



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

ปริญญา

พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร

พัฒนาผลิตภัณฑ์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาฟัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน

Development of Reduce - Fat Puff Pastry using Fat Replacers

นามผู้วิจัย นางสาวกมลฉัตร พิมพิศิษฐ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์นันท์วัน เทอดไทย, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์กมลวรรณ แจ่มชัด, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์อนุวัตร แจ่มชัด, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาฟัฟเฟสตรี้ลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน

Development of Reduce - Fat Puff Pastry using Fat Replacers

โดย

นางสาวกมลฉัตร พิมพิศิษฐ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร)

พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กมลฉัตร พิมพ์ศิษฏ 2555: การพัฒนาฟฟเพสตริลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน ปริญญาวิทยา
ศาสตรมหาบัณฑิต (พัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร) สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร
ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์นันทวัน เทอดไทย,
Ph.D. 150 หน้า

ผลิตภัณฑ์ฟฟเพสตริลดไขมันเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะการขึ้นฟูเป็นชั้นๆ จากการรีด - พับ โคลสลับกับชั้นของไขมัน โดยทั่วไปไขมันที่ใช้ในการรีด - พับ โคลอยู่ระหว่างร้อยละ 50 - 100 ของน้ำหนักแป้ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายในการพัฒนาฟฟเพสตริลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน เริ่มจากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค (n = 400) ต่อผลิตภัณฑ์ฟฟเพสตริลดไขมัน พบว่า ผู้บริโภคต้องการผลิตภัณฑ์ฟฟเพสตริลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน ซึ่งมีราคาจำหน่ายผลิตภัณฑ์อยู่ระหว่าง 10 - 15 บาทต่อชิ้น ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายเป็นผู้ที่มีอายุ 21 ปีขึ้นไป และเคยรับประทานฟฟเพสตริลดไขมัน สูตรพื้นฐานของฟฟเพสตริลดไขมัน เมื่อแสดงเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้ง ประกอบด้วย แป้งขนมปัง ร้อยละ 50 แป้งเค้ก ร้อยละ 50 มาการีน ร้อยละ 12 เกลือ ร้อยละ 0.60 ไข่ไก่ ร้อยละ 5 น้ำเย็น ร้อยละ 50 และเพสตริล มาการีน ร้อยละ 60 เมื่อศึกษาผลของสารทดแทนไขมันต่อฟฟเพสตริลดไขมัน มีปริมาณของสารทดแทนไขมันคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้ง ดังนี้ เวย์โปรตีนเข้มข้น (Whey protein concentrate; WPC) ร้อยละ 2.00 มอลโทเดกซ์ทรินเจล ร้อยละ 9.60 เซลลูโลสผง ร้อยละ 9.60 หรือซาราทริม ร้อยละ 9.60 พบว่า การใช้ซาราทริม ร้อยละ 9.60 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัสที่ดีที่สุดแต่มีกลิ่นผิดปกติ ในขณะที่การใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล ร้อยละ 9.60 เซลลูโลสผง ร้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแน่นเนื้อมาก และกรอบน้อย นอกจากนี้การเพิ่มระดับของมอลโทเดกซ์ทรินเจล เซลลูโลสผง หรือ WPC มีผลให้ความชื้น และวอเตอร์แอกทิวิตี้ในผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น เมื่อทำการทดสอบความชอบกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คนพบว่า ฟฟเพสตริลดไขมันที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล ร้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สีเหลืองของเปลือก การขึ้นฟูเป็นชั้น ความกรอบ ความหวาน ความเค็ม และความชอบโดยรวมสูงที่สุด ผลิตภัณฑ์ฟฟเพสตริลดไขมันที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล ร้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 ที่พัฒนาได้ มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ 0.966 และ 0.961 ตามลำดับ ความชื้น ร้อยละ 24.65 - 33.45 โปรตีน ร้อยละ 12.63 - 13.02 ไขมัน ร้อยละ 15.48 - 21.63 ตามลำดับ โดยมีปริมาณไขมันลดลงอย่างน้อยร้อยละ 47.55 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน (ไขมัน ร้อยละ 41.24) จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (n = 128) ต่อผลิตภัณฑ์ฟฟเพสตริลดไขมันที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล ร้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 พบว่า การยอมรับผลิตภัณฑ์มากกว่าร้อยละ 80 จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ พบว่า สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ฟฟเพสตริลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมันที่อุณหภูมิตู้เย็น (4 °C) ได้อย่างน้อย 4 วัน

ลายมือชื่อนิติกร

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Kamolchat Pimdit 2012: Development of Reduce - Fat Puff Pastry using Fat Replacers. Master of Science (Agro-Industrial Product Development), Major Field: Agro-Industrial Product Development, Department of Product Development. Thesis Advisor: Associate Professor Nantawan Therdthai, Ph.D. 150 pages.

A puff pastry product is a layered product made from sheeting and folding with fat. Normally, a fat content for sheeting and folding was about 50 - 100% (Baker's percentage). Therefore, this study aimed to develop a reduced fat pastry using fat replacers. According to a consumer survey (n = 400), consumers would like to have a reduced fat puff pastry with fat replacers that its price was in a range of 10 - 15 baht/piece. The target consumers were people who were over 21 years old and used to eat a puff pastry. The selected regular puff pastry formula was composed of 50% hard wheat flour, 50% soft wheat flour, 12% baker's margarine, 0.60% salt, 5% egg, 50% cool water and 60% pastry margarine (Baker's percentage). To develop the reduced fat puff pastry, fat replacers including 2.00% whey protein concentrate (WPC), 9.60% maltodextrin gel, 9.60% powder cellulose or 9.60% salatrim were used. The reduced fat puff pastry with salatrim had a good appearance and texture but had off - odor. The reduced fat puff pastry with maltodextrin gel, powder cellulose or WPC had high firmness and low crispness. Moreover, an increase in content of maltodextrin gel, powder cellulose or WPC increased moisture content and water activity. From preference test by 50 untrained panelists, the reduced fat puff pastry with 9.60% maltodextrin gel or with 2.00% WPC had the highest scores of appearance, crust color, puffiness, crispness, sweetness, saltiness and overall liking. Their water activity was 0.966 and 0.961, respectively. The developed product was composed of 24.65% - 33.45% moisture, 12.63 - 13.02% protein and 15.48 - 21.63% fat. Thus fat content of the reduced fat puff pastry was reduced by at least 47.55%, compared with regular puff pastry (41.24% fat content). From consumer test (n = 128), acceptability of products with 9.60% maltodextrin gel or 2.00% whey protein concentrate was more than 80%. Regarding a shelf - life test, the reduced fat puff pastry using fat replacers could be stored in refrigerator (4 °C) for at least 4 days.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. นันทวัน เทอดไทย อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร. กมลวรรณ แจ่มชัด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ช่วย
เหลือในการวางแผนการทดลองในวิทยานิพนธ์ รวมทั้งให้คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไข
วิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ ดร. ทานตะวัน พิทักษ์ ประธานการสอบ
และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกพันธ์ แก้วมณีชัย ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจ
แก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์ บางเขน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ ที่ให้การสนับสนุนทางด้านทุนวิจัย รวมทั้งคณาจารย์
และเจ้าหน้าที่ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน และมอบความรู้อันเป็นประโยชน์
อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ช่วยตรวจสอบแก้ไขจน
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา เพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆทุกท่าน รวมทั้งผู้มีพระคุณ
ทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนาม ณ ที่นี้ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ รวมทั้งให้การสนับสนุนจน
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี หากมีความผิดพลาดประการใดข้าพเจ้าน้อมรับไว้เพียง
ผู้เดียว

กมลฉัตร พิมพิศิษฐ์

เมษายน 2555

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	24
อุปกรณ์	24
วิธีการ	26
ผลและวิจารณ์	41
สรุปและข้อเสนอแนะ	106
สรุป	106
ข้อเสนอแนะ	109
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	110
ภาคผนวก	117
ภาคผนวก ก มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนฟฟเฟสตรี้	118
ภาคผนวก ข วิธีการฝึกฝนผู้ทดสอบแบบพรรณนา (Descriptive Analysis: DA)	120
ภาคผนวก ค แบบสอบถามสำหรับ การสำรวจความคิดเห็น พฤติกรรมการซื้อ และการบริโภคผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตรี้ (ครัวซองต์ และฟฟเฟสตรี้)	125
ภาคผนวก ง แบบสอบถามสำหรับ การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตรี้ของผู้บริโภค	131
ภาคผนวก จ แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	138
ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์	146
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	150

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ประเภทของมาการีน	7
2 ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรี	28
3 ส่วนประกอบเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้ง (Bakery's percentage) ของฟัพเพสตรี ลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน	34
4 ส่วนประกอบเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้ง (Bakery's percentage) ของฟัพเพสตรี ลดไขมัน โดยแบ่งตามระดับของเพสตรีมาการีนที่แตกต่างกัน	35
5 ส่วนประกอบของฟัพเพสตรีลดไขมันซึ่งแสดงส่วนประกอบเป็นร้อยละของ น้ำหนักแป้ง (Bakery's percentage) โดยแบ่งตามระดับของสารทดแทนไขมัน ที่แตกต่างกัน	40
6 ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ของผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย	41
7 พฤติกรรมการบริโภคและการซื้อผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีของผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย	43
8 สถานที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีที่ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายซื้อบ่อยที่สุด	45
9 ความต้องการของผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน	47
10 จำนวนครั้งที่รับประทานผลิตภัณฑ์เพสตรี	48
11 จำนวนของผลิตภัณฑ์เพสตรีที่ผู้ทดสอบซื้อต่อครั้ง	48
12 ชนิดของผลิตภัณฑ์เพสตรีที่ผู้ทดสอบสนใจพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพสตรีลดไขมันโดย ใช้สารทดแทนไขมันจำแนกตามอายุ	49
13 ความถี่ที่ผู้ทดสอบรับประทานผลิตภัณฑ์เพสตรีจำแนกตามอายุ	49
14 คุณภาพทางกายภาพของฟัพเพสตรีที่จำหน่ายในท้องตลาด	51
15 องค์ประกอบทางเคมีของฟัพเพสตรีที่มีจำหน่ายในท้องตลาด	52
16 การทดสอบเชิงพรรณนาของฟัพเพสตรีที่จำหน่ายในท้องตลาด	54
17 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบต่อฟัพเพสตรีที่จำหน่ายในท้องตลาด	55
18 คะแนนความชอบของฟัพเพสตรีสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2	56
19 ค่า a_w และปริมาตรจำเพาะของฟัพเพสตรีลดไขมัน	58
20 ค่าสีของฟัพเพสตรีลดไขมัน	58
21 คุณภาพทางเคมีของฟัพเพสตรีลดไขมัน	60

