่วนตัว อื่นๆ (ระบุ).....

5. รายได้ (บาท/เดือน)

- ต่ำกว่า 5,000 บาท 5,001-10,000 บาท
 10,001-15,000 บาท 15,001-20,000 บาท
 20,001-25,000 บาท 25,001-30,000 บาท
 30,001-35,000 บาท มากกว่า 35,000 บาท ขึ้นไป

แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คำแนะนำ : กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบ ในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างตามคำอธิบายคะแนนความชอบข้างล่างนี้ และกรุณาบ้วนปากก่อนทดสอบตัวอย่างทุกครั้ง

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง

2 = ไม่ชอบมาก

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่

8 = ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

6 = ชอบเล็กน้อย

9 = ชอบมากที่สุด

คุณลักษณะ	รหัส.....
1. กลิ่นถั่ว	
2. กลิ่นรสถั่ว	
3. ความนุ่ม	
4. ความชอบโดยรวม	

6. ถ้ามีขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 30 จำหน่ายในท้องตลาด ท่านสนใจจะซื้อหรือไม่

ใช่

ไม่ซื้อ เพราะ.....

ข้อมูลเกี่ยวกับถั่วขาว

สกัดจากถั่วขาวมีสารสำคัญที่ชื่อ ฟาซีสโอลามิน (Phaseolamin) มีฤทธิ์ในการทำให้เอนไซม์อะไมเลสเป็นกลาง ซึ่งเท่ากับเป็นการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ดังนั้นแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตที่บริโภคเข้าไปไม่สามารถเปลี่ยนเป็นน้ำตาลได้ ร่างกายจึงรับพลังงานจากแป้งน้อยลงตามไปด้วย โดยแป้งที่ไม่ถูกย่อยยังช่วยทำให้เกิดความรู้สึกอิ่มนานขึ้น และแป้งก็จะไม่ถูกเปลี่ยนเป็นไขมันส่วนเกินเมื่อมีการรับประทานมากเกินไป เป็นการช่วยลดความอยากอาหารและแป้งที่ไม่ได้ย่อยสลายนั้นจะถูกขับออกโดยกลไกของร่างกายตามปกติ

7. เมื่อท่านได้รับทราบข้อมูลเกี่ยวกับถั่วขาวแล้วท่านยอมรับหรือไม่

ยอมรับ

ไม่ยอมรับ

เฉยๆ

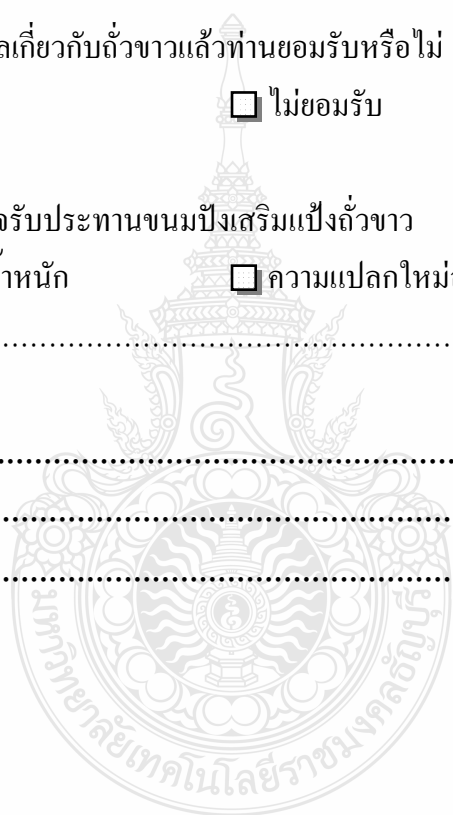
8. เพราะเหตุใดท่านจึงสนใจรับประทานขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว

สรรพคุณควบคุมน้ำหนัก

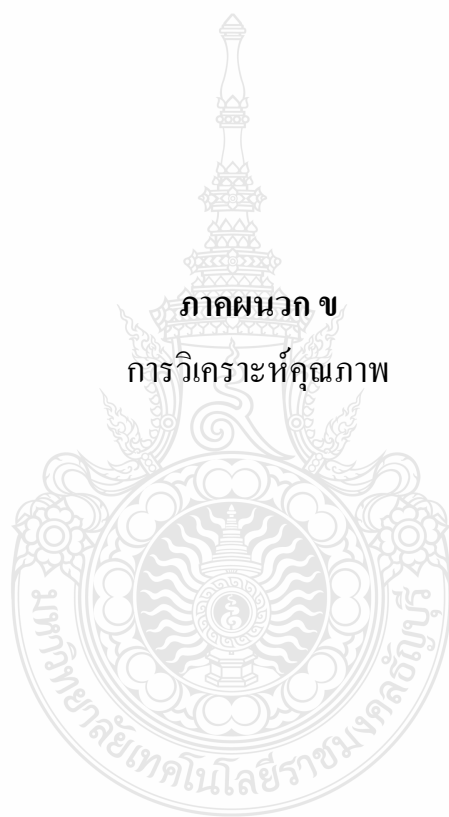
ความแปลกใหม่สำหรับอาหารเพื่อสุขภาพ

อื่นๆ โปรดระบุ.....

ข้อเสนอแนะ.....



ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์คุณภาพ



การวัดค่าความแข็ง

อุปกรณ์

1. เครื่อง Texture Analyze รุ่น TA 500
2. หัวกด (Compression) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 4 เซนติเมตร

วิธีการใช้เครื่อง Texture Analyze รุ่น TA 500

1. เปิดสวิตซ์ On/Off เครื่อง Texture Analyze ไฟสีแดงโชว์ และส่วนของเครื่องควบคุมการทำงานมีไฟสีเขียวเหนือข้อความ Monitor
2. เปิดสวิตซ์ Power On เครื่องคอมพิวเตอร์ เข้าสู่ระบบปฏิบัติการ Window 98
3. ตรวจสอบค่า Parameter ต่างๆของเครื่อง Texture Analyze ให้ถูกต้อง
ขนาดของ Load Cell 500 นิวตัน Accept A จอแสดงผล (LCD) ของ Texture Analyze Sensitivity 90.3% Accept A จอแสดงผล (LCD) ของ Texture Analyze หากข้อมูลไม่ถูกต้องตามที่เครื่องกำหนดไว้ ผู้ใช้แก้ไขข้อมูลเดิมให้ถูกต้องและกดปุ่ม C และป้อนข้อมูลเข้าไปให้ถูกต้อง
4. เลือก Icon โปรแกรม LR-Lx Console ดับเบิลคลิกเมาส์เข้าสู่โปรแกรมด้านล่างขวาของคอมพิวเตอร์ ปรากฏไอคอน Console
5. จอแสดงผล (LCD) ของเครื่อง Texture Analyze แสดง Local Control และ Remote Control เลือก Remote และ Ready
6. ไฟสีเขียวจะโชว์ด้านล่างของหน้าต่าง Console เพื่อให้ทราบการทำงานด้วยระบบคอมพิวเตอร์
7. เลื่อนเมาส์ไปหน้าต่างของ Console กดปุ่มขวาของเมาส์ 1 ครั้ง จะปรากฏหน้าต่างย่อยๆ ของ Console
8. เลื่อนแถบแสงไป Machine Set Up Schemes คลิกเมาส์ 1 ครั้ง
9. จอมอนิเตอร์ปรากฏส่วนหน้าต่างย่อยๆของ Machine Set Up Schemes
10. ตรวจสอบขนาดของ Load Cell Limit ให้ถูกต้อง ห้ามกำหนดค่าเท่ากับขนาดของ Load cell แต่สามารถกำหนดค่าได้ใกล้เคียงแต่ไม่ถึงค่าสูงสุดของ Load Cell 500 นิวตัน
11. ค่าที่กำหนดไว้ถูกต้องแล้ว เลื่อนเมาส์ไป Cancel ผ่าน หากค่าต่างๆผิด ควรกำหนดค่าให้ถูกต้อง

12. เมื่อกำหนดค่าของ Load Cell Limit ตามที่ต้องทำการบันทึก โดยเลื่อนแถบแสงไป Save As คลิกเมาส์ 1 ครั้ง
13. เลื่อนเมาส์มายังปุ่ม start จะปรากฏหน้าต่างของโปรแกรม เลือกโปรแกรม Nexygen ดับเบิ้ลคลิกเพื่อทำการเข้าสู่โปรแกรม Nexygen
14. จอมอนิเตอร์ปรากฏโปรแกรม Nexygen ชื่อบริษัทผู้ผลิตและหน้าต่างของ Nexygen
15. เลื่อนเมาส์ไป edit คลิกเมาส์ 1 ครั้ง เลื่อนเมาส์ไปที่ Insert New Test
16. จอมอนิเตอร์คอมพิวเตอร์โชว์หน้าต่างของ Text Type แสดงชนิดของแบบการทดสอบ โดยเลื่อนแถบแสงไปตามแบบการทดลองของตัวอย่างนั้นๆ คลิกเมาส์ 1 ครั้ง
17. เลื่อนเมาส์ไปตามแบบการทดสอบที่เหมาะสม คลิกเมาส์ 1 ครั้ง
18. เลื่อนเมาส์หรือแถบแสงไป Finish คลิกเมาส์ 1 ครั้ง เข้าสู่โหมดการทดสอบ ปรากฏกรอบสี่เหลี่ยมซ้อนกรอบใหญ่ มีข้อความแสดง
19. เลื่อนเมาส์ไปกรอบสี่เหลี่ยมเล็กที่มีข้อความ พร้อมคลิกเมาส์ค้างไว้และย้ายออกนอกกรอบสี่เหลี่ยมใหญ่บริเวณที่ว่าง
20. ดับเบิ้ลคลิกเมาส์กรอบสี่เหลี่ยมเล็ก จะมีเงาของกรอบโชว์ ผู้ใช้สามารถเลือกหน่วยในการวัดแรง เลื่อนเมาส์ไป คลิกเมาส์ 1 ครั้ง เพื่อเลือกหน่วยของการวัดที่เหมาะสม คลิกเมาส์ 1 ครั้ง
21. คลิกเมาส์โหมด Edit เลื่อนแถบแสง Advance คลิกเมาส์ 1 ครั้ง
22. โชว์หน้าต่างของ Advance ผู้ใช้กำหนดแรงและหน่วยการวัด คลิกเมาส์ที่ OK
23. เลื่อนเมาส์ไปหน้าต่าง Console คลิกเมาส์ 1 ครั้ง ที่ Zero เพื่อปรับค่าเริ่มต้นเป็น 0
24. เริ่มทดสอบ Start Test คลิกเมาส์ 1 ครั้ง เครื่องเริ่มการวัดอัตโนมัติ
25. จอมอนิเตอร์ปรากฏภาพกราฟการทดสอบ

การวัดค่าเนื้อสัมผัสของขนมปัง

1. เตรียมขนาดชิ้นตัวอย่าง เท่ากับ $60\pm 0.5 \times 60\pm 0.5 \times 40\pm 0.5$ มิลลิเมตร
2. ใช้ความเร็วในการทดสอบ (Test Speed) เท่ากับ 20 มิลลิเมตรต่อนาที ใช้แรงในการกด 0.5 นิวตัน กดลงไปเป็นระยะทางร้อยละ 70 ของความสูงตัวอย่าง
3. ทำการทดสอบตัวอย่าง วัดค่าตัวอย่างละ 6 ซ้ำ และบันทึกผล



ภาพที่ ข.1 เครื่องวัดค่าเนื้อสัมผัส

การวัดค่า A_w ด้วยเครื่องวัด Water Activity

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่า Water Activity (A_w)
2. ถ้วยพลาสติก (Sample Cup)

วิธีการ Set-Up Calibration

ให้ทำการปรับ Calibrate เครื่อง โดยให้สังเกต ดังนี้

ให้ปรับ 1 ครั้งในตอนเช้าหรือตอนเริ่มต้น แล้วใช้งานได้ทั้งวัน

ถ้าปล่อยเครื่องไว้โดยไม่รับการใช้นานๆ ให้ทำการปรับ (Calibrate) ทุกครั้งก่อนที่นำมาใช้

วิธีการใช้เครื่องเพื่อทำการวัดสารตัวอย่าง

1. ปรับปุ่มสีดำของเครื่อง ตรงหน้าด้านซ้ายมือของเครื่อง ไปในตำแหน่งที่ OPEN/LOAD
2. นำถ้วยพลาสติก (Sample Cup) มาใส่สารตัวอย่างให้ได้ปริมาตรประมาณ 1/3 ของภาชนะ
3. นำถ้วยพลาสติกมาใส่ไว้ในช่องใส่ตัวอย่างในเครื่องวัด
4. ให้หมุนปุ่มสีดำ ตรงหน้าด้านซ้ายมือของเครื่อง ไปในตำแหน่งที่ READ
5. จากนั้นรอกจนกระทั่งอ่านอุณหภูมิได้ตามที่ตั้งไว้ และ Relative Humidity ของอากาศที่วัดได้อยู่ในสถานะที่สมดุล (Equilibrium) กับตัวอย่าง สถานะนี้เรียกว่า Equilibrium Relative Humidity (ERH) เมื่อหารด้วย 100 ก็จะได้ค่า Water Activity (A_w) ตามที่ต้องการ