สารบัญตาราง (ต่อ)

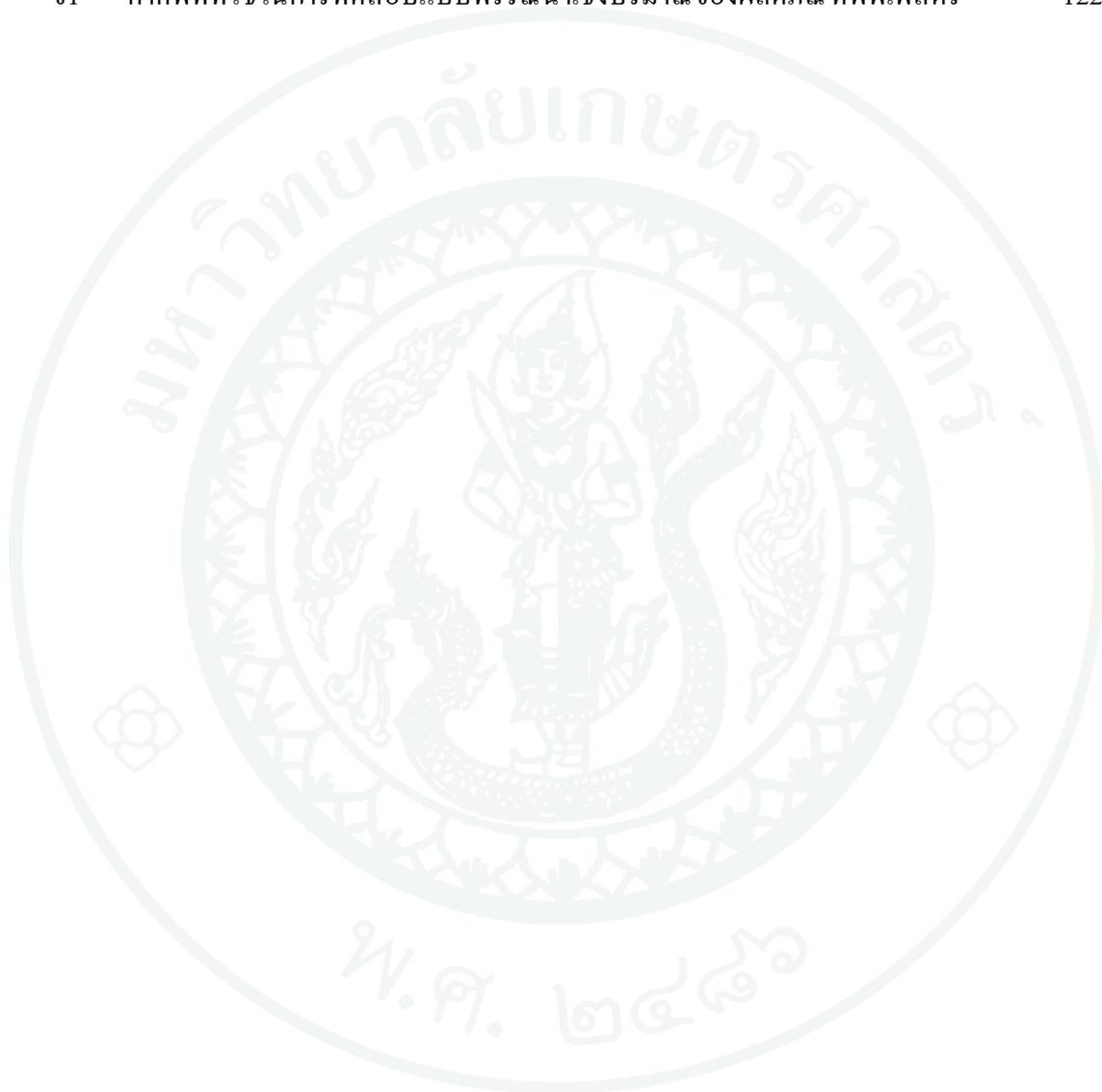
ตารางที่		หน้า
22	การทดสอบเชิงพรรณนาของฟัฟเฟสตริลดไขมัน	62
23	คะแนนความชอบเฉลี่ยของฟัฟเฟสตริลดไขมัน	64
24	คะแนนความชอบเฉลี่ยของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้ เซลลูโลสผง ร้อยละ 9.60	66
25	คะแนนความชอบเฉลี่ยของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้ มอลโทเดกซ์ทรินเจลด ร้อยละ 9.60	67
26	คะแนนความชอบเฉลี่ยของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้ WPC ร้อยละ 9.60	67
27	ค่า a_w และปริมาตรจำเพาะของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้เซลลูโลสผง	73
28	ค่า a_w และปริมาตรจำเพาะของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทริน	74
29	ค่า a_w และปริมาตรจำเพาะของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้ WPC	74
30	ค่าสีของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้เซลลูโลสผง	75
31	ค่าสีของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลด	75
32	ค่าสีของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้ WPC	76
33	คุณภาพทางเคมีของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้เซลลูโลสผง	78
34	คุณภาพทางเคมีของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลด	79
35	คุณภาพทางเคมีของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้ WPC	80
36	การทดสอบเชิงพรรณนาของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้เซลลูโลสผง	81
37	การทดสอบเชิงพรรณนาของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลด	83
38	การทดสอบเชิงพรรณนาของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้ WPC	84
39	คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้เซลลูโลสผง	86
40	คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทริน	87
41	คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้ WPC	88
42	ส่วนประกอบเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้ง (Bakery's percentage) ของฟัฟเฟสตริลด สำหรับการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค	89
43	คะแนนเฉลี่ยความชอบของผลิตภัณฑ์ฟัฟเฟสตริลดไขมัน ก่อนทราบข้อมูลเกี่ยวกับฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน	90
44	คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ฟัฟเฟสตริลดไขมัน หลังทราบข้อมูลเกี่ยวกับ ฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน	91

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
45	การยอมรับของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้มอลโทเดกซ์ทริน ร้อยละ 9.60	92
46	การยอมรับของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้ WPC ร้อยละ 2.00	93
47	ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบในการทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน	94
48	การวิเคราะห์ห้อยค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) และปริมาณพลังงานจากอาหารทั้งหมด (กิโลแคลอรี/100 กรัม) ของผลิตภัณฑ์	96
49	การคิดต้นทุนวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล ร้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 ของน้ำหนักแห้ง	98
50	ค่า a_w ของฟฟเฟสตรินระหว่างการเก็บรักษา	100
51	ค่าปริมาตรจำเพาะ (ลบ.ชม/กรัม) ของฟฟเฟสตรินระหว่างการเก็บรักษา	100
52	จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริน	102
53	จำนวนยีสต์และราของผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริน	102
54	จำนวนของ <i>Staphylococcus aureus</i> ในผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริน ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 วัน	103
55	คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตรินระหว่างการเก็บรักษา	104

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ข1 คำศัพท์ที่ใช้ในการทดสอบแบบพรรณนาเชิงปริมาณของผลิตภัณฑ์ฟัฟเฟสตรี	122



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ลามิเนตโค	4
2 พัพเพสตรี	5
3 การขึ้นฟูของพัพเพสตรี	5
4 ครีวของค์	6
5 ผลของ pH ต่ออายุของเพสตรีด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์	9
6 การวางเพสตรีมาการีนบนลามิเนตโค	10
7 การรีด - พับ โคแบบพับ 3 ทบ	10
8 การรีด - พับ โคแบบพับ 4 ทบ	11
9 โครงสร้างโมเลกุลของมอลโทเดกซ์ทริน	13
10 โครงสร้างโมเลกุลของแซนแทนกัม	14
11 โครงสร้างโมเลกุลของโลคัสปีนกัม	15
12 โครงสร้างโมเลกุลของคอนยัคกัม	16
13 โครงสร้างโมเลกุลของเซลลูโลส	17
14 กระบวนการผลิต WPC เข้มข้น	19
15 โครงสร้างโมเลกุลของโอเลสตรา	20
16 โครงสร้างโมเลกุลของซาราทริม	20
17 กรรมวิธีการผสมโคของพัพเพสตรี	29
18 ขั้นตอนการผลิตพัพเพสตรี	30
19 กรรมวิธีการผสมโคของพัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้ WPC หรือ เซลลูโลสผง	32
20 กรรมวิธีการผสมโคของพัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้ มอลโทเดกซ์ทรินเจล หรือซาราทริม	33
21 พัพเพสตรียี่ห้อ A	50
22 พัพเพสตรียี่ห้อ B	50
23 พัพเพสตรียี่ห้อ C	50
24 พัพเพสตรียี่ห้อ D	51
25 พัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้เซลลูโลสผง ร้อยละ 2.40	68
26 พัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้เซลลูโลสผง ร้อยละ 4.80	69
27 พัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้เซลลูโลสผง ร้อยละ 7.20	69

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
28 พัพเพศตริตคไขมัน โดยใช้เซลลูโลสผง ร้อยละ 9.60	69
29 พัพเพศตริตคไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจด ร้อยละ 2.40	70
30 พัพเพศตริตคไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจด ร้อยละ 4.80	70
31 พัพเพศตริตคไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจด ร้อยละ 7.20	70
32 พัพเพศตริตคไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจด ร้อยละ 9.60	71
33 พัพเพศตริตคไขมัน โดยใช้ WPC ร้อยละ 0.50	71
34 พัพเพศตริตคไขมัน โดยใช้ WPC ร้อยละ 1.00	71
35 พัพเพศตริตคไขมัน โดยใช้ WPC ร้อยละ 1.50	72
36 พัพเพศตริตคไขมัน โดยใช้ WPC ร้อยละ 2.00	72

การพัฒนาพัฟเพสตรีลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน

Development of Reduce - Fat Puff Pastry using Fat Replacers

คำนำ

ผลิตภัณฑ์พัฟสตรี (Pastry Product) หลายชนิดเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีลักษณะการขึ้นฟูเป็นชั้นๆ เช่น ครีวซองค์ และพัฟเพสตรี (Puff Pastry) หรือ พายชั้น เป็นต้น มีลักษณะโคเป็นชั้นของโคสลับกับชั้นของไขมัน ซึ่งเกิดในขั้นตอนการรีด - พับโค เมื่อทำการอบผลิตภัณฑ์ไอน้ำที่เกิดขึ้นจะดันให้โคขึ้นฟูเป็นชั้นๆ การขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ครีวซองค์เกิดจากไอน้ำและยีสต์ แต่การขึ้นฟูของพัฟเพสตรีมีการขึ้นฟูจากไอน้ำเพียงอย่างเดียว โดยทั่วไปไขมันที่ใช้ในการรีด - พับโคอยู่ระหว่างร้อยละ 50 - 100 ของน้ำหนักแป้ง (จิตรนา และ อรอนงค์, 2549; ภาณิต, 2547)

ในปัจจุบันประชากรไทยกำลังประสบปัญหาภาวะโภชนาการเกินในอัตราสูง ผลการสำรวจภาวะอาหารและโภชนาการครั้งล่าสุดในปี 2546 พบว่า ประชากรในช่วงอายุ 19 - 59 ปี และ 60 - 74 ปี มีภาวะโภชนาการเกินถึงร้อยละ 31.50 และ 23.80 ตามลำดับ (กองโภชนาการ, 2546) สภาวะโภชนาการเกินเป็นสาเหตุของโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง และโรคไขมันอุดตันในเส้นเลือด สาเหตุหลักของสภาวะโภชนาการเกิน เกิดจากพฤติกรรมการบริโภคอาหารประเภท แป้ง ไขมัน และน้ำตาล มากเกินความต้องการทำให้ร่างกายได้รับปริมาณพลังงานไม่สมดุลกับความต้องการของร่างกาย ดังนั้นการป้องกันการเกิดภาวะโภชนาการเกินที่ดีที่สุดคือ การบริโภคอาหารให้มีปริมาณพลังงานพอดีกับความต้องการของร่างกายควบคู่กับการออกกำลังกาย

สารทดแทนไขมัน (Fat Replacers) เป็นสารที่สามารถเลียนแบบหน้าที่บางอย่าง หรือทั้งหมดของไขมันได้ แต่ให้ปริมาณพลังงานน้อยกว่าไขมัน ซึ่งสามารถแบ่งตามวัตถุประสงค์ในการผลิตได้เป็น ไขมัน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต โดยสารทดแทนไขมันกลุ่มไขมัน มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีเหมือนกับไขมัน แต่ไม่ให้พลังงาน ในขณะที่สารทดแทนไขมันกลุ่มโปรตีน และคาร์โบไฮเดรต มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี การเป็นอิมัลซิไฟเออร์ และให้ความรู้สึกภายในปากคล้ายกับไขมัน แต่ให้พลังงาน 0 - 4 กิโลแคลอรีต่อกรัม (White, 1993) ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ที่ใช้สารทดแทนไขมันเป็นส่วนประกอบจำนวนมาก เช่น มายองเนส ไอศกรีม เนือบด น้ำสลัด ซุป ซอส มากาρίน และผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เป็นต้น

การศึกษาที่ผ่านมาส่วนมากจะศึกษาการใช้สารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ประเภท เค้ก คุกกี้ และขนมปัง ดังนั้นในการทดลองนี้จึงสนใจพัฒนาฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน เนื่องจากผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันเป็นส่วนประกอบสำคัญของผลิตภัณฑ์ และใช้ไขมันในปริมาณสูง



วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เพสตรี้ และศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรี้ที่จำหน่ายในท้องตลาด
2. เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรี้ลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน
3. เพื่อวิเคราะห์ลักษณะของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรี้ลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน และศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรี้ลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน
4. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรี้ลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน

การตรวจเอกสาร

1. ผลิตภัณฑ์เพสตรี (Pastry)

ผลิตภัณฑ์เพสตรี (Pastry) หลายชนิดจัดเป็น ลามิเนตโด (Laminated Doughs) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่มีชั้นของไขมันสลับกับชั้นของโด (ภาพที่ 1) เนื่องจากมีการวางไขมันในโดในขั้นตอนของการรีด - พับโด ทำให้โดที่ได้มีลักษณะเป็นชั้นๆ ของแป้งและไขมัน เช่น เพสตรีโด และครัวซองต์ เป็นต้น สูตรและรูปร่างของผลิตภัณฑ์สุดท้ายของลามิเนตโดแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกัน แต่เทคนิคการทำ และรูปร่างของโดเหมือนกัน (Labensky *et al.*, 2005)



ภาพที่ 1 ลามิเนตโด

ที่มา: Vegan Dad (2011)

1.1 ประเภทของผลิตภัณฑ์ลามิเนตโด

1.1.1 พฟ์เพสตรี

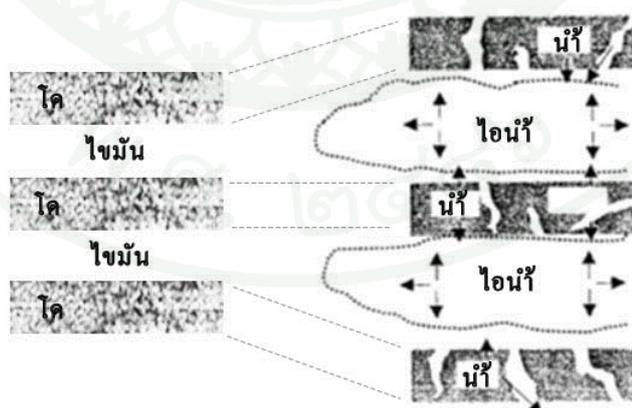
พฟ์เพสตรี (Puff Pastry) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งสาลีหรือแป้งสาลีผสมแป้งชนิดอื่น ไขมัน น้ำ และส่วนประกอบอื่น ในปริมาณที่เหมาะสม ทำการนวดผสมให้เข้ากันจนมีลักษณะตามต้องการ วางไขมันบนแป้งคลึงและพับทบ นำไปขึ้นรูป และอบจนสุก (สำนักงาน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะกรอบ เบา ขึ้นเป็นชั้น และเป็นเกล็ดบางเมื่อบีบหรือกัด (จิตรนา และ อรอนงค์, 2549) ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 พัฟเฟสตรี

พัฟเฟสตรี เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ขึ้นฟูจากไอน้ำเพียงอย่างเดียว เนื่องจากโดของพัฟเฟสตรีมีลักษณะเป็นชั้นสลับกันระหว่างโดและไขมัน เมื่ออบผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิประมาณ 200°C ความชื้นในชั้นของโดกลายเป็นไอน้ำ และคั่นชั้นของโดเกิดเป็นโพรง (ภาพที่ 3) พัฟเฟสตรีจึงขึ้นฟูเป็นชั้นๆ (Cauvain and Young, 2001)



ภาพที่ 3 การขึ้นฟูของพัฟเฟสตรี

ที่มา: Cauvain and Young (2001)

1.1.2 ครีวชองค์

ครีวชองค์ มีลักษณะกึ่งขนมปังหวาน กับพัฟเพสตรี การขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์เกิดจากยีสต์ และความชื้นของไข่และไขมันในโดของผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้ออ่อนนุ่มคล้ายขนมปัง ดังแสดงในภาพที่ 4 (จิตรนา และ อรอนงค์, 2549)



ภาพที่ 4 ครีวชองค์

1.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตลามิเนตโด

1.2.1 แป้งสาลี

แป้งสาลีที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ลามิเนตโดควรเป็นแป้งสาลีชนิดโปรตีนสูง ควรมีโปรตีนประมาณร้อยละ 11 เพื่อให้ได้โดที่มีลักษณะอ่อนนุ่มเหมาะในการนำมารีดพับได้ง่าย (จิตรนา และ อรอนงค์, 2549)

1.2.2 ไขมัน

ไขมันที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. ไขมันอ่อน คือ ไขมันที่ใช้ผสมในโคของผลิตภัณฑ์ลามิเนตโค เพื่อให้เป็งอ่อนตัวรีดพับได้ง่าย ได้แก่ เนยสด มาการีน และเนยขาว ปริมาณที่ใช้อยู่ในช่วงร้อยละ 10 ของน้ำหนักเป็ง
2. เพสตริมาการีน (Roll - in - fats) คือ ไขมันที่ใช้วางลงบนแผ่นโคของผลิตภัณฑ์ลามิเนตโคในขั้นตอนการรีด - พับ โค และทำให้เกิดลักษณะเป็นชั้นของผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไป มาการีนมีอยู่หลายประเภทดังแสดงในตารางที่ 2 โดยมาการีนที่ดีควรมีความเหนียวใกล้เคียงกับความเหนียวของโค มีลักษณะเป็น พลาสติกซืด (Plasticity) เพื่อให้รีดพับได้ง่าย ไม่ทะลักออกมาขณะรีด ไม่ทำให้โคฉีกขาด และมีจุดหลอมเหลวสูง ทำให้เพสตริมาการีนละลายในขณะอบแล้วซึมเข้าสู่เนื้อของผลิตภัณฑ์แต่จะไม่ละลายในระหว่างทำการรีดพับ ปริมาณเพสตริมาการีนที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เดนิชเพสตรี้ควรอยู่ระหว่างร้อยละ 50 - 100 ของน้ำหนักเป็ง (ผาณิต, 2547)