หมายเหตุ

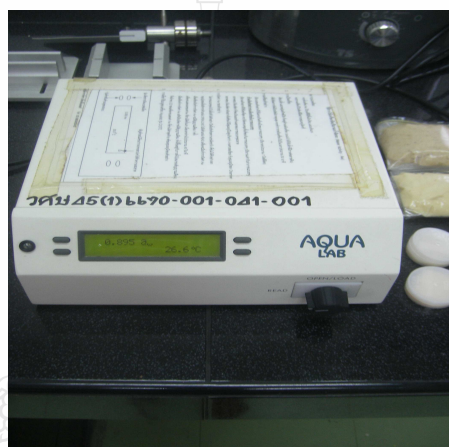
1. สารตัวอย่างแต่ละชนิดที่นำมาทดลองเพื่อทำการวัดค่า Water Activity (A_w) จะมีค่าที่แตกต่างกันไป อุณหภูมิของตัวอย่างนั้นๆก็มีส่วนทำให้ค่า Water Activity (A_w) แตกต่างกันไปอีกด้วย หมายความว่าสารตัวอย่างเดียวกัน ถ้ามีอุณหภูมิที่แตกต่างกันก็จะมีค่า Water Activity (A_w) ที่แตกต่างกันไปด้วย

2. ระยะเวลาที่รอกคอยให้ถึงจุด Equilibrium นั้นจะสั้นหรือยาวก็ขึ้นอยู่กับชนิดและส่วนประกอบของสารตัวอย่างนั้นๆ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเป็นสารตัวอย่างที่มีส่วนผสมของน้ำมันก็

จะต้องใช้เวลานานเป็นชั่วโมงกว่าจะถึงจุด Equilibrium ถ้าเป็นสารตัวอย่างทั่วไป เช่น แยม ไข่กรอก หรือขนมปังแห้ง จะใช้เวลาประมาณ 15-25 นาที

การวัดค่า Water Activity (A_w) ของขนมปัง

1. เตรียมขนมปังใส่ตลับพลาสติกสำหรับวัดค่าประมาณ 1 ใน 3 ของตลับ
2. นำไปใส่ในช่องใส่ตัวอย่างในเครื่องวัด
3. รอจนกระทั่งเครื่องวัดอ่านค่าของตัวอย่างคงที่จึงอ่านค่า Water Activity (A_w) ของตัวอย่างที่ได้จากเครื่องวัด
4. ทำการวัดค่า Water Activity (A_w) ของขนมปัง 6 ซ้ำ



ภาพที่ ข.2 เครื่องวัดค่า Water Activity

การคำนวณปริมาณน้ำที่จะต้องเติมในสูตรขนมปัง สำหรับในวิจัยนี้ต้องการให้ค่า Water Activity (A_w) ช่วงพักโดทุกสูตรมีค่าเท่ากับขนมปังสูตรพื้นฐานคือมีค่า A_w เท่ากับ 0.890 มีผลการคำนวณ ดังนี้

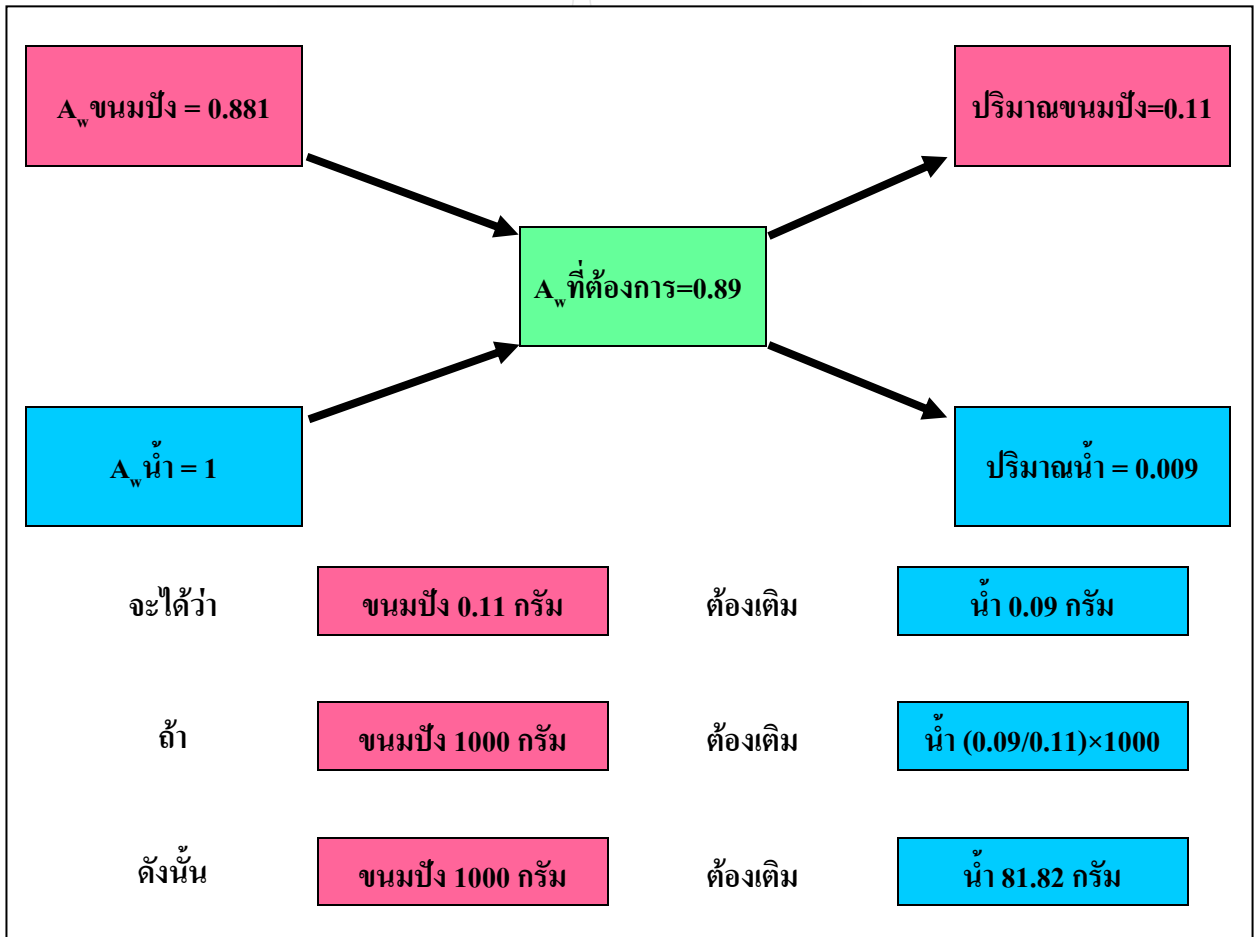
1) นำโดของขนมปังสูตรที่เสริมปริมาณแป้งถั่วขาวร้อยละ 50 นำไปวัดค่า Water Activity (A_w)

2) วัดค่า Water Activity (A_w) ได้เท่ากับ 0.881

3) คำนวณด้วยวิธีเพียร์สัน สแควร์

กำหนดให้ : ค่า Water Activity (A_w) ของน้ำบริสุทธิ์เท่ากับ 1 สามารถคำนวณได้

ดังภาพที่ ข.3



ภาพที่ ข.3 แผนภาพการคำนวณปริมาณน้ำโดยวิธีเพียร์สัน สแควร์ (Pearson's Square)

จากภาพที่ ข.3 แสดงแผนภาพการคำนวณปริมาณน้ำโดยวิธีเพียร์สัน สแควร์ (Pearson's Square) พบว่าปริมาณน้ำที่เหมาะสม ที่จะต้องเติมในสูตรขนมปัง คือปริมาณ 81.82 กรัม



ภาคผนวก ค
วิธีการการผลิตนมปิ้ง



วิธีการการผลิตขนมปัง [51]

1. ผสมแป้ง,นมสด,น้ำตาล,เกลือ,เนยเหลือง,ยีสต์,ไข่ไก่,กลั่นนมเนย ลงในเครื่องผสมแล้วตีผสมพร้อมกันจนเริ่มเข้ากันดี ดังภาพที่ ง.1



ภาพที่ ง.1 ผสมส่วนผสมและตีให้เข้ากัน

2. ค่อยๆเติมน้ำลงในเครื่องผสมและนวดต่อจนส่วนผสมเหนียวเนียน ดังภาพที่ ง.2



ภาพที่ ง.2 นวดจนส่วนผสมมีเนื้อเนียน

3. นำออกมาพักและตัดแบ่งให้ได้ก้อนละ 50 กรัม คลึงให้เป็นก้อนกลม ดังภาพที่ ง.3



ภาพที่ ง.3 ตัดแบ่งก้อนละ 50 กรัม

4. วางลงในพิมพ์ที่เตรียมไว้ พักไว้ประมาณ 1.20 ชั่วโมง ดังภาพที่ ง.4



ภาพที่ ง.4 พักโดในพิมพ์ที่เตรียมไว้

5. นำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ประมาณ 20 นาที ดังภาพที่ ง.5



ภาพที่ ง.5 นำเข้าเตาอบ

6. ยกออกจากเตา และพักให้เย็น จะได้ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว ดังภาพที่ ง.6



ภาพที่ ง.6 ขนมปัง





ภาคผนวก ง
ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

วิลาสินี มีมุข. 2554. “การประยุกต์เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเพื่อสุขภาพ,” การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2554 20-21 ตุลาคม 2554.

วิลาสินี มีมุข. 2555. “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง,” วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลชัยบุรี ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม-ธันวาคม) 2555.






รวมบทความ
การประชุมวิชาการย้ายงาน
วิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี 2554
IE NETWORK CONFERENCE 2011

20 - 21 ตุลาคม 2554
โรงแรมแอมบาสเตอร์ซิตี จอมเทียน พัทยา จังหวัดชลบุรี

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณาบทความ
การประชุมข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี 2554

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รศ.ดร.จิตรา รุ่งกิจการพานิช
ผศ.ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย
ผศ.ดร.ประมวล สุธีจาร์วัฒน์

รศ.ดร.ปารเมศ ชูติมา
ผศ.ดร.ดาริชา สุธีวงศ์
ผศ.ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดร.ปฏิภาณ จัยเจิม
ดร.สุดาร์ตน์ วงศ์กีรเกียรติ

ดร.ปณณมี สัจจกมล
ดร.สุวิภรณ์ วิชกุล

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

ดร.ชัยวัฒน์ นุ่มทอง
ดร.ศิริรัตน์ หมื่นวณิชกุล
อ.จันจิรา คงชื่นใจ

ดร.เพ็ญสุดา พันฤทธิ์ตา
ดร.สิริรงค์ กลั่นคำสอน

มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

ผศ.ชานนท์ มุลวรรณ
อ.ประภาพรพรณ เกษราพงศ์

ดร.ศักดิ์ชาย รักการ
อ.จักรินทร์ กลั่นเงิน

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รศ.ดร.พรเทพ ขอบจายเกียรติ
ผศ.ดร.ชาญณรงค์ สายแก้ว
ผศ.ดร.วีรพัฒน์ เศรษฐ์สมบูรณ์
ดร.ปาพจน์ เจริญอภิบาล

รศ.ดร.ศุภชัย ปทุมนากุล
ผศ.ดร.दनัยพงศ์ เชษฐโชติศักดิ์
ดร.ธนา ราษฎร์ภักดี

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

รศ.ดร.วิชัย ฉัตรทินวัฒน์
ผศ.ดร.คมกฤต เล็กสกุล
ผศ.ดร.สรรรุติชัย ชิวสุทธิศิลป์
ผศ.ดร.อรรถพล สมุทรคุปต์
ดร.ชมพูนุท เกษมเศรษฐ์
ดร.อนิรุท ไชยจาร์วัฒน์

รศ.ดร.วิมลีน เหล่าศิริถาวร
ผศ.ดร.วัสสนัย วรรณจรรย์ยา
ผศ.ดร.อภิชาติ โสภางค์
ดร.กรกฎ ไยบัวเทศ ทิพยาวงค์
ดร.วสวัชร นาคเขียว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รศ.คมสัน จิระภัทรศิลป์	รศ.ดร.บวรโชค ผู้พัฒนา
รศ.ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกุล	รศ.สันติรัฐ นันสะอาง
ผศ.ดร. เจริญชัย โขมพัตราภรณ์	ผศ.ดร.เตือนใจ สมบูรณ์วิวัฒน์
ผศ.พจมาน เตียวัฒน์รัฐติกาล	ดร.ช่อแก้ว จตุรานนท์
ดร.วิศิษฐ์ศรี วยะรัตน์	ดร.อิศรทัต พึ่งอ้น
อ.ปรีชาญา เพ็ญสุระ	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รศ.วันชัย แผลมหลักสกุล	ดร.กนกพร ศรีปฐมสวัสดิ์
------------------------	------------------------

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รศ.ดร.กรรณชัย กัลยาศิริ	รศ.ดร. ฤดี มาสุจินท์
ผศ.ดร. สกนธ์ คล่องบุญจิต	ผศ.ดร.สิทธิพร พิมพ์สกุล
ดร. อุดม จันทร์จรัสสุข	ดร.พิชญ์วดี กิตติปัญญางาม
ดร.ชุมพล ยวงโย	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ผศ.พิชัย จันทรมณี	ผศ.วิชาญ ช่วยพันธ์
-------------------	--------------------