ตารางที่ 1 ประเภทของมาการีน

ประเภทของมาการีน	จุดหลอมเหลว (°C)	ช่วงความเป็นพลาสติก
เกรดธรรมดา	37.20 - 38.90	แคบ
เกรดทำขนม	40.60 - 42.20	กว้าง
เดนิชเพสตรี้	47.80 - 50.00	กว้าง
พัฟเพสตรี้	51.70 - 53.30	กว้าง

ที่มา: อรอนงค์ (2538)

1.2.3 น้ำ

ทำหน้าที่เปลี่ยนสภาพของโปรตีนในเป็งให้เป็นกลูเตน ช่วยละลายส่วนผสมอื่นๆ ช่วยให้อีสต์สามารถกระจายได้ทั่วโค ช่วยในการควบคุมความเหนียว และอุณหภูมิของโค น้ำที่ใช้ในผลิตภัณฑ์พัฟเพสตรี้ควรมีอุณหภูมิต่ำ เพื่อช่วยให้เม็ดไขมันแข็งตัว (จิตธนา และ อรอนงค์, 2549)

1.2.4 ไข่

ไข่ในผลิตภัณฑ์แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ไข่ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความมัน มีกลิ่นรส มีเนื้อสัมผัสที่ดี และโปรตีนในไข่ช่วยให้โปรตีนของแป้งสาลีในการทำให้เกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ ช่วยพองน้ำหนักของน้ำตาล และไขมัน เพื่อช่วยป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักมากขึ้น ส่วนที่สองคือ ไข่ที่ใช้ทาผิวของผลิตภัณฑ์ก่อนอบ เพื่อช่วยด้านสีของผลิตภัณฑ์ (ผาณิต, 2547)

1.2.5 เกลือ

เกลือช่วยเนิ่น และแก้ไขกลิ่นรสของส่วนผสมอื่นๆ ที่อยู่ในโด ถ้าสูตรมีความเข้มข้น และใช้ยีสต์ปริมาณสูงจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณเกลือให้สูงขึ้น เนื่องจากเกลือจะช่วยควบคุมอัตราการหมักให้เป็นไปอย่างเหมาะสม (จิตธนา และ อรอนงค์, 2549)

1.2.6 ยีสต์

ยีสต์เป็นส่วนผสมที่สำคัญในผลิตภัณฑ์ครัวซองค์ และแคนิชเพสตรี แม้ว่าจะใช้ในปริมาณน้อยประมาณร้อยละ 1 - 3 ของน้ำหนักแป้ง เนื่องจากยีสต์ทำหน้าที่ในการหมัก และช่วยในการขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ ช่วยในการปรับตัวของแป้ง เนื่องจากถ้าแป้งไม่มีการปรับตัวจะทำให้โดที่ได้แข็ง และจับรวมตัวกันได้น้อย ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณลักษณะด้อยลง (จิตธนา และ อรอนงค์, 2549)

1.2.7 น้ำตาล

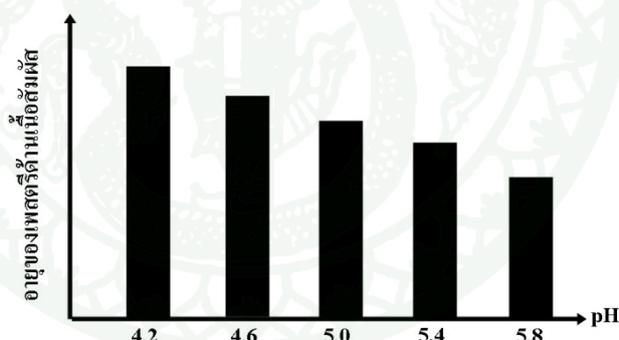
น้ำตาลช่วยให้ความหวานกับผลิตภัณฑ์ และเป็นแหล่งอาหารของยีสต์ ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความนุ่ม อายุการเก็บนาน หรืออาจใช้น้ำตาลทรายแดง เพื่อช่วยให้กลิ่นรสที่ดี และช่วยด้านสีของผลิตภัณฑ์ ปริมาณการใช้น้ำตาลในผลิตภัณฑ์อยู่ระหว่างร้อยละ 10 - 12 ของน้ำหนักแป้ง (ผาณิต, 2547)

1.2.8 นม

นมที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ครัวของค์ และแคเนซเพสตรีมีทั้ง นมสด หรือนมผงก็ได้ มีหน้าที่ในด้านสีของเปลือก รสชาติ และกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ ช่วยในการดูดซึมน้ำของโด ช่วยเพิ่มความคงทนต่อการผสมของโด (จิตรนา และ อรอนงค์, 2549)

1.2.9 กรดอ่อน

กรดอ่อน เช่น ครีมออฟทาร์ทาร์ น้ำมะนาว เป็นต้น เป็นวัตถุที่ไม่จำเป็นต้องใช้ เนื่องจากกรดอ่อนช่วยให้กลูเตนอ่อนตัวลง ซึ่งง่ายต่อการรีด - พับโด แต่ไม่ช่วยในการขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ ถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไปจะส่งผลต่อการพัฒนาของโด ทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรต่ำ และมีรสเปรี้ยว (จิตรนา และ อรอนงค์, 2549) การใช้กรดอ่อน (food - grade acid) ในปริมาณที่เหมาะสมสามารถช่วยยืดอายุด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เพสตรีได้ (Cauvain and Young, 2001) ดังแสดงในภาพที่ 5



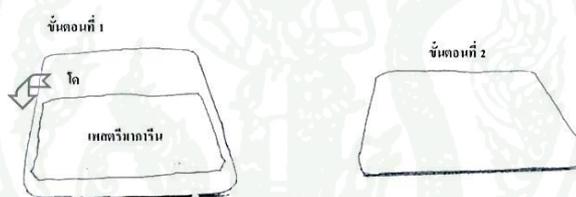
ภาพที่ 5 ผลของ pH ต่ออายุของเพสตรีด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

ที่มา: Cauvain and Young (2001)

1.3 เทคนิคในการทำผลิตภัณฑ์ลามิเนตโด

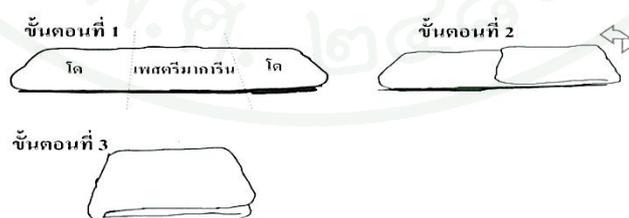
เทคนิคสำคัญของผลิตภัณฑ์ลามิเนตโด คือ การรีด - พับโด เนื่องจากในการรีด - พับแต่ละครั้งจะทำให้เกิดลักษณะเป็นชั้นๆ ของโดสลับกับไขมัน (The Culinary Institute of America, 2004)

การรีด - พับโด เริ่มจากการรีดแผ่นโดเป็นเป็นแผ่น วางเพสตรีนากาโรนลงบนแผ่นโด และพับทบแผ่นโด (ภาพที่ 6) จากนั้นทำการรีด - พับโด ซึ่งมี 2 แบบคือ พับ 3 ทบ และพับ 4 ทบ (ภาพที่ 7 - 8) การรีด - พับ โคนิยมทำการรีด - พับ 3 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 พับ 3 ทบ ครั้งที่ 2 พับ 4 ทบ ครั้งที่ 3 พับ 3 ทบ (ทิพาวรรณ, 2533) ไม่ควรโรยแป้งมากเกินไปขณะรีด - พับโด เพราะจะทำให้โดแห้ง ควรปิดแป้งส่วนเกินออกทุกครั้ง (จิตธนา และ อรอนงค์, 2549) ควรพักโดในตู้เย็นอย่างน้อย 10 นาที ทุกครั้งที่มีการรีด - พับโด และในขั้นตอนสุดท้ายควรพักโดอย่างน้อย 30 นาที การพักโดทุกครั้งเพื่อให้กลูเตนคลายตัว ลดการหดตัวของโด และการพักโดในตู้เย็นช่วยให้ความแน่นเนื้อ (firm) ของโดเพิ่มขึ้น เพราะโดที่นุ่ม (soft) เกินไป จะทำให้ชั้นของโดและไขมันติดกัน ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟูได้น้อย อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบผลิตภัณฑ์ลามีเนตโดอยู่ระหว่าง 200 - 220 °C อุณหภูมิที่น้อยกว่านี้จะไม่เพียงพอในการทำให้ความชื้นกลายเป็นไอน้ำ เพื่อดันชั้นของโด ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการขึ้นฟูได้น้อย แต่ถ้าอุณหภูมิที่ใช้ออบผลิตภัณฑ์สูงเกินไปจะทำให้เปลือกผลิตภัณฑ์แข็งตัวเร็วเกินไป (Gisslen and Cointreau, 2005)



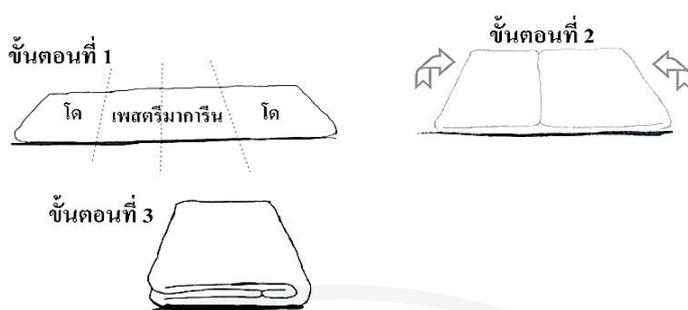
ภาพที่ 6 การวางเพสตรีนากาโรนบนลามีเนตโด

ที่มา: The Culinary Institute of America (2004)