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวล

ผศ.ณัฐศักดิ์ พรพุมิตศิริ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

ดร.นเรศ อินต๊ะวงศ์	ดร.บรรเจิด แสงจันทร์
ดร.ภาคภูมิ จารุภูมิ	ผศ.মনবিজা আবিপন্থ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

รศ.สุชาติ เย็นวิเศษ	ผศ.เดช เหมือนขาว
ผศ.สุรสิทธิ์ ระวีวงศ์	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผศ.ดร.พรศิริ จงกล	ดร.พงษ์ชัย จิตตะมัย
ดร.ปภากร สุนานนท์	ดร.ปวีร์ ศิริรักษ์
อ.นรา สมัตถภาพงค์	

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

รศ.ดร.จิรรัตน์ ชีระวรภาพักษ์
ผศ.ดร.วุฒิชัย วงษ์ทัศน์เกียรติ
ผศ.ดร.สวัสดิ์ ภาวระราช

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผศ.ดร.ภพพงษ์ พงษ์เจริญ
ดร.ขวัญนิธิ คำเมือง
ดร.ภาณุ บุรณจารุกร
อ.ศรีสัจจา วิทยศักดิ์

มหาวิทยาลัยปทุมธานี

ดร. ภาสพิรุฬห์ ศรีสำเริง

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ผศ.ดร.เกียรติศักดิ์ ศรีประทีป
ผศ.ดร.บพิตร บุปผโชติ
ดร.นิดา ชัยมูล

มหาวิทยาลัยมหิดล

รศ.ดร.ดวงพรรณม ศฤงคารินทร์
ดร.จิรพรรณ เลี้ยงโรคาพาธ

มหาวิทยาลัยรังสิต

ผศ.ดร.ธนวรรณ อัศวไพบูลย์
ผศ.สินี สุขกรมใส
อ.ศิลปชัย วัฒนเสย
อ.พรศกพงษ์ แก่นณรงค์

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ผศ.ดร. กฤษดา พิศลยบุตร
อ.นุกูล อุบลบาน

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

รศ.จันรัตน์ แต้ววัฒนา
ผศ.ดร.นิลวรรณ ชุ่มฤทธิ์
ดร.สิริเดช ขาดินิยม

รศ.ดร.จิรศิริพงศ์ เจริญถนัดชารักษ์
ผศ.ดร.วรารัตน์ กังสัมพันธ์
ผศ.ดร.เสมอจิตร หอมรสสุนธ์

ผศ.ศุภมาศ สิมารักษ์

ดร.สมลักษณ์ วรรณฤมล
อ.ธณิกานต์ ชงชัย

ผศ.ดร.สุทธาสคร อินดิเดช

ดร.อรอุมา ลาสุนนท์
ผศ.ดร.สุทธาสคร อินดิเดช
ดร.อรอุมา ลาสุนนท์

ผศ.ดร.เวศรธา วีระวัฒน์

ผศ.ศุภชัย นาทะพันธ์
ผศ.ดร.เพียงจันทร์ จริงจิตร
ดร.พิชญ์ มนัสปิติ
อ.ต่อศักดิ์ อุทัยไพฑู
อ.สายสุนีย์ พงษ์พัฒนศึกษา

ดร.เลิศเลขา ชนะชัยพันธ์

อ.นันทวรรณ อ่ำเอี่ยม

ผศ.ดร.ทศพล เกียรติเจริญผล

ดร.ณัฐพงษ์ คงประเสริฐ
ดร.พงษ์เพ็ญ จันทนะ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม

ผศ.พัฒน์พงศ์ อริยสิทธิ์
อ.จักร์พันธ์ กัณหา
อ.ธนิศ ศรีวัชรมย์
อ.วรพจน์ พันธุ์คง

ดร.จริณี มณีศรี
อ.ชวลิต มณีศรี
อ.พิสุทธิ์ รัตนแสนวงษ์
อ.สุพัฒตรา เกษราพงศ์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผศ.ดร.ประจวบ กล่อมจิตร
ผศ.ปฏิพัทธ์ หงษ์สุวรรณ
ผศ.สุชุม โฆษิตชัยมงคล
ดร.กัญญา ทองสนิท
ดร.สิทธิชัย แซ่แหล่ม

ผศ.จันทร์เพ็ญ อนุรัตนานนท์
ผศ.วันชัย ลีลากวีวงศ์
ผศ.สุวัฒน์ เณรโต
ดร.ณัฐพล ศิริสว่าง

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

รศ.ดร.นิกร ศิริวงศ์ไพศาล
รศ.สมชาย ชูโฉม
ผศ.ดร.เจษฎา วรรณสินธุ์
ผศ.ดร.นภิสพร มีมงคล
ผศ.ดร.รัญชนา สีนธวาลัย
ผศ.ดร.เสกสรร สุธรรมานนท์
ผศ.เจริญ เจตวิจิตร
ผศ.ยอดดวง พันธุ์นรา

รศ.วนิดา รัตนมณี
ผศ.ดร.กลางเดือน โพนนา
ผศ.ดร.ธเนศ รัตนวิไล
ผศ.ดร.ประภาส เมืองจันทร์บุรี
ผศ.ดร.สุภาพรรณ ไชยประพัทธ์
ผศ.ดร.อรุณ สังข์พงศ์
ผศ.พิเชฐ ตระการชัยศิริ
ผศ.สงวน ตั้งโพธิธรรม

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

อ.จิตลดา ชัมเจริญ
อ.วรลักษณ์ เสถียรรังษฤษฏี
อ.อรอุมา กอสนาน

อ.นิศากร สมสุข
อ.อัญชลี สุพิทักษ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ผศ.ดร.คณิศร ภูนิคม
ผศ.ดร.นุชสรา เกรียงกรกฎ
ผศ.ดร.ระพีพันธ์ ปิตาคะโส
ผศ.ดร.สุขอังคณา ลี
ดร.จริยาภรณ์ อุ๋นวงษ์

ผศ.ดร.นลิน เพ็ชรทอง
ผศ.ดร.ปรีชา เกรียงกรกฎ
ผศ.ดร.สมบัติ สิ้นธุเชาวน์
ดร.ธารชуда พันธุ์นิกุล
ดร.สันฉน์ โอฬาพิริยะกุล

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ดร.กรกฎ เหมสถาปัตย์

ดร.ดำรงเกียรติ รัตนอมรพิน

สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

ผศ.ชัยพฤกษ์ อากาศเวท

อ.เจษฎา วงศ์อ่อน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รศ.ดร.ชัยยุทธ ช่างสาร

ผศ.ดร.กิตติพงษ์ กิมะพงศ์

ผศ.ดร.ณัฐา คุปต์เชษฐียร

ผศ.ดร.ศิวกร อ่างทอง

ผศ.ดร.สมหมาย ผิวสอาด

ดร.กุลชาติ จุลเพ็ญ

ดร.ณรงค์ชัย โอเจริญ

ดร.สรพงษ์ ภาสุปรีย์

ผศ.สุรัตน์ ตรียวนพงศ์

ผศ.ประยูร สุรินทร์

รศ.มานพ ตันตระกูล

ผศ.ดร.จตุรงค์ ลังกาพินิจ

ผศ.ดร.วารุณี อริยวิริยะนันท์

ผศ.ดร.ศิริชัย ต่อสกุล

ผศ.ชวลิต แสงสวัสดิ์

ดร.ชัยยะ ปราณิตพลกรัง

ดร.ระพี กาญจนะ

ดร.สุมนมาลย์ เนียมกลาง

สารบัญ (ต่อ)

QMA14	การลดของเสียในกระบวนการผลิตใบพัดต่ออากาศของเครื่องยนต์เครื่องบินพาณิชย์ กฤษดา ประสพชัยชนะ ประสงค์ สุขสวัสดิ์	107
QMA15	การทดลองเพื่อกำหนดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมต่อการลดอัตราความผิดพลาดใน การอ่านเขียน ของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ นิพนธ์ จิระพัฒน์พิศาล	108
QMA16	การลดปริมาณความบกพร่องของผลิตภัณฑ์แผ่นล้อยืดเพื่อขยับรถกระบะบน แม่พิมพ์ต่อเนื่องโดยใช้การออกแบบการทดลองเชิงวิศวกรรม สชาติวี วงศ์สาย ช่อแก้ว จตุรานนท์ กฤษดา อัครรุ่งแสงกุล	109
QMA17	ระบบสารสนเทศเพื่อการควบคุมคุณภาพการผลิตสำหรับวิสาหกิจชุมชนเชียงใหม่ ชัยวัฒน์ กิตติเดชา พุทธสายัน นราทินิจ	110
QMA18	การพัฒนาเครื่องดักควันด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ เยาวรินทร์ รอดมณี ระพี กาญจนะ	111
QMA19	การปรับปรุงระบบบริหารหน่วยปฏิบัติการทดสอบลูกถ้วยไฟฟ้า ตามแนวทางมาตรฐาน มอก. 17025:2548 จุฬารักษ์ วรรณปิยะรัตน์ ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย	112
QMA20	การลดของเสียในกระบวนการผลิตปั้มน้ำโดยใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกม่า ยอดนภา เกษเมือง ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธ์	113
QMA22	การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปัง เพื่อสุขภาพ วิลาสินี มีมุข ระพี กาญจนะ	114
QMA23	การประยุกต์ใช้กระบวนการทางสถิติควบคุมคุณภาพของกระบวนการตรวจสอบผ้า ราชชัย ว่องไวยิ่งเจริญ ตลธรรม เอฬกานนท์ ปิยะพงษ์ คำคุณ ณัฐพล มีแก้ว ประนนาท เขียรรัฐติพิถุฒิ	115

การประยุกต์เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปัง
เพื่อสุขภาพ
Application of Quality Function Deployment in Healthy Bread Product
Development

วิลาสินี มีมุข^{1*} ระพี กาญจนะ²

- ^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110
E-mail: am_dora@hotmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการศึกษาและประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment : QFD) เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังผสมแป้งข้าวเพื่อสุขภาพ ขั้นตอนการศึกษาได้ทำการสำรวจและศึกษาความต้องการของลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังเพื่อสุขภาพรวมถึงความคิดเห็นต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังผสมแป้งข้าวเพื่อสุขภาพด้วย ผลที่ได้จากการศึกษาความต้องการของลูกค้าได้นำมาทำการวิเคราะห์โดยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ จากการสุ่มตัวอย่างของประชากรที่บริโภคขนมปังในจังหวัดปทุมธานี จำนวน 400 คน ผลจากการสำรวจพบว่า ระดับปัจจัยความต้องการที่ลูกค้าให้ความสำคัญมากที่สุดลำดับที่ 1 คือ ผลิตภัณฑ์สะอาด สดใหม่ (คะแนน 4.62) ลำดับที่ 2 รสชาติของสินค้า (คะแนน 4.52) และลำดับที่ 3 คุณค่าทางอาหารมีประโยชน์ทางด้านสุขภาพ (คะแนน 4.43) จากการการให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับข้อกำหนดทางเทคนิค (Relationships) โดยผู้วิจัย เมื่อพิจารณาคะแนนรวมของข้อกำหนดทางเทคนิคพบว่า คุณค่าทางอาหาร, สะอาด สดใหม่, ความปลอดภัยในการบริโภค, บรรจุภัณฑ์ที่มีคุณภาพที่ดี และสีโอเมก้า มีระดับความสำคัญเป็นลำดับต้น 5 ลำดับแรก

คำหลัก ขนมปังผสมแป้งข้าว, ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจของลูกค้า, การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ



การประยุกต์เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเพื่อสุขภาพ
Application of Quality Function Deployment in Healthy Bread Product Development

วิลาสินี มีมุข¹, ระพี กาญจนะ²

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 12110
E-mail: am_dora@hotmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีเป็นการศึกษาและประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment : QFD) เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังผสมแป้งถั่วขาวเพื่อสุขภาพ ขั้นตอนการศึกษาได้ทำการสำรวจและศึกษาความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังเพื่อสุขภาพ รวมไปถึงความคิดเห็นต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังผสมแป้งถั่วขาวเพื่อสุขภาพด้วย ผลที่ได้จากการศึกษาความต้องการของผู้บริโภคได้นำมาทำการวิเคราะห์โดยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (QFD) เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปัง จากการทำตัวอย่างของประชากรที่บริโภคขนมปังในจังหวัดปทุมธานี จำนวน 400 คน ผลจากการสำรวจพบว่า ระดับปัจจัยความต้องการที่ลูกค้าให้ความสำคัญมากที่สุดที่ 1 คือ ผลิตภัณฑ์รสชาติ (คะแนน 4.82) ลำดับที่ 2 รสชาติของดินค้า (คะแนน 4.52) และลำดับที่ 3 คุณค่าทางอาหารมีประโยชน์ทางด้านสุขภาพ (คะแนน 4.43) จากการทำให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับข้อกำหนดทางเทคนิค (Relationships) โดยผู้วิจัย เมื่อพิจารณาคะแนนรวมของข้อกำหนดทางเทคนิค พบว่า คุณค่าทางอาหาร, รสชาติ, ความปลอดภัยในการบริโภค, บรรจุภัณฑ์มีคุณภาพที่ดี และดีต่อใจมีค่า มีระดับความสำคัญเป็นลำดับต้น 5 ลำดับแรก ลำดับที่ 6-10 มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค, การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