ภาพที่ 7 การรีด - พับโด แบบพับ 3 ทบ

ที่มา: The Culinary Institute of America (2004)



ภาพที่ 8 การรีด - พับ โด แบบพับ 4 ทบ

ที่มา: The Culinary Institute of America (2004)

2. สารทดแทนไขมัน (Fat replacers)

ปัจจุบันมีหลายคำที่ใช้ในการเรียกสารทดแทนไขมัน ซึ่งสร้างความสับสนให้แก่ผู้ใช้งาน Jones (1996) ได้อธิบายถึงส่วนประกอบที่เป็นสารทดแทนไขมันไว้ดังนี้

1. สารทดแทนไขมัน (Fat Replacers) หมายถึง คำที่ใช้เรียกวัตถุดิบใดๆ ก็ตามที่ใช้แทนที่ไขมัน
2. สารแทนที่ไขมัน (Fat Substitute) หมายถึง องค์ประกอบสังเคราะห์ที่สามารถแทนที่ไขมันได้ในอัตราส่วนเท่ากับไขมันแบบ น้ำหนักต่อน้ำหนัก (weight by weight basis) โดยทั่วไป สารทดแทนไขมันกลุ่มนี้จะมีโครงสร้างทางเคมีเหมือนกับไขมัน แต่สามารถทนต่อการย่อยโดยเอนไซม์ในร่างกายมนุษย์ได้ดี
3. สารเลียนแบบไขมัน (Fat Mimetic) หมายถึง สารทดแทนไขมันที่ต้องเติมน้ำ เพื่อให้มีคุณสมบัติคล้ายไขมัน
4. ไขมันพลังงานต่ำ (Low - Calorie Fat) หมายถึง ไตรกลีเซอไรด์สังเคราะห์โดยการรวมกันของ unconventional fatty acids และ glycerol backbone จึงทำให้ไขมันที่ได้มีพลังงานลดลง

5. สารแทนที่ไขมันในระบบ (Fat Extender) หมายถึง การแทนที่ไขมันในระบบในอัตราส่วนที่เหมาะสมของไขมันหรือน้ำมัน โดยใช้ร่วมกับองค์ประกอบอื่นๆ

2.1 ประเภทของสารทดแทนไขมัน

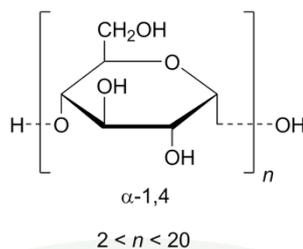
ประเภทของสารทดแทนไขมัน เมื่อแบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตได้ 3 ประเภท คือ คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate based Fat Replacers) โปรตีน (Protein based Fat Replacers) และไขมัน (Fat based Fat Replacers) (White, 1993)

2.1.1 สารทดแทนไขมันจากคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate based Fat Replacers)

เป็นสารทดแทนไขมันที่ผลิตมาจากคาร์โบไฮเดรต เช่น เซลลูโลส เดกซ์ทริน มอลโทเดกซ์ทริน โพลีแซคคาไรด์ กัม ไฟเบอร์ และสตาร์ชดัดแปร ให้พลังงานอยู่ระหว่าง 0 - 4 กิโลแคลอรีต่อกรัม สารทดแทนไขมันประเภทนี้ส่วนใหญ่จำเป็นผสมกับน้ำก่อนการใช้งานจึงทำให้ปริมาณแคลอรีที่ได้ลดลงเหลือเพียง 1 - 2 กิโลแคลอรีต่อกรัม แต่มีสารทดแทนไขมันบางชนิดที่ให้พลังงานเป็น 0 แคลอรีต่อกรัม เช่น เซลลูโลส สารทดแทนไขมันกลุ่มคาร์โบไฮเดรตส่วนใหญ่ใช้ในผลิตภัณฑ์ นม อาหารแช่แข็ง ซอส น้ำสลัด เนื้อสัตว์ที่ผ่านกระบวนการ (processed meats) และผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ โดยทำหน้าที่เพิ่มความหนืด และให้ความคงตัว (thickeners and stabilizers) (Swanson *et al.*, 2002) ตัวอย่างสารทดแทนไขมันจากคาร์โบไฮเดรตมี ดังนี้

2.1.1.1 มอลโทเดกซ์ทริน (Maltodextrin)

เป็นสารเลียนแบบไขมันที่ผลิตจากการย่อยสตาร์ช ไม่มีรสหวาน มีค่า DE (Dextrose Equivalent) ต่ำกว่า 20 สามารถใช้ได้ทั้งแบบผง และสารละลายเข้มข้น หรือเจล (Altschul, 1989) มีโครงสร้างโมเลกุล ดังแสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 โครงสร้างโมเลกุลของมอลโทเดกซ์ทริน

ที่มา: Edgar 181 (2011)

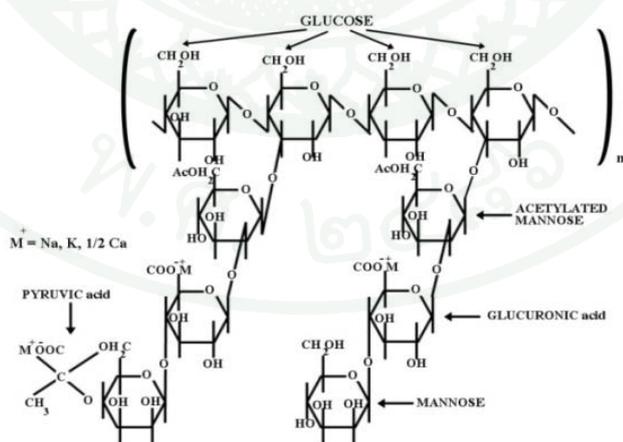
Maltrin[®] M040 บริษัท Grain Processing Corporation เป็นสตาร์ชจากข้าวโพด มีค่า DE อยู่ระหว่าง 4.0 - 7.0 ใช้ได้ทั้งแบบผง หรือแบบสารละลาย โดยแบบสารละลายมีกลิ่นน้อย ให้ความรู้สึกภายในปากที่นุ่ม (smooth mouth feel) และใช้เป็นสารทดแทนที่ไขมันในสูตรได้บางส่วน นอกจากนี้ Maltrin[®] M040 ยังมีคุณสมบัติ film-forming ที่ดี และดูดความชื้นได้ต่ำ (low hygroscopicity) เหมาะกับผลิตภัณฑ์ไขมัน หรือน้ำมัน (fat and oil) ชุป เกรวี (Grain Processing Corporation, 2006)

Paselli[™] SA2 เป็นมอลโทเดกซ์ทรินที่ได้จากการย่อยอะไมโลสสายยาว (long chain amylose) และหมู่ฟังก์ชันของอะไมโลเพคติน (amylopectin fractions) ของสตาร์ชมันฝรั่ง มีค่า DE ประมาณ 5 ผลิตโดยบริษัท AVEBE American Inc. สารละลาย Paselli[™] SA2 ที่มีความเข้มข้นมากกว่าร้อยละ 20 สามารถเกิดเจลชนิดผันกลับได้ด้วยความร้อน (thermoreversible gel) คือ ถ้าอุณหภูมิประมาณ 50 °C เจลจะละลายเป็นสารละลายที่มีความหนืดต่ำ แต่เมื่ออยู่ในที่เย็นก็สามารถเกิดเป็นเจลได้อีกครั้ง เสถียรภาพของเจลขึ้นอยู่กับค่า pH (3.5 - 5.0) และอุณหภูมิ เจลที่เกิดขึ้นจะให้เนื้อสัมผัสเหมือนกับไขมัน พลังงานของ Paselli[™] SA2 แบบผงคือ 4 กิโลแคลอรีต่อกรัม แต่เมื่อใช้แบบเจลที่สารละลายเข้มข้นร้อยละ 25 (w/w) จะให้พลังงานเพียง 1 กิโลแคลอรีต่อกรัม (Khan, 1993) Paselli[™] SA2 สามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ ไอศกรีม โยเกิร์ตแช่แข็ง สลัดครีมแช่แข็ง มายองเนส และเนย (Anonymous, 2006a)

2.1.1.2 กัม (Gums)

การใช้กัมเพื่อเป็นสารทดแทนไขมัน ไม่สามารถใช้อีกเพียงชนิดเดียวได้ จำเป็นต้องใช้กัมหลายชนิดร่วมกัน เช่น กัวร์กัม (guar gum) แซนแทนกัม (xanthan gum) โลคัส บีนกัม (locust bean gum) คาร์ราจีแนน (carrageenan) กัมอะราบิก (gum arabic) และเพกทิน (pectin) เพื่อใช้เป็นสารให้ความคงตัว (stabilizers) และเป็นสารทำให้เกิดเจล (gelling agents) หรือใช้กัมร่วมกับสารทดแทนไขมันชนิดอื่น นิยมใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ น้ำสลัด ขนมหวาน ไอศกรีม เบเกอรี่ นม ชุป ซอส และเนื้อบด (ground beef) เป็นต้น (Akoh, 1998) นอกจากนี้ การใช้กัมเป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ยังช่วยรักษาความชื้น (retain moisture) ของผลิตภัณฑ์ด้วย (Swanson *et al.*, 2002) ตัวอย่างและคุณสมบัติของกัมชนิดต่างๆ มีดังนี้

แซนแทนกัม (xanthan gum) มีสูตร โครงสร้าง ดังแสดงในภาพที่ 10 ผลิตได้จากการหมักโดยใช้แบคทีเรีย (*Xanthomonas campestris*) ละลายได้ทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็น สามารถทนต่อการไฮโดรไลซ์ด้วยกรด - ด่าง และเอนไซม์ เสถียรภาพของ pH อยู่ในช่วง 2.5 - 11.0 และยังสามารถทนต่อการใช้ความร้อนสูง การตีผสมในระยะเวลาสั้น และการแช่แข็ง - ละลายน้ำแข็ง ได้ดี แซนแทนกัมเพียงอย่างเดียวไม่สามารถเกิดเจลได้ แต่สามารถเกิดอันตรกิริยากับ โลคัส บีนกัม หรือคอนยัคกัม เกิดเป็นเจลชนิดผันกลับได้ด้วยความร้อน และมีการจับน้ำออกจากเจลด้อยมาก (อดิศักดิ์, 2545a)