1. บทนำ

สภาพของสังคมในปัจจุบันนี้แต่ละคนต่างดำรงชีวิตอย่างเร่งรีบทำให้เวลาในการเอาใจใส่ดูแลตัวเองและครอบครัวลดน้อยลง จนทำให้ละเลยการดูแลสุขภาพที่พอเหมาะไม่เพียงพอ ซ้ำยังมีโรคอาหารประเภทอาหารจานด่วนซึ่งเป็นต้นเหตุของโรคภัยไข้เจ็บหลายชนิด ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้บริโภคได้รับคุณค่าทางอาหารตามที่ต้องการ คำว่า "อาหารเพื่อสุขภาพ" หมายถึงอาหารที่รับประทานเข้าไปแล้วสามารถสร้างประโยชน์แก่ร่างกายและส่งผลกระทบต่อจิตใจ จึงควรมีลักษณะเป็นอาหารไขมันต่ำ ไขมันเคียวกันดีมีโคเลสเตอรอลต่ำ และมีเส้นใยอาหารสูง โดยอาหารนั้นต้องมีลักษณะดังนี้ เป็นอาหารปลอดภัยหรือมีสารพิษน้อย เป็นอาหาร

สมุนไพร เป็นอาหารที่มีการกระจายคุณค่าทางโภชนาการอย่างถูกต้อง เป็นอาหารที่ไม่สร้างปัญหาหรือทำลายสิ่งแวดล้อม [1]

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพมากมาย การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารผสมถั่วขาว ก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่เป็นที่นิยม เนื่องจากสารสกัดจากถั่วขาว (White kidney bean) สามารถทำหน้าที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะไมเลส (L-amylase) ได้ถึงกว่า 88% ซึ่งนั่นหมายความว่าหากเรารับประทานอาหารจำพวกแป้งเข้าไป 1 งาน แต่ร่างกายสามารถเปลี่ยนแปลงได้เป็น Glucose และมีโอกาสที่จะเปลี่ยนต่อไปเป็นไขมันได้เพียงครึ่งงานเท่านั้น อีกส่วนหนึ่งจะอยู่ในรูปคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate) ที่ไม่ดูดซึม แล้วขับถ่ายออกมาในรูปของเส้นใย (Fiber) แทน ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 วงจรการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ [2]

จากคุณสมบัติของถั่วขาวสามารถนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้แป้งเป็นวัตถุดิบในการผลิตได้โดยผู้วิจัยเลือกที่จะศึกษา และพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังโดยใช้แป้งเป็นวัตถุดิบหลักผสมกับสารสกัดจากถั่วขาวเพื่อให้เป็นขนมปังเพื่อสุขภาพสามารถรับประทานได้โดยไม่ต้องกังวลว่าจะมีแป้งหรือสารคาร์โบไฮเดรต ที่เน่าเสียและไม่เหมาะสมในร่างกายนานเกินความจำเป็น และการพัฒนาผลิตภัณฑ์จะต้องสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคได้สูงสุด ผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะใช้แบบสอบถามสำรวจถึงปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ แล้วนำมากระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment : QFD) เนื่องจากเป็นเทคนิคที่มีการศึกษาถึงความต้องการของผู้บริโภคแล้วทำการประเมินค่าเพื่อให้ทราบว่าคุณค่าความต้องการของผู้บริโภคส่วนใดมีความสำคัญมาก เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามความต้องการของผู้บริโภค สามารถนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นต้นแบบได้

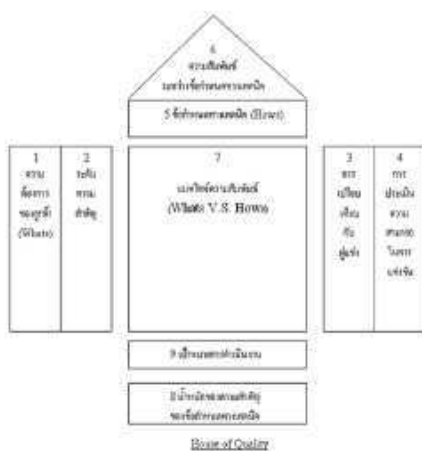


2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

QFD ได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารตั้งแต่ปี 1987 โดยวิศวกรรมที่เกี่ยวกับส่วนใดจะเป็นการใช้บ้านคุณภาพ (House of Quality) ซึ่งเป็นส่วนแรกของ QFD ใช้กับผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ลูกก๊วยเม่ [3], ถั่ว [4] และซอสพะเหือเทศ [5]

2.1 การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ (Function Quality Deployment) หรือ QFD เป็นเทคนิคหรือวิธีการสำหรับจัดโครงสร้างในการวางแผนการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยจะช่วยให้สามารถระบุความต้องการของลูกค้าได้อย่างชัดเจนและแปลงความต้องการนั้น ให้อยู่ในรูปแบบลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยมีเป้าหมายเพื่อตอบสนองพอใจของลูกค้า

2.2 เทคนิคบ้านคุณภาพ (House of Quality : HOQ) เป็นความแรกของ QFD โดยเกิดขึ้นจากการนำผลการสำรวจความต้องการของลูกค้า (WHATs) และระดับความสำคัญของความต้องการแต่ละข้อมาทำการพิจารณาข้อกำหนดทางเทคนิคต่าง ๆ (HOWs) ที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้โดยนำมาเขียนอยู่ในรูปของเมตริกซ์ความสัมพันธ์ (WHATs VS. HOWs) และข้อกำหนดทางเทคนิคต่างๆ นั้นจะถูกนำมาวัดความสัมพันธ์ระหว่างกันและกัน โดยเขียนเป็นเมตริกซ์รูปสามเหลี่ยมเหนือเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่าง WHATs กับ HOWs อันเปรียบเสมือนหลังคาของบ้านคุณภาพ [8]



รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบของบ้านคุณภาพ [7]

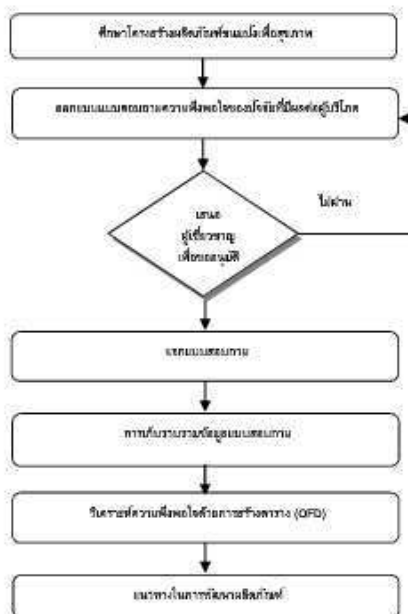
รายละเอียดส่วนประกอบของบ้านคุณภาพแสดงดังรูปที่ 2 มีขั้นตอนดังนี้

1. ระบุความต้องการของลูกค้า (Voice of customer)
2. ประเมินระดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้าแต่ละข้อ

3. เปรียบเทียบสินค้าของคู่แข่งกับสินค้าของผู้แข่งขันจากมุมมองของลูกค้า
4. ประเมินจุดอ่อนจุดแข็งของคู่แข่งและผู้แข่ง
5. ระบุข้อกำหนดทางเทคนิค (Technical Characteristics) ที่จะตอบสนองความต้องการของลูกค้าแต่ละข้อ (HOWs)
6. แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิคในแต่ละข้อไว้ที่ส่วนหลังคาของบ้าน
7. หากค่าความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้าและข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละข้อลงในเมตริกซ์ความสัมพันธ์ตรงส่วนกลางของตัวบ้านคุณภาพ
8. ทำความสะอาดความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละข้อ โดยพิจารณาจากระดับความสำคัญของความต้องการของลูกค้า
9. ระบุข้อกำหนดทางเทคนิคที่จะนำไปใช้ออกแบบผลิตภัณฑ์ในวันสุดท้ายอันเป็นเป้าหมายการดำเนินงาน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้ ได้มีขั้นตอนการวิจัยดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย



3.1 แบบสำรวจความต้องการของลูกค้าที่มีต่อขนมปังเพื่อสุขภาพ สำเนียงการศึกษาตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาโครงสร้างผลิตภัณฑ์ขนมปังเพื่อสุขภาพ ได้แก่ ศึกษาข้อมูลของผลิตภัณฑ์ขนมปัง การทำแป้งสีขาวเพื่อเป็นส่วนประกอบในขนมปัง ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะพื้นฐานสำคัญเพื่อใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบต่อไป
2. ออกแบบสอบถามความพึงพอใจของปัจจัยที่มีผลต่อผู้บริโภค เพื่อนำผลที่ได้มาวิเคราะห์พัฒนาต่อยอดให้สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ตามความต้องการของลูกค้า
3. เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่ออนุมัติแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ ให้ทำการตรวจสอบ และปรับแก้ก่อนนำไปสำรวจกลุ่มตัวอย่าง
4. แจกแบบสอบถามเพื่อสำรวจความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งวิธีการรวบรวมข้อมูลในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้จากการสำรวจกลุ่มประชากรภายในจังหวัดปทุมธานี นำมาคำนวณหาค่าทางสถิติของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรในการวิจัยครั้งนี้ โดยใช้วิธีการคำนวณหาจำนวนกลุ่มตัวอย่างดังสมการที่ (1) (Taro Yamane, 1973) โดยระดับความคลาดเคลื่อน 5%

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (1)$$

เมื่อ N แทน ประชากรทั้งหมดที่จะศึกษา
n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
e แทน ค่าความคลาดเคลื่อน (e = 0.05)

5. เก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถาม

3.2 การวิเคราะห์ความพึงพอใจโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ

1. หาความต้องการของลูกค้า (WHATs) วิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของลูกค้า โดยการจัดกลุ่มข้อมูลที่ได้ โดยใช้เทคนิคแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity Diagram) เพื่อจัดกลุ่มความต้องการหรือคุณลักษณะที่ประสมคัที่เหมือนกันให้เป็นความต้องการเดียวกัน เพื่อจัดความซ้ำซ้อนและง่ายต่อการวิเคราะห์
2. หาค่าระดับความต้องการ นำปัจจัยความต้องการของลูกค้าที่มีต่อขนมปังเพื่อสุขภาพทั้งหมด มาออกแบบสอบถามด้วยการวัดระดับคะแนนทั้งหมด 5 ระดับตั้งแต่ 1-5 โดยเรียงลำดับความสำคัญจากน้อยที่สุดไปยิ่งมากที่สุด จากการสำรวจจะคะแนนความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถาม จะได้ค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลหรือมีผลต่อความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง และค่าเฉลี่ยระดับคะแนนความพึงพอใจของคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ เพื่อนำมาใช้เป็นค่าคะแนนความสำคัญ (Importance Rating: IMP) ในบ้านคุณภาพ แต่เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมีลักษณะเป็นการเลือกให้ระดับคะแนน ดังนั้น

ผลคะแนนที่ได้จากการออกแบบสอบถาม จะใช้แบบ Geometric Mean ดังสมการที่ (2)

$$\text{Geometric Mean} = \sqrt[n]{N_1 \times N_2 \times N_3 \times \dots \times N_n} \quad (2)$$

เมื่อ N = ค่าของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม
n = จำนวนข้อมูล

3. สร้างบ้านคุณภาพ (House of Quality; HOQ) ดำเนินการตามเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ โดยการสร้างบ้านคุณภาพ ซึ่งจะประกอบไปด้วยความต้องการของลูกค้า (WHATs), ข้อกำหนดทางเทคนิค (HOWs) และเบ็ดเสร็จความสัมพัทธ์ (WHATs VS. HOWs)
4. แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการกำหนดค่าเป้าหมาย โดยผู้วิจัยจะนำความต้องการของลูกค้ามาจัดลำดับความสำคัญ และแปลงเป้าหมายต่างๆในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยในการตัดสินใจแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 ผลการเตรียมการก่อนการประยุกต์ใช้ QFD ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้จากการสำรวจกลุ่มประชากรในจังหวัดปทุมธานี จำนวน 929,250 คน [8] เพื่อนำมาคำนวณหาค่าทางสถิติของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรในการวิจัยครั้งนี้ โดยใช้วิธีการคำนวณหาจำนวนกลุ่มตัวอย่างดังสมการ (1)

$$n = \frac{929,250}{1 + 929,250(0.05)^2}$$

$$n = 399.63$$

พบว่าต้องรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามจำนวน 400 ชุด

4.2 วิเคราะห์ความต้องการของลูกค้า จากวิธีการสำรวจการแจกแบบสอบถาม เพื่อหาความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มผู้บริโภคขนมปังในเขตจังหวัดปทุมธานี วิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของลูกค้าตัวอย่าง โดยการจัดกลุ่มข้อมูลที่ได้ โดยใช้เทคนิคแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity Diagram) ผู้วิจัยแบ่งความต้องการของลูกค้าออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ข้อมูลด้านผลิตภัณฑ์ ประกอบไปด้วยรสชาติ, กลิ่น, คุณค่าทางอาหาร, มาตรฐาน HACCP, GMP, HALAL, ด้านบรรจุภัณฑ์, ผลิตภัณฑ์สะอาด สดใหม่, พกพาได้สะดวกและระบเก็บรักษา กลุ่มที่ 2 ข้อมูลด้านราคา ประกอบด้วยความพึงพอใจราคาสินค้า, เปรียบเทียบราคาสถาผล และความเหมาะสมตามต้นทุนของสินค้าที่ใช้ในการผลิต กลุ่มที่ 3 ข้อมูลด้านช่องทางการจำหน่าย ประกอบด้วยความสะดวกในการซื้อสินค้าและสถานที่จัดจำหน่ายสินค้า และกลุ่มที่ 4 ข้อมูลด้านการส่งเสริมการตลาด ประกอบด้วยแจกใบปลิว, ลดราคา ซื้อ 1 แถม 1 และสื่อโฆษณาต่างๆ สามารถแสดงการวัดกลุ่มได้ ดังรูปที่ 4