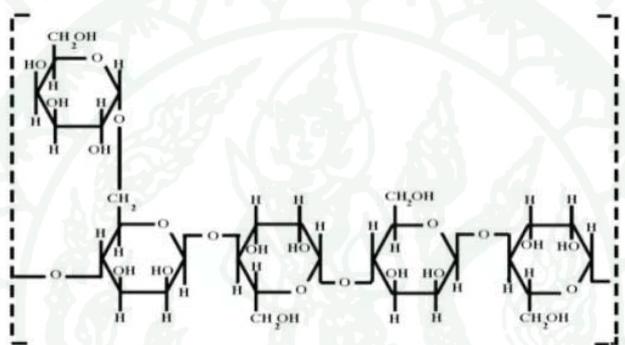


ภาพที่ 10 โครงสร้างโมเลกุลของแซนแทนกัม

ที่มา: Urlacher and Dalbe (1992)

โลคัสบันกัม (Locust Bean Gum)

โลคัสบันกัม (Locust bean gum) หรือ คารอบกัม (Carob bean gum) เป็นกัมที่ได้จากเมล็ดของต้นคารอบ (*Ceratonia siliqua*) เป็นกาแลคโทแมนโนส (galactomannan) ที่ประกอบด้วย โซ่หลัก 1 → 4 เบต้า - ดี - แมนโนส (β - D - mannose unit) และโซ่กิ่งเป็น แอลฟา - ดี - กาแลคโตส (α - D - galactose unit) (Edwards, 2007) ดังแสดงในภาพที่ 11 สามารถละลายน้ำได้เพียงบางส่วนในน้ำเย็น แต่ละลายได้ดีในน้ำร้อน และให้สารละลายที่มีความหนืดสูง มีเสถียรภาพอยู่ในช่วง pH 3.00 - 11.00 (อดิศักดิ์, 2545a)

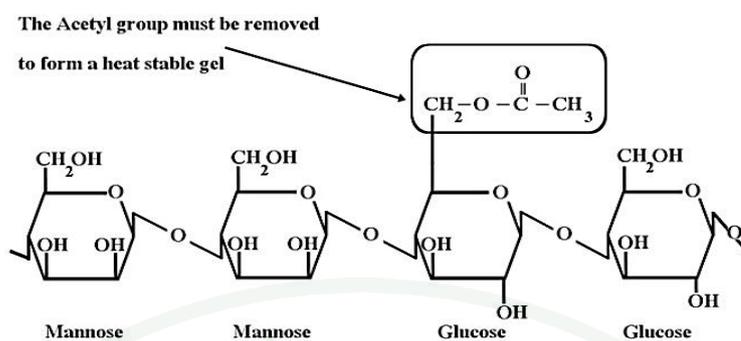


ภาพที่ 11 โครงสร้างโมเลกุลของโลคัสบันกัม

ที่มา: Nussinovitch (1997)

คอนยักกัม (Konjac gum)

คอนยักกัม (Konjac gum) หรือ แป้งบุก (Konjac flour) ได้จากหัวบุกสายพันธุ์ *Amorphophallus konjac* และ *Amorphophallus oncophyllus* องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น กลูโคส และแมนโนสในอัตราส่วน 2:3 เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเบต้า - ไกลโคซิดิก และมีหมู่อะซิติล (acetyl group) ดังแสดงในภาพที่ 12 คอนยักกัมสามารถละลายได้ดีในน้ำร้อน ให้สารละลายที่มีความข้นหนืดสูง โดยคอนยักกัมเพียงอย่างเดียวไม่สามารถเกิดเจลได้ แต่เกิดเจลได้เมื่อใช้คอนยักกัมร่วมกับสารละลายต่าง เช่น แคลเซียมไฮดรอกไซด์ โพแทสเซียมคาร์บอเนต เกิดเจลชนิดไม่ผันกลับด้วยความร้อน แต่เจลที่ได้มีค่า pH สูง มีกลิ่นต่างตกค้าง สูญเสียน้ำได้ง่าย และมีวิธีเตรียมเจลที่ยุ่งยาก หรือใช้คอนยักกัมร่วมกับกัมชนิดอื่นๆ เช่น แซนแทนกัม อะการ์ หรือแคปลาการ์ราจีแนน เกิดเป็นเจลชนิดผันกลับด้วยความร้อน (อดิศักดิ์, 2545a)



ภาพที่ 12 โครงสร้างโมเลกุลของคอนยัคกัม

ที่มา: Thomas (1997)

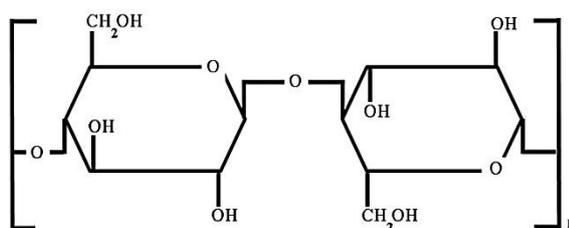
2.1.1.3 เซลลูโลส (Cellulose)

เซลลูโลสเป็นสายโพลิเมอร์ที่ประกอบด้วย แอนไฮโดรกลูโคส (anhydroglucose units) และ 1,4 กลูโคซิดิก (1,4 glucosidic) แสดงในภาพที่ 13 การใช้เซลลูโลสเป็นสารทดแทนไขมันมักใช้ร่วมกับไฮโดรคอลลอยด์ชนิดอื่นๆ เช่น กัม และ เพคติน สารทดแทนไขมันที่ผลิตจากเซลลูโลส (Cellulose - based fat replacers) ได้มาจากวิธีการต่างๆ ดังนี้ (Murray *et al.*, 2000)

Mechanical grinding เช่น เซลลูโลสผง (powder cellulose)

Chemical depolymerization และ Wet mechanical disintegration เช่น ไมโครคริสตัลไลน์ เซลลูโลส (microcrystalline cellulose; MCC) และเซลลูโลสเจล (cellulose gel)

Chemical derivitization เช่น เมทิลเซลลูโลส (methyl cellulose) กัมดัดแปร (modified vegetable gum) เซลลูโลสกัม (cellulose gum) คาร์โบไฮเดรตกัม (carbohydrate gum) โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (sodium carboxymethyl cellulose) ไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส (hydroxypropyl methylcellulose)



ภาพที่ 13 โครงสร้างโมเลกุลของเซลลูโลส

ที่มา: Murray *et al.* (2000)

สารทดแทนไขมันทางการค้าที่ผลิตได้จากเซลลูโลสมีหลายชนิด เช่น Just Fiber[®] ผลิตโดยบริษัท International Fiber Group (American Dietetic Association, 2005) ผลิตจากเส้นใยของเมล็ดฝ้าย ข้าวสาลี มันฝรั่ง และไฟ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรส และกลิ่น น้อย เนื่องจากมากกว่าร้อยละ 99 ของ Just Fiber[®] เป็นเส้นใยอาหาร (dietary fiber) ซึ่งร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อยสลายได้จึงทำให้ Just Fiber[®] มีพลังงาน 0 กิโลแคลอรี (International Fiber Group, 2011)

Z Trim[®] ผลิตโดยบริษัท Fiber Gel Technology, Inc. ผลิตได้จากข้าวโพด หรือข้าวโอ๊ต สามารถใช้เป็นสารทดแทนไขมัน อิมัลชัน และสารให้ความคงตัว ได้ในผลิตภัณฑ์ ชุป ซอส เบเกอรี่ ไอศกรีม ขนมหวาน (Anonymous, 2011a) เนื่องจาก Z Trim[®] เป็นใยอาหารซึ่งร่างกายไม่สามารถย่อยสลายได้ และสามารถอุ้มน้ำได้ดี ทำให้สามารถช่วยรักษาความชื้นของผลิตภัณฑ์ และมีพลังงาน 0 กิโลแคลอรี แต่ Z Trim[®] ไม่สามารถใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอดได้ (Anonymous, 2006b)

2.1.2 สารทดแทนไขมันจากโปรตีน (Protein based Fat Replacers)

ผลิตได้จากโปรตีนในแหล่งต่างๆ เช่น ไข่ นม หางนม ถั่วเหลือง เจลาติน และกลูเตนในข้าวสาลี เป็นต้น สารทดแทนไขมันกลุ่มโปรตีนไม่สามารถใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอด แต่สามารถใช้ได้ดีในผลิตภัณฑ์นม น้ำสลัด ขนมหวานแช่แข็ง และมาการีน (Akoh, 1998) ตัวอย่างสารทดแทนไขมันกลุ่มโปรตีนมีดังนี้

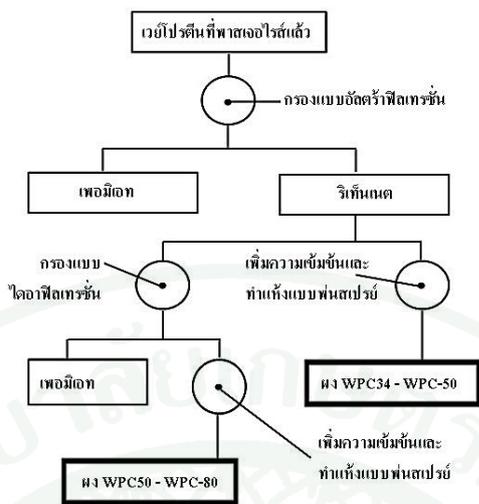
2.1.2.1 ไมโครพาทิกูเลทโปรตีน (Microparticulated protein)