ด้านเชิงสัมพันธ์	ด้านราคา	ด้านผลกระทบ ที่มีต่อผู้บริโภค	ด้านผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม
รสชาติ	ความพึงพอใจ	ความปลอดภัย	ผลกระทบต่อ
กลิ่น	รสชาติของสินค้า	ความสะอาด	สิ่งแวดล้อม
คุณค่าทางอาหาร	ยี่ห้อสินค้า	ความน่าเชื่อถือ	ผลกระทบต่อ
มาตรฐาน HACCP			สิ่งแวดล้อม
มาตรฐาน GMP			สิ่งแวดล้อม
มาตรฐาน HALAL			ผลกระทบต่อ
แหล่งกำเนิด			สิ่งแวดล้อม
ความสะอาดบรรจุภัณฑ์			ผลกระทบต่อ
ความสะอาดบรรจุภัณฑ์			สิ่งแวดล้อม
เบ็ดเสร็จ			ผลกระทบต่อ
รสชาติ			สิ่งแวดล้อม
ความปลอดภัย			ผลกระทบต่อ
ความสะอาด			สิ่งแวดล้อม
ความสะอาด			ผลกระทบต่อ
ความสะอาด			สิ่งแวดล้อม

รูปที่ 4 แผนผังจัดกลุ่มข้อมูลของลูกค้า

4.3 คะแนนนำหนักความสำคัญของความต้องการของลูกค้า จากการแจกแบบสอบถาม และเก็บข้อมูลของประชากรกลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน ระยะเวลา 10 วัน สามารถแสดงค่าคะแนนนำหนักความสำคัญได้ดังตารางที่ 1

การคำนวณค่าเฉลี่ยของผลคะแนนที่ได้จากการสอบถามแบบสอบถาม สามารถใช้วิธีการคำนวณจากสมการที่ 2 ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) จากแบบสอบถามโดยเรียงลำดับความสำคัญ

จากตารางการให้ระดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่มีต่อชนบ่งเพื่อสุขภาพ โดยกลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามสรุปว่า ประเด็นด้านผลิตภัณฑ์รสชาติสดใหม่ เป็นประเด็นที่ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญอยู่ในลำดับที่มากที่สุด (คะแนน 4.62) ลำดับที่ 2 รสชาติของสินค้า (คะแนน 4.52) และลำดับที่ 3 คุณค่าทางอาหารมีประโยชน์ทางด้านสุขภาพ (คะแนน 4.43) ดังนั้นการให้คะแนนความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้านับข้อกำหนดทางเทคนิค (Relationships) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สุดสำหรับผลิตภัณฑ์จะมีผลต่อการสร้างลำดับความสำคัญของลูกค้านั้นได้

4.4 **การสร้างบ้านคุณภาพ (House of Quality; HOQ)** บ้านคุณภาพที่สร้างขึ้นจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้านับข้อกำหนดทางเทคนิค หลังจากได้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและระดับความสำคัญของความต้องการแต่ละประเด็น (IMP) มาทำการพิจารณาโดยแบ่งเป็นข้อกำหนดทางเทคนิคต่างๆ (Technical Requirement) ที่สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้านับข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละข้อจะมีการกำหนดค่าเป้าหมาย (Target Value)

ตารางที่ 2 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ลำดับความสำคัญโดยการเปรียบเทียบของข้อกำหนดทางเทคนิคและเป้าหมายของข้อกำหนดทางเทคนิค

ลำดับ	IMP	ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์
1	4.62	ผลิตภัณฑ์รสชาติสดใหม่
2	4.52	รสชาติของสินค้า
3	4.43	คุณค่าทางอาหารมีประโยชน์ทางด้านสุขภาพ
4	4.41	ระยะเวลาเก็บรักษา
5	4.31	ความสะดวกในการซื้อสินค้า
6	4.28	ความพึงพอใจของภาคีผู้ซื้อ
7	4.23	เปิดร้านมีวันประกัน
8	4.21	สามารถพกพาได้สะดวก
9	4.21	สถานที่จัดจำหน่ายสินค้า
10	4.18	กลิ่นของสินค้า
11	4.17	มีกำหนดระยะเวลาการรับประกันสินค้าที่เป็นการดี
12	4.02	เก็บเกี่ยวภาคีผู้ตอบแบบสอบถามกับคู่แข่งอื่น
13	3.94	มาตรฐาน GMP
14	3.93	ขนาดบรรจุภัณฑ์ใหม่ตรงกับขนาดสินค้า
15	3.92	แยกให้ชัดเจน
16	3.91	ความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์
17	3.9	การตรวจหาล้าง 1 แก้ว
18	3.87	ชื่อไม่เหมือนกับคู่แข่ง
19	3.86	มาตรฐาน HACCP
20	3.86	ความสะอาดของบรรจุภัณฑ์
21	3.7	ชื่อไม่เหมือนกับคู่แข่ง
22	3.7	มาตรฐาน HALAL(ฮาลาล)
23	3.66	ชื่อไม่เหมือนกับคู่แข่ง
24	3.6	ชื่อไม่เหมือนกับคู่แข่ง

ข้อกำหนดทางเทคนิค	%ลำดับความสำคัญโดยเปรียบเทียบ	เป้าหมาย
รสชาติสดใหม่	3.55	รสชาติตามธรรมชาติของผลไม้
กลิ่นของผลิตภัณฑ์	2.83	กลิ่นธรรมชาติของผลไม้ไม่คั่งปร่าคั่ง
สีของผลิตภัณฑ์	0.91	สีตามธรรมชาติของผลไม้สดไปไม่มีกลิ่น
ขนาดบรรจุภัณฑ์	0.83	แบ่งสีที่ชัดเจน
คุณค่าทางอาหาร	10.31	มีประโยชน์ต่อร่างกาย
ระยะเวลาเก็บรักษา	4.48	ตามชนิดผลิตภัณฑ์
ความสะดวกในการซื้อสินค้า	4.54	แสดงข้อมูลรายละเอียดที่ได้รับจากส่วนประกอบ
ความพึงพอใจในการบริโภค	2.87	ได้รับมาตรฐานรับรองคุณภาพ
เปิดร้านมีวันประกัน	5.23	50 วันหลัง 1 ช่องแม่โขง
ความสะดวกในการพกพา	3.59	มีผลิตภัณฑ์พกพา มีฉีก
สถานที่จัดจำหน่ายสินค้า	3.79	มีสินค้าให้เลือก
ความปลอดภัยในการบริโภค	3.81	สามารถบริโภคได้ทันที
ความสะอาดของบรรจุภัณฑ์	5.11	5/5 นิ้ว
ข้อกำหนดทางเทคนิค	8.8	เป้าหมาย



ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชื่อค่าพหุทางเทคนิค	%ลำดับ ความสำคัญโดย ภาพเปรียบเทียบ	เป้าหมาย
รสชาติอร่อย	17	ไม่ใส่สารวัตถุกันเสีย
ความสะอาดในการพกพา	8.1	พกง่าย สะดวก
รสชาติอร่อยเกิน	8.8	และกลิ่นดีและรสชาติอร่อย
ราคาดีสำหรับสินค้า	3.43	15 บาทต่อซองขนาด 50 กรัม
ความสะอาดในการซื้อ สินค้า	3.4	สามารถซื้อได้ง่าย
ฟังก์ชันการชงสินค้า	7.53	วางจำหน่ายและสะดวกซื้อ
มีโฆษณา	3.55	มีการประชาสัมพันธ์ที่ดี

โดยให้ความหมายของสัญลักษณ์ต่างๆ ดังนี้ [9]

- ↑ ค่าเป้าหมายยิ่งเพิ่มขึ้นดี
- ↓ ค่าเป้าหมายยิ่งลดลงดี
- ค่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ดีอยู่แล้ว

บ้านคุณภาพที่สร้างขึ้นจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้าและข้อกำหนดทางเทคนิค คะแนนความสัมพันธ์ใช้เป็นสัญลักษณ์มีความหมายดังนี้ [10]

- มีความสัมพันธ์ดีมาก ระดับคะแนน = 9
- มีความสัมพันธ์มีปานกลาง ระดับคะแนน = 3
- △ มีความสัมพันธ์น้อย ระดับคะแนน = 1

ช่องว่าง ไม่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ระดับคะแนน = 0
 ค่าน้ำหนักความสำคัญ(Absolute Technical Requirement: AI) เป็นค่าหาความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคแต่ละข้อโดยใช้สูตร

$$AI = \sum (\text{ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อกำหนดทางเทคนิค} \times \text{ความต้องการของลูกค้า} \times \text{IMP}) \quad (3)$$

จากนั้นนำค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคมาหาโดยเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความสัมพันธ์ได้จาก

$$\%Relative = \frac{AI_i}{\sum AI} \times 100 \quad (4)$$

นำค่าที่คำนวณได้ทั้งหมดมาใส่ลงในบ้านคุณภาพ แสดงได้ดังรูปที่ 5 และเมื่อพิจารณาคะแนนรวมของข้อกำหนดทางเทคนิคพบว่า คุณค่าทางอาหารมีประโยชน์ต่อร่างกาย มีคะแนนความสำคัญมากที่สุด หมายความว่า หากออกแบบขนมปังผสมแป้งถั่วขาวให้ได้ตามข้อกำหนดทางเทคนิคดังกล่าว จะสามารถสนองความต้องการของลูกค้าได้มากที่สุดทั้งในด้านคุณค่าทางอาหารมีประโยชน์ทางด้านสุขภาพ, ผลิตภัณฑ์สะอาด สดใหม่ ความพึงพอใจของรสชาติสินค้า มีราคาเหมาะสมตามต้นทุนของสินค้า ราคาสีสินค้า ความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์ และเปรียบเทียบราคาตามตลาดเท่ากับคู่แข่งอื่น

4.5 ผลการกำหนดค่าเป้าหมาย เมื่อพิจารณาคะแนนรวมของค่าน้ำหนักความสำคัญของข้อกำหนดทางเทคนิคสมบูรณ์ และค่าเปอร์เซ็นต์ลำดับความสำคัญโดยการเปรียบเทียบแล้ว พบว่า

ข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีระดับความสำคัญเป็นลำดับต้นๆ 5 ลำดับแรก คือ คุณค่าทางอาหารมีประโยชน์ต่อร่างกาย, สะอาดสดใหม่ ไม่ใส่สารวัตถุกันเสีย, ความปลอดภัยในการบริโภค ได้รับมาตรฐานรับรองคุณภาพ, บรรจุภัณฑ์มีคุณภาพที่ปิดผนึกสมบูรณ์มีฉีกฉีกและสื่อโฆษณาที่มีการประชาสัมพันธ์ที่ดี หมายความว่า หากออกแบบขนมปังเพื่อสุขภาพให้ได้ตามข้อกำหนดทางเทคนิคดังกล่าว จะสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้มากที่สุดทั้งในด้านคุณค่าทางอาหารมีประโยชน์ทางด้านสุขภาพ, ผลิตภัณฑ์สะอาด สดใหม่, มีมาตรฐานรับรองคุณภาพ, ความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์ และมีสื่อโฆษณาประชาสัมพันธ์ให้ดียิ่งๆ

5. สรุป

ในการศึกษานี้ พบว่าสามารถนำเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพมาประยุกต์ใช้กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเพื่อสุขภาพผสมแป้งถั่วขาวได้ โดยการสร้างบ้านคุณภาพขึ้น จากการใช้ความต้องการของลูกค้าที่ได้จากการใช้แบบสอบถาม ซึ่งความต้องการของลูกค้าที่มีคะแนนความสำคัญสูงสุดคือผลิตภัณฑ์สะอาด สดใหม่ และรสชาติอร่อยดีและเมื่อแปลงความต้องการของลูกค้าเป็นข้อกำหนดทางเทคนิค คุณค่าทางอาหาร, สะอาด สดใหม่, ความปลอดภัยในการบริโภค, บรรจุภัณฑ์มีคุณภาพที่ดีและสื่อโฆษณา เป็นข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีระดับความสำคัญ 5 อันดับแรก

6. ข้อเสนอแนะ

1. ความต้องการของลูกค้ามีการเปลี่ยนแปลงเสมอ ขึ้นอยู่กับแนวโน้มบริโภคนิยมในแต่ละช่วง ดังนั้นควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการประยุกต์ใช้เทคนิค QFD อย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าในช่วงเวลานั้นๆ ได้เป็นอย่างดี
2. เทคนิค QFD จะไม่มีทฤษฎีการประยุกต์ใช้ที่ตายตัว ดังนั้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับข้อกำหนดทางเทคนิคในตาราง QFD (Relationships) จึงขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้ออกแบบว่าจะใช้วิธีการใดมาวิเคราะห์
3. เมื่อมีการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นต้นแบบ ผู้วิจัยมีความเห็นว่าควรใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment) ภายใต้อำนาจกำหนดด้านผลิตภัณฑ์ เพื่อพัฒนาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมปังผสมแป้งถั่วขาวเพื่อสุขภาพ อีกทั้งสามารถลดค่าใช้จ่ายและลดเวลาลงได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ ด้วยการได้รับความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างประชากรจังหวัดปทุมธานีที่เอื้อเฟื้อเวลาในการทำแบบสอบถาม มีดา มารดา ศร.ระพี กาญจนะ, ศร.อรวิทย์ อุปถัมภ์ ภาณุเนห์, ศษ.ศรีโร จารุกัญญา และดร.อภิรักษ์ วิธภา ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย ซึ่งผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้



วัตถุประสงค์การประเมิน		ตัวชี้วัด	น้ำหนัก	ระดับคุณภาพของผลการดำเนินงาน																						
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
ด้านผลสัมฤทธิ์	ความสำเร็จสัมฤทธิ์	1	4.50																							
	ปริมาณงานสัมฤทธิ์	2	4.88																							
	ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	3	4.45																							
	ผลงาน NRC2	4	3.86																							
	ผลงาน CSR	5	3.94																							
	ผลงาน FSI/โครงการ	6	3.7																							
	ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	7	3.95																							
	ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	8	3.58																							
	ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	9	3.86																							
	ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	10	4.25																							
	ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	11	4.02																							
	ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	12	4.33																							
	ด้านงาน	ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	13	4.48																						
		ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	14	4.38																						
ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย		15	4.02																							
ด้านกระบวนการ	ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	16	4.17																							
	ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	17	4.51																							
	ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	18	4.33																							
	ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	19	3.92																							
ด้านงานวิจัย	ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	20	3.3																							
	ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	21	3.85																							
	ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	22	3.65																							
	ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	23	3.4																							
	ความสำเร็จงานวิจัย : วิทยานิพนธ์/งานวิจัย	24	3.7																							
รวม																										
ค่าเฉลี่ยรวม																										
ค่าเฉลี่ยรวม																										

รูปที่ 5 บ้านคุณภาพของผลสัมฤทธิ์ของงานวิจัย



เอกสารอ้างอิง

- [1] กุสุมา พึ่งเพาะปลูก, การบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพที่ดี (Online), 2551. Available: <http://www.si.mahidol.ac.th/department/Medicine/home/n euro.pdf> (9 มีนาคม 2554)
- [2] ตาล้า, สารสกัดจากถั่วขาว ขาลกรง่า'แม่', กรุงเทพธุรกิจ (Online), 2552. Available: <http://www.bangkokbiznews.com/home/search/> (5 มีนาคม 2554)
- [3] Bech, A.C., Englund, E., Juhl, H.J., Kristensen, K. and Poulsen, C.S. 1994. QFood-optimal design of food products. MAPP working paper no.19, MAPP, Aarhus.
- [4] Bech, A.C., Hansen, M. and Wienberg, L. 1997. Application of House of Quality in translation of consumer needs into sensory attributes measurable by descriptive sensory analysis. *Food Quality and Preference*, 8: 329-348.
- [5] Costa, A.I.A., Dekker, M. and Jongen, W.M.F. 2001. Quality Function Deployment in the food industry: a review. *Trend in Food Science and Technology*, 11: 308-314.
- [6] จำเริญ เรืองแก้ว, การประยุกต์ใช้เทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่มีสารอาหารสูงจากถั่ว, การประชุมวิชาการงานวิจัยกรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2551, 20-22 ตุลาคม 2551, 2551, หน้า 447-452
- [7] วิเชียร บุญจิวพัฒนาผล, การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่โดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ค้า (QFD) เชื่อมเทคนิคการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์คิดค้น (TRIZ), 2006. Available: http://www.lpa.or.th/vemagazine/other/triz.php?content=triz_qfd_01 (8 พฤษภาคม 2554)
- [8] วงศ์ศักดิ์ สวัสดิ์พาณิชย์, จำนวนประชากร (Online), 2552. Available: <http://203.157.181.5/yasopho/pop2551/pop2551.html> (8 พฤษภาคม 2554)
- [9] นฤธยา สาสแฟง, 2550. การออกแบบผลิตภัณฑ์จากข้าว และการพัฒนากระบวนการผลิตด้วยเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพและการออกแบบการทดลอง, วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่
- [10] เพ็ญประภา เลิศคำโรตภพ, 2550. การประยุกต์ใช้เทคนิคบ้านคุณภาพสำหรับการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์มือถือหุงข้าวไฟฟ้าที่ควบคุมด้วยระบบพีซี, วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี
- [11] สมจิตร นิยมไทย และสุภาวรัตน์ เรืองรมณีไพฑูริย์, 2546. 'การใช้ถั่วขาวเป็นอาหารคน' สถาบันถั่วขาวและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [12] หนังสือพิมพ์กรุงเทพออนไลน์, ตลาดอาหารเสริมของไทย วันที่ 16 มีนาคม 2552, สืบค้นจาก (ออนไลน์) Available: <http://www.foodindustrythailand.com> [เข้าถึง 12 เมษายน 2554]
- [13] มณฑลีส ศาสนเน็ทน์, 2548. การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อ การสร้างสรรค์นวัตกรรมและวิศวกรรมย่อหอย. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพฯ, หน้า 91-114.
- [14] Yamane, T., *Statistics : an Introductory Analysis*. Tokyo : Harper International Edition, 1973.



วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลชัยบุรี >>>>>>

ที่ วร A1 / 2555

๒๕ กรกฎาคม 2555

เรื่อง ตอบรับตีพิมพ์บทความลงในวารสาร

เรียน นางสาววิลาสินี มีมุข

ตามที่ท่านได้ส่งบทความเรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง” เพื่อขอตีพิมพ์ลงในวารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลชัยบุรี ทางกองบรรณาธิการ ได้พิจารณาแล้วเห็นควรให้ตีพิมพ์ลงในวารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลชัยบุรี ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 (กรกฎาคม – ธันวาคม) 2555 ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต แสงสวัสดิ์)

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลชัยบุรี

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวโดยประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง
 Development of Bread with White kidney bean Product by Apply of Design of Experiments

วิลาสินี มีมุข¹ ระพี กาญจนะ² อรวรรค์ อุปลัมภานนท์³

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการนำเทคนิคการออกแบบการทดลอง (Design of Experiments) เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการใช้แป้งถั่วขาวทดแทนปริมาณแป้งสาลีในการผลิตขนมปัง ขั้นตอนการศึกษาได้ทำการศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมปัง พบว่าปริมาณการเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 0 ถึงร้อยละ 50 คือช่วงที่ผู้บริโภคเกิดการยอมรับสูงสุด ทำการปรับปรุงคุณภาพของขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว โดยปรับปริมาณน้ำที่ใช้ พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำเป็น 81.82 กรัม จากสูตรพื้นฐาน สามารถทำให้ค่า Water Activity (A_w) ของขนมปังหลังปรับน้ำ มีค่าใกล้เคียงกับขนมปังสูตรพื้นฐานได้ และมีผลทำให้ค่าความแข็งลดลงจาก 42.27 นิวตัน ลดลงเหลือ 30.27 นิวตัน ส่งผลทำให้เนื้อสัมผัสของขนมปังนุ่มมากขึ้น ต่อจากนั้นทำการแปรปริมาณแป้งถั่วขาวเสริมในขนมปังออกเป็น 4 ช่วง คือร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 ตามลำดับ พบว่าผู้บริโภคเกิดการยอมรับขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวที่ปริมาณร้อยละ 30 มากที่สุด นำไปทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์กับผู้บริโภค 100 คน โดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (Hedonic Scale 9-point) ในคุณลักษณะด้านกลิ่น กลิ่นรส ความนุ่ม และความชอบรวม พบว่ามีผู้ที่สนใจจะซื้อคิดเป็นร้อยละ 82 แต่เมื่อได้รับข้อมูลเกี่ยวกับถั่วขาวแล้วทราบถึงประโยชน์ ผู้บริโภคเกิดการยอมรับเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 100 โดยเฉพาะข้อมูลด้านโภชนาการที่มีผลต่อผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก คิดเป็นร้อยละ 81 ส่วนผู้ที่ต้องการความแปลกใหม่สำหรับอาหารเพื่อสุขภาพมีร้อยละ 19

คำสำคัญ: ขนมปัง, ถั่วขาว, การออกแบบการทดลอง

Abstract

The objective of this research is to apply the design of experiments (DOE) technique in order to find the optimal proportion of white kidney bean flour to substitute wheat flour in bread production. The research methodology firstly begins with literature reviews the basic formulation of bread production, it indicates that the suitable proportion of white kidney bean flour to substitute wheat flour range from 0% to 50% according to the maximum acceptable customer satisfactions. Secondly, improving the quality of bread with kidney bean product is done by adjusting the quantity of water. From the experimental testing, using water 81.82 g. given the Water Activity (A_w) value as equivalent to the A_w of bread produced by basic formula and the hardness decreased from 42.27 N to 30.27 N. leading to the bread's texture become softer. Next, the preference testing by hedonic scale 9-point were conducted with 100 samples to find the optimal proportion with 10%, 20%, 30% and 40% of white kidney bean flour to substitute wheat flour into the basic formula bread production. The result showed that the bread with 30% white kidney bean flour is the maximum acceptable customer satisfactions. Eighty-two percent of respondents are interested to buy this product and as a result of providing the information of white kidney bean nutrition the customer acceptance level increased to 100 percent. The information of white kidney bean nutrition has 81 percent and 19

¹นักศึกษาศาขวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

²อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

³อาจารย์สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

percent impact to a person who diet and control weight and a person who interests an innovation healthy food product, respectively.

Keywords: bread, white kidney bean, design of experiments.

1. บทนำ

ถั่วขาวเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีต้นกำเนิดในพื้นที่สูง ประเทศไทยมีการปลูกถั่วขาวบนพื้นที่สูงเช่นเดียวกัน พบว่าสามารถเพาะปลูกได้ดี แต่ยังไม่แพร่หลายนัก [1] ปัจจุบันมีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับถั่วขาวที่ชื่อว่า ฟาซิสโอลามิน (phaseolamin) ซึ่งมีคุณสมบัติทำให้เอนไซม์อะไมเลสเป็นกลาง ดังนั้น แป้งหรือคาร์โบไฮเดรตที่เรบริโกลเข้าสู่ไปนั้นจึงไม่สามารถเปลี่ยนจากแป้งกลายเป็นน้ำตาลได้ถึงร้อยละ 66 หากได้รับสารสกัดจากถั่วขาวเข้าไปในปริมาณ 500 มิลลิกรัมต่อวัน [2] ร่างกายจึงได้รับพลังงานจากแป้งน้อยลงตามไปด้วย ซึ่งมีผลทำให้การสะสมของไขมันที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนรูปของน้ำตาลเป็นไขมันลดน้อยลงด้วย เมื่อร่างกายได้รับพลังงานน้อยลงไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกายในแต่ละวัน ร่างกายจึงต้องเผาผลาญไขมันที่สะสมไว้ ออกมาใช้มากขึ้น น้ำหนักก็จะลดลงอีกด้วย นอกจากนี้แป้งที่ไม่ถูกย่อยจะทำให้เกิดความรู้สึกอิ่มนานขึ้น จึงช่วยลดความอยากอาหารไปด้วยในตัว หลังจากนั้นแป้งก็จะถูกขับถ่ายออกจากร่างกายตามปกติ [3] จากประโยชน์ของถั่วขาวนั้นได้นำมาแปรรูปทางด้านอุตสาหกรรมและอาหารพร้อมบริโภครูปแบบต่างๆหลากหลาย เช่น ถั่วขาวในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มคัมกาแฟและ โกโก้ชนิดผง ชูครีมถั่วขาว ถั่วขาวผสมคอสลาเจน ถั่วขาวในซอสมะเขือเทศบรรจุกระป๋อง เป็นต้น ดังนั้นถั่วขาวจึงเป็นวัตถุดิบชนิดหนึ่งที่น่าสนใจนำมาใช้เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการในผลิตภัณฑ์อาหาร

ขนมปังเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่รับประทานเป็นอาหารหลักในหลายๆประเทศ และได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในประเทศไทย อย่างไรก็ตามขนมปังที่จำหน่ายทั่วไปมักเป็นผลิตภัณฑ์ที่มี

ไขมันสูงตั้งแต่ร้อยละ 3-24 [4] แต่สำหรับผู้บริโภคที่ให้ความใส่ใจต่อสุขภาพต้องการเพิ่มเส้นใยในขนมปังขาวที่มีแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก [5] จึงได้มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการนำแป้งชนิดอื่นมาเสริมหรือทดแทนแป้งสาลีในขนมปัง เช่น ผลของการเสริมใบมะรุ่มต่อคุณภาพของขนมปัง [6] ผลของการเสริมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนต่อคุณภาพของขนมปังขาว [7] ผลของการใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งโฮลวีทในขนมปัง [8] การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมใบเคออบแห้ง [9] การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังโปรตีนและใยอาหารสูง [10] เป็นต้น