เป็นการลดขนาดอนุภาคของโปรตีนให้เล็กลง (Microparticulation process) ได้เป็นโปรตีนที่มีอนุภาคขนาดเล็ก (Microparticulated protein) (Singer, 1996) เช่น Simplex[®] เป็นเวย์โปรตีนเข้มข้นที่ผ่านการลดขนาดของอนุภาค พัฒนาโดยบริษัท The Nutra Sweet Kelco Co. (Akoh, 1998) มีขนาดอนุภาคเพียง 0.01 - 3.00 ไมครอน และยังคงรักษาคุณสมบัติการจับตัวเป็นก้อนของโปรตีนไว้ได้ สามารถใช้ได้ ในสภาวะที่ pH ต่ำ การฆ่าเชื้อแบบรีทอร์ท และกระบวนการที่มีแรงเฉือนสูง (high shear processing) Simplex[®] สามารถใช้เป็นสารทดแทนไขมัน โดยให้ลักษณะเรียบ (smooth) และความรู้สึกเป็นครีมภายในปาก (creamy mouthfeel) คล้ายกับไขมัน และใช้ได้กับผลิตภัณฑ์ขนมหวาน ซีส ครีมเทียม (creamers) และเครื่องดื่ม (Anonymous, 2011c)

2.1.2.2 เวย์โปรตีนเข้มข้น (Whey Protein Concentrate; WPC)

โปรตีนในน้ำนมแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ เคซีน (casein) ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีมากที่สุดในน้ำนม และ เวย์โปรตีนเป็นของเหลวที่เหลือจากการตกตะกอนแยกโปรตีนเคซีน แต่ยังมีโปรตีนเหลืออยู่ คือ แลคทาบูมิน (lactalbumin) และแลคโทโกลบูลิน (lactoglobulin) โดยแลคทาบูมินสามารถแยกได้โดยการตกตะกอนด้วยความร้อน และแมกนีเซียมซัลเฟต ในขณะที่แลคโทโกลบูลินสามารถแยกได้โดยละลายในสารละลายเกลือเจือจาง (สมจิต, 2549)

WPC เกิดจากการนำ เวย์โปรตีนที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์แล้วมาจัดองค์ประกอบอื่นๆ ที่ไม่ใช่โปรตีน ด้วยวิธีการแยกแบบเยื่อเมมเบรน (ภาพที่ 14) อาจมีการปรับสภาพความเป็นกรดให้เพิ่มขึ้นเล็กน้อย องค์ประกอบของ WPC คือ โปรตีน แล็กโทส ไขมัน เถ้า และความชื้น ระดับความเข้มข้นของโปรตีนมีตั้งแต่ร้อยละ 34 - 80 คุณสมบัติของ WPC คือ ช่วยทำอิมัลชัน สร้างสีและกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ จับตัวกับน้ำและไขมันได้ดี (Lagrange, 2004) เมื่อใช้ WPC เป็นสารทดแทนไขมันจะช่วยรักษาเสถียรภาพของน้ำและไขมัน ช่วยรักษาเนื้อสัมผัสที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดีจึงช่วยรักษาความชื้นของผลิตภัณฑ์ (U.S. Dairy Export Council, 2004)



ภาพที่ 14 กระบวนการผลิต WPC

ที่มา: Lagrange (2004)

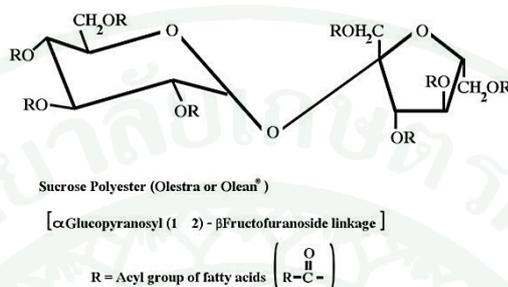
2.1.3 สารทดแทนไขมันจากไขมัน (Fat based Fat Replacers)

สารทดแทนไขมันกลุ่มไขมันเป็นสารสังเคราะห์ที่มีลักษณะทางกายภาพ และเคมีเหมือนกับไตรกลีเซอไรด์ รูปแบบการสังเคราะห์ของสารทดแทนไขมันกลุ่มไขมันมี 3 แบบ คือ การแทนที่ครึ่งหนึ่งของกลีเซอรอลในไตรกลีเซอไรด์ด้วย โพลีออล หรือน้ำตาล การกลับหัวพันธะเอสเทอร์ของกรดไขมันในกลีเซอรอล และการลดพันธะเอสเทอร์ของกลีเซอรอลลงครึ่งด้วยพันธะอีเทอร์ จึงส่งผลให้สารทดแทนไขมันที่สังเคราะห์ได้ไม่สามารถย่อยสลาย หรือดูดซึมในร่างกายได้ ถ้ามีการย่อยสลายในร่างกายก็จะย่อยสลายได้น้อย ทำให้มีพลังงานอยู่ระหว่าง 0 - 9 กิโลแคลอรีต่อกรัม นอกจากนี้ยังมีความคงทนต่ออุณหภูมิของการทอด และสามารถใช้แทนที่ไขมันในผลิตภัณฑ์ได้แบบ 1 ต่อ 1 กรัม (Swanson, 1996) ตัวอย่างสารทดแทนไขมันกลุ่มไขมันมีดังนี้

โอเลสตรา (Olestra / Olean[®])

พัฒนาโดยบริษัท The Procter & Gamble เป็น ซูโครส โพลีเอสเตอร์ ของ 6 - 8 กรดไขมัน (sucrose polyester of 6 - 8 fatty acid) แสดงในภาพที่ 15 ซึ่งมีโมเลกุลขนาดใหญ่และมีจำนวนของกรดไขมันชนิดไม่มีขั้วจำนวนมาก จึงทำให้ไม่มีการย่อยสลายในร่างกายมนุษย์ ทำให้มี

พลังงาน 0 กิโลแคลอรีต่อกรัม (Akoh, 1998) ในประเทศสหรัฐอเมริกาโอเลสตรา สามารถใช้แทนที่ไขมันได้ร้อยละ 100 ในผลิตภัณฑ์อาหารว่าง และอาหารว่างแบบทอด เช่น มันฝรั่ง เครกเกอร์และพัฟฟี่ส (Food and Drug Administration, U.S. Department, 1996)



ภาพที่ 15 โครงสร้างโมเลกุลของโอเลสตรา

ที่มา: Akoh (1998)

ซาราทริม (Saratrim / Benefat™)

ซาราทริมมีโครงสร้างเป็นไตรกลีเซอไรด์สายสั้น และสายยาว ซึ่งมีหมู่เอซิล (ภาพที่ 16) พัฒนาโดยบริษัท Cultor Food Science, Inc. (American Dietetic Association, 2005) ให้พลังงาน 6 กิโลแคลอรีต่อกรัม มีคุณสมบัติและลักษณะทางกายภาพคล้ายกับไขมัน สามารถใช้เป็นการทดแทนไขมันได้ในผลิตภัณฑ์ซ็อกโกแลต เนยถั่วสำหรับทาขนมปัง ซาวครีม เบเกอรี่ นม และผลิตภัณฑ์นมแช่แข็ง เป็นต้น แต่ไม่สามารถได้ในผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทอด (Akoh, 1998)



ภาพที่ 16 โครงสร้างโมเลกุลของซาราทริม

ที่มา: Anonymous (2011b)

เอสเทอร์ไฟล์ โพรพรอกซิลเลท กลีเซอรอล หรือ อีพีจี (Esterified Propoxylated Glycerols; EPGs)

อีพีจีเป็นโพรพิลีน ออกไซค์ ซึ่งพัฒนาโดยบริษัท ARCO Chemical Company มีลักษณะคล้ายไขมันปกติ แต่สามารถต้านทานการย่อยและการดูดซึมในร่างกายมนุษย์ได้ จึงไม่ให้พลังงาน (0 กิโลแคลอรีต่อกรัม) สามารถใช้เป็นสารทดแทนไขมันได้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ น้ำสลัด ผลิตภัณฑ์แช่แข็ง และยังสามารถใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการปรุงสุก และทอด แต่อีพีจียังไม่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในทางการค้า (Akoh, 1998)

2.2 ประโยชน์และความปลอดภัยของสารทดแทนไขมันต่อผู้บริโภค

การใช้สารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารช่วยลดปริมาณไขมัน และพลังงานที่ได้รับจากอาหารให้ลดลง ซึ่งมีผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภคทั่วไป และผู้ที่ต้องการควบคุมปริมาณพลังงาน หรือไขมัน โดยสารทดแทนไขมันกลุ่มคาร์โบไฮเดรต และโปรตีน ส่วนใหญ่เป็น GRAS (Generally Recognized As Safe) ซึ่งมีความปลอดภัยในใช้กับผลิตภัณฑ์อาหาร แต่สารทดแทนไขมันกลุ่มไขมันมีเพียงบางชนิดที่สามารถใช้ในทางการค้าได้ เช่น โอลีสตรา สามารถใช้ได้ในประเทศสหรัฐอเมริกา (Food and Drug Administration, U.S. Department, 1996)

ข้อควรระวังของการใช้สารทดแทนไขมันคือ การได้รับวิตามินซึ่งละลายในไขมัน (A D E K) ลดลง อาจมีอาการแพ้จากสารทดแทนไขมันกลุ่มไขมันซึ่งเป็นไขมันสังเคราะห์ที่ไม่สามารถย่อย และดูดซึมได้ในร่างกาย

3. ฉลากโภชนาการ

ปัจจุบันประชากรไทยกำลังประสบปัญหาภาวะโภชนาการขาด (ภาวะขาดโปรตีน ขาดไอโอดีน ขาดธาตุเหล็ก) และภาวะโภชนาการเกิน (โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคโคเลสเตอรอลในเลือดสูง โรคความดันโลหิตสูง) (กองโภชนาการ, 2546) ดังนั้นการเลือกบริโภคให้เหมาะสมกับภาวะโภชนาการของแต่ละคน จึงเป็นสิ่งสำคัญในการดูแลสุขภาพ ดังนั้นการแสดงข้อมูลโภชนาการบนฉลากอาหาร จึงช่วยให้ผู้บริโภคสามารถเลือกบริโภคให้เหมาะสมกับความต้องการ หรือภาวะทางโภชนาการของแต่ละบุคคลได้ นอกจากนี้ผู้บริโภคยังสามารถเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันได้จากข้อมูลบนฉลากโภชนาการของผลิตภัณฑ์