งานวิจัยนี้จึงได้เลือกที่จะศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังโดยใช้แป้งถั่วขาวทดแทนปริมาณแป้งสาลี เพื่อให้เป็นขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว สามารถรับประทานได้โดยไม่ต้องกังวลว่าจะมีแป้งหรือคาร์โบไฮเดรตที่เผาผลาญไม่หมดสะสมในร่างกายมากเกินไป โดยใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง (Design of Experiments) เพื่อทราบปัจจัยที่มีผลต่อควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ได้ตามความต้องการของลูกค้า นำไปผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นต้นแบบได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แผนการทดลองแบบสุ่มตลอดโดยสมบูรณ์

แผนการทดลองแบบสุ่มตลอดโดยสมบูรณ์ (complete randomized design, CRD) เป็นแผนการทดลอง โดยที่สิ่งทดลองถูกสุ่มจัดลงในหน่วยการทดลอง เป็นแผนที่มีประสิทธิภาพดีมากกว่าหน่วยของการทดลองมีความสม่ำเสมอ และสามารถประยุกต์ใช้ในงานพัฒนาสูตร การพัฒนากรรมวิธีการผลิต การทดสอบ

ทางประสาทสัมผัส การสุ่มไม่จำเป็นต้องทำซ้ำเท่ากัน แต่เพื่อความสะดวกนิยมใช้เท่ากัน การวิเคราะห์ความแปรปรวนจะเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว โดยที่ความแปรปรวนอธิบายได้เป็นความแปรปรวนที่เกิดจากสิ่งทดลองเท่านั้น แผนการทดลองแบบ CRD สามารถอธิบายในรูปแบบการเชิงเส้นทั่วไป (general linear model) ดังแสดงในสมการที่ 1 [11]

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij} \quad (1)$$

โดยที่ Y_{ij} = ค่าสังเกตจากสิ่งทดลอง i ในซ้ำที่ j
 μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง
 T_i = อิทธิพลของสิ่งทดลองที่ i
 E_{ij} = ความคลาดเคลื่อนสุ่ม

2.2 แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์

แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCB, RCBD, RBD) เป็นแผนการทดลองที่สิ่งทดลองถูกสุ่มจัดลงในบล็อกเพื่อให้ภายในบล็อกมีความสม่ำเสมอมากที่สุด มีประสิทธิภาพดีมากถ้าหน่วยของการทดลองไม่มีความสม่ำเสมอ สามารถประยุกต์ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส การพัฒนาสูตร การพัฒนากรรมวิธีการผลิต การสุ่มไม่จำเป็นต้องทำซ้ำเท่ากันในแต่ละบล็อก แต่เพื่อความสะดวกนิยมใช้เท่ากัน การวางแผนแบบ RCBD มีข้อกำหนดเบื้องต้นคือ ต้องไม่มีอันตรกิริยา (interaction) ระหว่างบล็อกและสิ่งทดลอง ดังนั้นความแปรปรวนที่อธิบายได้ที่เกิดขึ้นในการทดลองจะมาจาก 2 แหล่งคือ จากสิ่งทดลอง และจากบล็อก แผนการทดลองแบบ RCBD สามารถอธิบายในรูปแบบสมการเชิงเส้นทั่วไปดังแสดงในสมการที่ 2 [11]

$$Y_{ij} = \mu + T_i + R_j + E_{ij} \quad (2)$$

โดยที่ Y_{ij} = ค่าสังเกตจากสิ่งทดลอง i ในซ้ำที่ j
 μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดในการทดลอง

T_i = อิทธิพลของสิ่งทดลองที่ i
 R_j = อิทธิพลของบล็อกหรือซ้ำที่ j
 E_{ij} = ความคลาดเคลื่อนสุ่ม

2.3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยหลังการวิเคราะห์ความแปรปรวน

Duncan หรือ DMRT (duncan's new multiple range test) ใช้เมื่อมีสิ่งทดลองเป็นจำนวนมาก และไม่มี การวางแผนล่วงหน้าโดยเปรียบเทียบผลต่างของค่าเฉลี่ย คู่ที่ต้องการเปรียบเทียบกับค่า $LSR_{\alpha,p}$ (least significant range) [11]

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบการทดลอง (Design of Experiments) ได้ถูกนำมาใช้ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ขนมปังหลายงานวิจัย เช่น อุไรวรรณ สุขชะ [9] ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมไบโอเคบแห้ง ต่อมา ลดาวัลย์ เจริญรัตนศรีสุข [10] ศึกษาการพัฒนาแป้งขนมปังเสริมโปรตีนและใยอาหารสูง

Green and Bovell-Benjamin [12] ศึกษาการนำแป้งมันเทศมาเสริมในขนมปัง โฮลวีท Karaoglu and Kotancilar [13] พบว่าการเติม Ca-propionate เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บขนมปัง มีผลทำให้ขนมปังมีปริมาตรและความนุ่มลดลง และ Ryan, et al.[14] พบว่าสามารถใช้แป้งถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในขนมปังได้ 12% โดยมีผลทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงขนมปังสูตรควบคุม เป็นต้น

งานวิจัยนี้ นอกจากจะเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับขนมปังมากขึ้นแล้ว ยังถือเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ มีแนวทางในการเลือกรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยการประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว มีการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาขนมปังสูตรพื้นฐาน

ทำการผลิตขนมปังตามขั้นตอนการผลิต โดยใช้สูตรขนมปังพื้นฐาน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรขนมปังพื้นฐาน

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)	ปริมาณ (ร้อยละ)
แป้งสาลี	1000	59.88
นมสด	400	23.95
น้ำตาล	50	2.99
ไข่ไก่	50	2.99
เนยเหลือง	50	2.99
ยีสต์	10	0.60
น้ำตาลทราย	100	6.00
เกลือป่น	5	0.3
กลี้นมเนย	5	0.3
รวม		100.00

(ดัดแปลงจากร้านสองพี่น้องเบเกอรี่ ปทุมธานี, 2555)

ขั้นตอนการผลิตขนมปัง

- ผสมแป้ง, นมสด, น้ำตาล, เกลือ, เนยเหลือง, ยีสต์, ไข่ไก่ และกลี้นมเนย ลงในเครื่องผสม ตีผสมพร้อมกันจนส่วนผสมเริ่มเข้ากันดี
- ค่อยๆ เติมน้ำลงในเครื่องผสม นวดต่อจนส่วนผสมเนียน นำโด (dough) ออกมาพักและตัดแบ่งให้ได้ก้อนละ 50 กรัม และคลึงให้เป็นก้อนกลม
- วางลงในถาดที่เตรียมไว้ พักไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง 20 นาที
- นำเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส ประมาณ 20 นาที ยกออกจากเตา พักให้เย็นบนตะแกรง

3.2 ทดแทนปริมาณแป้งถั่วขาวในขนมปังสูตรพื้นฐาน

แปรปริมาณแป้งถั่วขาว เพื่อทดแทนแป้งสาลีจากสูตรพื้นฐานเป็น 2 ระดับ แสดงดังตารางที่ 2 จะได้ขนมปังทั้งหมด 3 สูตร

ตารางที่ 2 การทดลองระดับที่สามารถเติมแป้งถั่วขาว

การทดลอง	แป้งถั่วขาว (ร้อยละ)	แป้งสาลี (ร้อยละ)
1	0	100
2	50	50
3	100	0

หมายเหตุ : ส่วนผสมต่างๆคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของแป้งสาลี

ในการเสริมแป้งถั่วขาวจากขนมปังทั้ง 3 สูตร โดยการนำขนมปังทั้ง 3 สูตรไปทดสอบความชอบของผู้บริโภค ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวนโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทำการคัดเลือกช่วงที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากสูตรที่มีคะแนนของปัจจัยคุณภาพในด้านต่างๆ

3.3 ศึกษากระบวนการผลิตและสูตรที่เหมาะสม

ในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ นำผลการทดลองที่ได้คะแนนของปัจจัยคุณภาพในด้านต่างๆสูงที่สุด ทำการแปรปริมาณแป้งถั่วขาวให้อยู่ในช่วงที่ผู้บริโภคเกิดการยอมรับสูงสุด เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว คำนวณปริมาณน้ำที่ใช้ โดยใช้หลักการเพียร์สัน สแควร์ (Pearson Square) โดยกำหนดให้ค่า Water Activity ช่วงพักโด (dough) ทุกสูตรเท่ากับขนมปังสูตรพื้นฐาน เพื่อศึกษาความชื้นที่เหมาะสม

3.3.1 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ

วัดค่า Water Activity โดยใช้เครื่องวัดค่า

Water Activity ในช่วงพักโด (dough)

วัดค่าความแข็ง (Hardness) เมื่ออบขนมปัง

เสร็จแล้ว โดยใช้เครื่องวัดค่า Texture Analyze

3.3.2 ศึกษาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยให้ผู้ทดสอบประเมินความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว จำนวน 30 คน ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (Hedonic Scale 9-point) (ช่วงคะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด-9 ชอบมากที่สุด) เพื่อศึกษาความชอบ

รวบรวมข้อมูลที่ได้และทำการประเมินผลโดยการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนความชอบของแต่ละคุณลักษณะเพื่อศึกษาการยอมรับขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวที่เหมาะสมต่อไป

3.4 ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ขนมปัง

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว โดยการทดสอบแบบ Central Location Test (CLT) ใช้กลุ่มผู้บริโภคเป้าหมายจำนวน 100 คน ผู้ตอบแบบสอบถาม คือกลุ่มคนรักสุขภาพและผู้ที่ต้องการลดน้ำหนัก บริโภคขนมปัง และให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (Hedonic Scale 9-point) ในคุณลักษณะด้านกลิ่น กลิ่นรส ความนุ่ม และความชอบรวม รวบรวมข้อมูลที่ได้และทำการประเมินผลโดยใช้โปรแกรม SPSS เพื่อคำนวณหาความถี่ร้อยละ ค่าเฉลี่ยในปัจจัยด้านความชอบ และผลการตัดสินใจยอมรับและซื้อผลิตภัณฑ์

4.ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาขนมปังสูตรพื้นฐานและปริมาณการทดแทนแป้งถั่วขาวในขนมปัง

จากการศึกษาการทดลองระดับที่สามารถเติมแป้งถั่วขาวลงในขนมปัง โดยแปรปริมาณแป้งถั่วขาวทดแทนแป้งสาลีแบ่งเป็น 3 ระดับ คือร้อยละ 0, 50 และ

100 จากนั้นพิจารณาจากสูตรที่มีคะแนนความชอบในทุกปัจจัยสูงสุด โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (Hedonic Scale 9-point) (ช่วงคะแนน 1 ไม่ชอบมากที่สุด-9 ชอบมากที่สุด) และได้แสดงผลในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อระดับที่สามารถเติมแป้งถั่วขาวลงในขนมปัง 3 สูตร

การทดลอง	ปริมาณแป้งถั่วขาว (ร้อยละ)	คะแนนการยอมรับของผู้บริโภค			
		กลิ่น	กลิ่นรส	ความนุ่ม	ความชอบรวม
1	0	7.57 ^a	7.70 ^a	7.93 ^a	8.80 ^a
2	50	4.80 ^b	4.87 ^b	4.53 ^b	5.37 ^b
3	100	1.07 ^c	1.03 ^c	1.00 ^c	1.23 ^c

abc: อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคยอมรับคุณลักษณะทางด้านกลิ่น กลิ่นรส ความนุ่ม และความชอบรวมแตกต่างกัน โดยยอมรับขนมปังที่มีปริมาณแป้งถั่วขาวที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 0 มากที่สุด รองลงมาคือร้อยละ 50 และร้อยละ 100 ตามลำดับ จึงเลือกใช้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคด้านความชอบ ซึ่งเป็นความรู้สึกโดยรวมที่มีต่อขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว เนื่องจากต้องการให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์และสรรพคุณที่พบในถั่วขาวมากที่สุดจึงได้คัดเลือกช่วงที่เหมาะสมคือช่วงร้อยละ 0 ถึงร้อยละ 50 นำมาทดสอบการยอมรับต่อไป

4.2 ผลการศึกษากระบวนการผลิตและสูตรที่เหมาะสม

ในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ผลการทดลอง ช่วงที่เหมาะสมในการเสริมปริมาณแป้งถั่วขาวคือ

ช่วงร้อยละ 0 ถึงร้อยละ 50 ทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตที่เหมาะสมโดยคำนวณปริมาณน้ำที่ใช้ เนื่องจากหน้าที่ของน้ำเมื่อละลายกับโปรตีนในแป้งแล้วทำให้เกิด gluten ควบคุมความชื้นเหลวและความหนืดของก้อนแป้ง ส่งผลต่อความนุ่มของขนมปัง [15] โดยใช้หลักการเพียร์สัน สแควร์ (Pearson Square) โดยกำหนดให้ค่า Water Activity (A_w) ช่วงพักโด (dough) ทุกสูตรมีค่าเท่ากับขนมปังสูตรพื้นฐาน เนื่องจากการทดลองที่เสริมปริมาณถั่วขาวร้อยละ 0 ได้รับคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคสูงสุด เพื่อศึกษาความชื้นที่เหมาะสมนำไปวัดค่า Water Activity (A_w) และวัดค่าความแข็ง (Hardness) หลังจากอบขนมปังแล้ว ซึ่งนำผลที่ได้มาแสดงไว้ในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวัดค่าคุณภาพทางกายภาพ

ปริมาณแป้งถั่วขาว (ร้อยละ)	Water Activity (A_w)	ค่าความแข็ง (N)
0	0.890±0.004 ^a	8.06±0.629 ^c
50	0.881±0.003 ^b	42.27±1.085 ^a
50 (หลังปรับปริมาณน้ำ)	0.891±0.001 ^a	30.27±2.162 ^b

^{abc}: อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่า Water Activity (A_w) ของขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวเพื่อปรับปริมาณน้ำที่เหมาะสม ที่ระดับการทดแทนปริมาณแป้งถั่วขาวร้อยละ 50 ก่อนคำนวณปริมาณน้ำ โดยใช้หลักการเพียร์สัน สแควร์ (Pearson Square) พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำเป็น 81.82 กรัม สามารถทำให้ค่า Water Activity (A_w) ของขนมปังมีค่าใกล้เคียงกับขนมปังสูตรพื้นฐาน ซึ่งให้ผลการทดลองเป็นไปในทางเดียวกันกับการศึกษาของ Yanniotis และคณะ [16] พบว่าเมื่อเพิ่มอาหารลงไปในขนมปัง ทำให้ปริมาณความชื้นลดลง จะมีผลกระทบโดยตรงต่อองค์ประกอบทางเคมีแต่อย่างไรก็ตามใยอาหารแต่ละชนิดจะมีผลกระทบต่อ

เปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของขนมปังแตกต่างกัน ซึ่งจะขึ้นกับปริมาณและชนิดของใยอาหารที่ใช้เป็นส่วนผสม สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าความแข็ง (Hardness) ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 50 ช่วงก่อนคำนวณปริมาณน้ำ ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวมีค่าความแข็ง 42.27 นิวตัน แต่เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำช่วงหลังทำให้เนื้อสัมผัสของขนมปังนุ่มมากขึ้น มีค่าความแข็งลดลงเหลือ 30.27 นิวตัน จึงได้แปรปริมาณถั่วขาวให้อยู่ในช่วงที่ผู้บริโภคเกิดการยอมรับสูงสุด คือร้อยละ 10, 20, 30 และ 40 นำมาทดสอบการยอมรับต่อไป

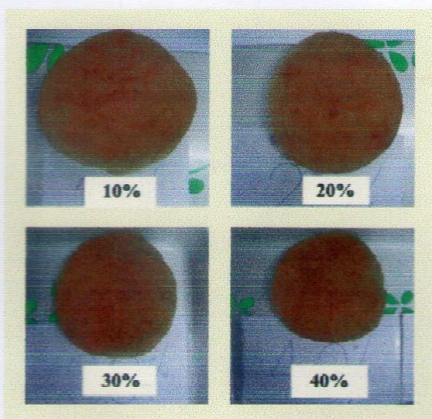
ตารางที่ 5 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อระดับที่สามารถเติมแป้งถั่วขาวลงในขนมปัง 4 สูตร

การทดลอง	ปริมาณแป้งถั่วขาว (ร้อยละ)	คะแนนการยอมรับของผู้บริโภค			
		กลิ่น	กลิ่นรส	ความนุ่ม	ความชอบรวม
1	10	7.00 ^a	6.90 ^{ab}	7.77 ^a	7.17 ^a
2	20	6.37 ^b	6.50 ^b	7.13 ^b	7.07 ^a
3	30	7.20 ^a	7.03 ^a	7.37 ^{ab}	7.40 ^a
4	40	5.90 ^b	5.93 ^c	6.47 ^c	6.20 ^b

^{abc}: อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผู้บริโภคให้คะแนนยอมรับคุณลักษณะทางด้านกลิ่นที่ระดับการเสริมถั่วขาวปริมาณร้อยละ 30 มากที่สุด รองลงมาคือร้อยละ 10, 20 และ 40 ตามลำดับ ในด้านกลิ่นรสผู้บริโภคให้คะแนนที่ระดับการเสริมถั่วขาวปริมาณร้อยละ 30 มากที่สุด เนื่องจากปริมาณถั่วขาวมากขึ้น ทำให้ขนมปังมีกลิ่นถั่วมากขึ้น จึงมีผลต่อการตัดสินใจ ผู้บริโภคยอมรับความนุ่มของระดับการเสริมถั่วขาวปริมาณร้อยละ 10 มากที่สุด ส่วนการทดแทนปริมาณแป้งถั่วขาวที่ระดับร้อยละ 40 ทำให้คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคทุกด้าน มีคะแนนต่ำที่สุด เนื่องจากมีเนื้อสัมผัสที่แข็ง เพราะมีปริมาณแป้งถั่วขาวมากเกินไป ทั้งนี้เนื่องจากแป้งสาลีมีกลูเตน เมื่อผสม

กับน้ำในอัตราส่วนที่ถูกต้องจะทำให้มีลักษณะเป็นยางเหนียว ยึดหยุ่นได้ ทำให้เกิด โครงร่างที่จำเป็นของผลิตภัณฑ์ และจะเป็น โครงร่างแบบฟองน้ำเมื่อได้รับความร้อนจากตู้อบ เนื้อในขนมปังไม่แห้ง ทำให้มีคุณภาพในการเก็บและการกินที่ดี [4] ขณะที่แป้งถั่วขาวไม่มีคุณสมบัติในด้านนี้ ดังนั้นขนมปังที่ใส่แป้งถั่วขาวทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 40 จึงมีความแข็งกว่าสูตรอื่น ส่งผลต่อคะแนนการยอมรับด้านกลิ่น กลิ่นรส และความชอบรวมมีคะแนนต่ำ ไปด้วย และด้านความชอบรวมนั้น ผู้บริโภคให้การยอมรับขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวไม่แตกต่างกัน โดยให้การยอมรับขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวที่ระดับร้อยละ 30 มากที่สุด และรองลงมาคือร้อยละ 10, 20 และ 40 ตามลำดับ



รูปที่ 1 ขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวที่ระดับต่างๆ

เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ขนมปัง จึงเลือกขนมปังที่มีปริมาณแป้งถั่วขาวที่ใส่ทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 30 เนื่องจากได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด ซึ่งเป็นความรู้สึกรวมที่มีต่อขนมปังเสริมแป้งถั่วขาว นำมาทำการทดสอบการยอมรับต่อไป

4.3 ผลการยอมรับของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ขนมปัง

นำขนมปังผสมแป้งถั่วขาวที่ระดับร้อยละ 30 มาทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค 100 คน โดยการให้

คะแนนความชอบ 9 ระดับ (Hedonic Scale 9-point) ในคุณลักษณะด้านกลิ่น กลิ่นรส ความนุ่ม และความชอบนำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยซึ่งแสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 30

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับ
กลิ่น	7.25
กลิ่นรส	7.04
ความนุ่ม	7.18
ความชอบรวม	7.52

จากผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 30 พบว่าผู้บริโภคเกิดการยอมรับในระดับความชอบปานกลาง เนื่องจากเนื้อสัมผัสที่ยังไม่นุ่มเหมือนขนมปังปอนด์ที่ขายตามท้องตลาด และอาจยังมีรสชาติที่ไม่คุ้นเคย แต่การยอมรับปานกลางก็ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของขนมปังปอนด์ที่กำหนดไว้ว่า ขนมปังที่รับการทดสอบชิมต้องได้รับคะแนนในระดับปานกลางขึ้นไปจึงสามารถจำหน่ายได้ [17] นอกจากนี้ได้ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อการตอบรับความสนใจในการบริโภค พบว่า ผู้ที่สนใจจะซื้อขนมปังเสริมแป้งถั่วขาวร้อยละ 30 คิดเป็นร้อยละ 82 แต่เมื่อได้รับข้อมูลเกี่ยวกับถั่วขาวแล้วทราบถึงประโยชน์ ผู้บริโภคเกิดการยอมรับเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 100 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลที่มีประโยชน์นั้นมีผลต่อการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภค โดยเฉพาะข้อมูลด้านโภชนาการที่มีผลต่อผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก คิดเป็นร้อยละ 81 ส่วนผู้ที่ต้องการความแปลกใหม่สำหรับอาหารเพื่อสุขภาพมีร้อยละ 19

5. สรุป

จากการประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบการทดลองพบว่า สามารถใช้ถั่วขาวทดแทนแป้งสาลีได้ในปริมาณที่เหมาะสม โดยการทดสอบจากผู้บริโภคและได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ ปริมาณการเสริมแป้งถั่วขาวที่ร้อยละ 30 มีผู้สนใจจะซื้อคิดเป็นร้อยละ 82 แต่เมื่อทราบข้อมูลของถั่วขาวเกิดคะแนนการยอมรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 100 โดยเฉพาะข้อมูลที่มีผลต่อผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักหรือร้อยละ 81 และผู้ที่ต้องการความแปลกใหม่สำหรับอาหารเพื่อสุขภาพร้อยละ 19 เนื่องจากขนมปังสูตรนี้เมื่อผลตอกมาจะได้ลักษณะที่ดีจึงเป็นที่ยอมรับสูงที่สุด เนื้อขนมค่อนข้างนุ่ม ไม่แข็งกระด้างรสชาติกลมกล่อม กลิ่นถั่วขาวไม่แรงเกินไป นอกจากนี้ผู้บริโภคเกิดการยอมรับสรรพคุณของถั่วขาว และมีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ เมื่อนำมาผสมในขนมปังอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ ด้วยการได้รับความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างที่เอื้อต่อเวลาในการทำแบบสอบถาม บิคา มารดา คร.ระพี กาญจนะ, คร.อรวิทย์ อุบัติภักภานนท์ และ ศศ.ศรีโร จารุภิญโญ ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย ซึ่งผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศูนย์ความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552. ถั่วขาว วิทยาศาสตร์กับสุขภาพ. Available : <http://surat.stkc.go.th/surat-ecology-forest-interestingplant-mangroveforest-Bruguiera+cylindrical>. (14 สิงหาคม 2554).
- [2] วิชาการคอตคอม, 2552. สารสกัดจากถั่วขาว. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.vcharkarm.com/varticle/39058> (17 สิงหาคม 2554).
- [3] สำนักบริหารวิชาการ มหาวิทยาลัยบูรพา, ถั่วขาว ตัวช่วยควบคุมน้ำหนัก. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.uniserv.buu.ac.th/forum2/topic.asp?TOPIC_ID=2864 (5 สิงหาคม 2554).
- [4] จิตธนา แจ่มเมฆและอรอนงค์ นัยวิกุล, 2554. เบนกรี เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 11, คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [5] วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ปีที่ 28 ฉบับที่ 4 เดือนตุลาคม-ธันวาคม 2551.
- [6] อรรถพร แสงฉาย กัญศิญา กาวีระ และ กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์, 2553. ผลของการเสริมใบมะรุมต่อคุณภาพของขนมปัง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา บางแสนชลบุรี.
- [7] ไศรดา วิลภา กุลภักต์ วชิรศิริ คำรงค์ชัย สิทธิสำอางค์ และ ชูติชญา สุวรรณทัฬห, 2553. ผลของการเสริมใยอาหารจากเปลือกทุเรียนต่อคุณภาพของขนมปังขาว. ฝ่ายเทคโนโลยีอาหาร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ปทุมธานี.
- [8] สิริมาด คัมภะเกษม คณะ, 2551. ผลของการใช้แป้งข้าวกล้องทดแทนแป้งโฮลวีทในขนมปัง. วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- [9] อุไรวรรณ สุขชะ, 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังเสริมใยเคยอดแห้ง. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.
- [10] ลดาวัลย์ เจริญรัตนศรีสุข, 2547. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังโปรตีนและใยอาหารสูง. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [11] คณาจารย์ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 3, 73-74.

- [12]Greene, J.L. and Bovell-Benjamin, A.C, 2004. **Macroscopic and Sensory Evaluation of Bread Supplemented with Sweet Potato Flour.** *Journal of Food Science* 69: SNQ167-SNQ173.
- [13]Karaoglu, M.M. and Kotancilar, H.G, 2006. **Effect of Partial Baking, Storage and Rebaking Process on the Quality of White Pan Bread.** *International Journal of Food Science and Technology* 41:108-114.
- [14]Ryan, K.J., et al, 2002. **Effect of Lipid Extraction Process on Performance of Texturized Soy Flour Added Wheat Bread.** *Journal of Food Science.*
- [15]เบเกอร์พื้นฐานเบื้องต้น, 2554. บริษัทสำนักพิมพ์แม่บ้าน จำกัด กรุงเทพฯ.
- [16]Yanniotis, S., Petraki, A. and Soumpasi, E, 2007. **Effect of pectin and wheat fibers on quality attributes of extruded cornstarch.** *Journal of Food Engineering*, 80: 594-599.
- [17]สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2548. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมปังปอนด์.** มผช. 747/2548 กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาววิลาสินี มีมุข
วัน เดือน ปีเกิด	16 กุมภาพันธ์ 2530
ที่อยู่	44 หมู่ 4 ต.ศิลาदान อ.มโนรมย์ จ.ชัยนาท 17110
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เมื่อ พ.ศ.2552
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2553-2554	พนักงานบริษัท Thai Garment Export Co. Ltd.