ฉลากโภชนาการ หมายถึง การแสดงข้อมูล โภชนาการของอาหารนั้นๆ บนฉลากในรูปแบบของ ชนิด และปริมาณของสารอาหาร ในกรอบข้อมูลโภชนาการ นอกจากนี้ ยังรวมถึงการใช้ข้อความ กล่าวอ้างทางโภชนาการ เช่น โปรตีนสูง ลดไขมัน หรือเสริมวิตามินซี เป็นต้น (หัทธยา, 2546)

3.1 การกล่าวอ้างทางโภชนาการ (Nutrition claim)

การแสดงข้อความ หรือข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับโภชนาการของอาหารนั้น เช่น การระบุถึงปริมาณ พลังงาน โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และเกลือแร่ต่างๆ ที่มีอยู่ในอาหารนั้นๆ การกล่าวอ้างทางโภชนาการ แบ่งเป็น 3 ประเภท (กระทรวงสาธารณสุข, 2541) คือ

1. การกล่าวอ้างอิงปริมาณสารอาหาร (Nutrient content claim) เป็นการกล่าวอ้างถึงระดับของสารอาหาร หรือพลังงานที่มีในอาหารนั้น เช่น เป็นแหล่งของแคลเซียม มีเส้นใยอาหารสูง และไขมันต่ำ เป็นต้น โดยที่อาหารนั้นต้องได้ผ่านกระบวนการพิเศษ หรือมีการปรับสูตร เพื่อให้มีระดับของสารอาหาร หรือพลังงานเป็นไปตามที่มีการกล่าวอ้าง

2. การกล่าวอ้างปริมาณโดยการเปรียบเทียบ (Comparative claim) เป็นการเปรียบเทียบปริมาณของสารอาหาร หรือพลังงานที่มีในอาหารนั้น ตั้งแต่สองอย่างขึ้นไป โดยเปรียบเทียบกับอาหารอ้างอิง

3. การกล่าวอ้างเกี่ยวกับหน้าที่ของสารอาหาร (Nutrient function claim) เป็นการกล่าวอ้างถึงหน้าที่ของสารอาหารที่มีต่อร่างกาย

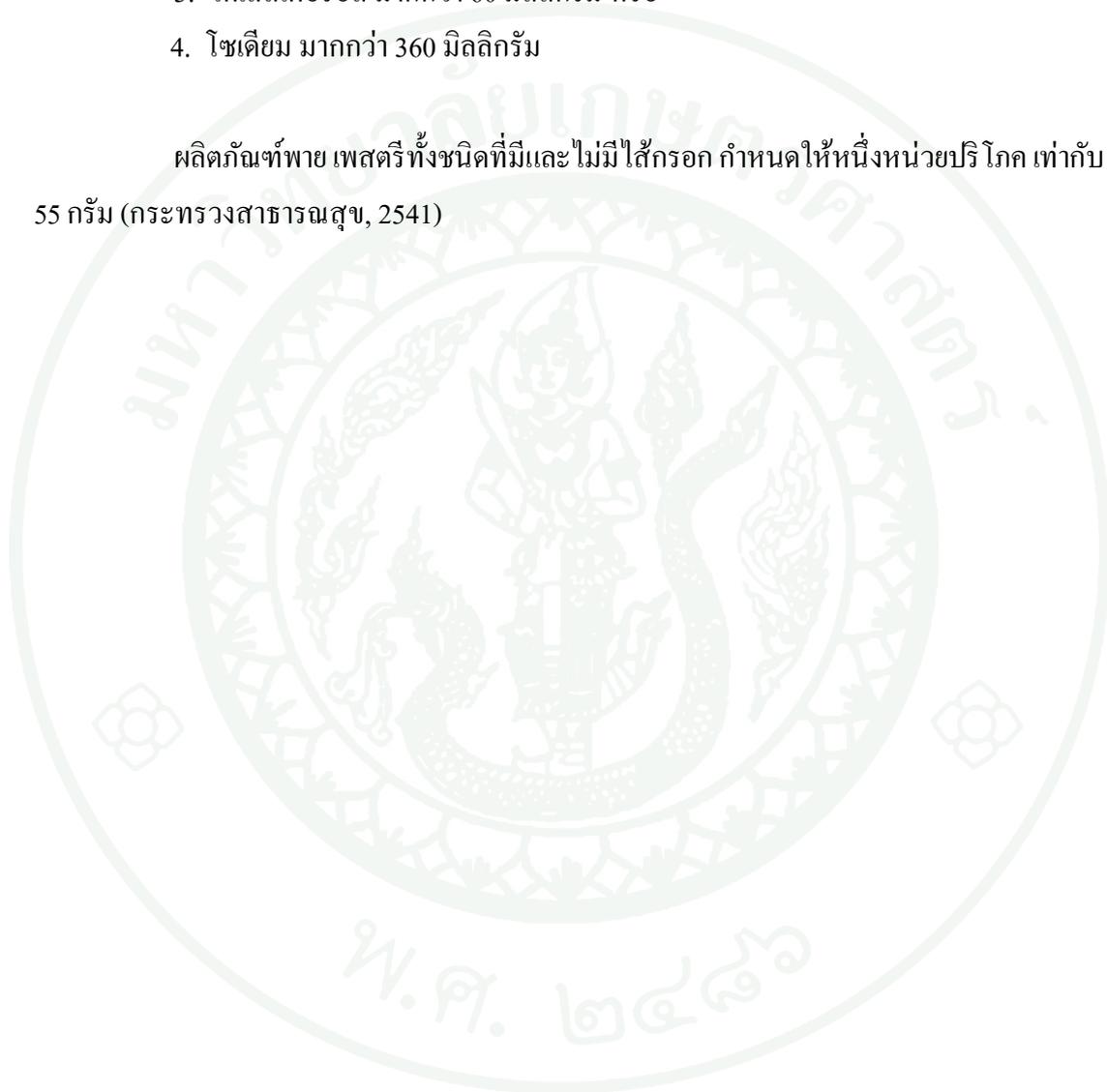
3.2 เงื่อนไขการกล่าวอ้างทางโภชนาการ โดยใช้เกณฑ์ต่อปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภค

เป็นการกล่าวอ้างถึงการเปรียบเทียบปริมาณสารอาหาร หรือพลังงานที่เปรียบเทียบกับอาหารอ้างอิง และต้องลดปริมาณสารอาหาร หรือพลังงานลงตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไป ต่อปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิง และห้ามใช้ข้อความอ้างปริมาณโดยเปรียบเทียบหากอาหารอ้างอิงมีสารอาหาร หรือพลังงานที่จะเปรียบเทียบบนนั้น อยู่ในปริมาณที่เป็นไปตามเงื่อนไขของ “ต่ำ” หรือ “น้อยมาก” อยู่แล้ว นอกจากนี้การกล่าวอ้างเกี่ยวกับหน้าที่ของสารอาหารจะต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขเพิ่มเติม

เมื่อคำนวณต่อปริมาณอาหาร 100 กรัม หรือ 100 มิลลิลิตร ดังนี้(กระทรวงสาธารณสุข, 2541)

1. ไขมันทั้งหมด มากกว่า 13 กรัม หรือ
2. ไขมันอิ่มตัว มากกว่า 4 กรัม หรือ
3. โคลเลสเตอรอล มากกว่า 60 มิลลิกรัม หรือ
4. โซเดียม มากกว่า 360 มิลลิกรัม

ผลิตภัณฑ์พาย เพสตรีทั้งชนิดที่มีและไม่มีไส้กรอก กำหนดให้หนึ่งหน่วยบริโภค เท่ากับ 55 กรัม (กระทรวงสาธารณสุข, 2541)



อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัสดุดิบ

- 1.1 แป้งขนมปัง ยี่ห้อหงส์ขาว
- 1.2 แป้งเค้ก ยี่ห้อพัคโบก
- 1.3 มาการีน ยี่ห้อโอลิมปิกเค้ก
- 1.4 เนยสดชนิดเค็ม ยี่ห้อออร์คิด
- 1.5 เกลือป่น ยี่ห้อปรุงทิพย์
- 1.6 ไข่ไก่ เบอร์ 1 (น้ำหนัก 65 - 70 กรัม)
- 1.7 เพสตริมาการีน ยี่ห้อโอลิมปิกพัฟ
- 1.8 ไข่กรอกกรอกไก่ ยี่ห้อบีเคพี
- 1.9 สารทดแทนไขมัน
 - 1.9.1 เซลลูโลสผง ยี่ห้อ VITACEL[®] L600 บริษัท JRS
 - 1.9.2 มอลโทเดกซ์ทรินเจล (DE 2) ยี่ห้อ PASELLI SA2 บริษัท AVEBE
 - 1.9.3 เวย์โปรตีนเข้มข้น (Whey protein concentrate; WPC) ความเข้มข้นร้อยละ 80 บริษัท วิกกีเอนเตอร์ไพรส์ จำกัด
 - 1.9.4 ซาราทริม ยี่ห้อ Benefat[®] บริษัท Danisco
- 1.10 สารเคมี
 - 1.10.1 สารเคมีในการวิเคราะห์ปริมาณไขมัน
 - 1.10.2 สารเคมีในการวิเคราะห์โปรตีน
 - 1.10.3 สารเคมีในการวิเคราะห์ถั่ว
 - 1.10.4 สารเคมีในการวิเคราะห์เส้นใย

2. อุปกรณ์ในการผลิตฟัฟเฟสตรี

- 2.1 เครื่องผสมแป้ง ยี่ห้อ Spar Machinery รุ่น TS 207 ประเทศไต้หวัน
- 2.2 เตอบขนมปังแบบไฟฟ้า ยี่ห้อ King Machines รุ่น เตอบไฟฟ้า ประเทศไทย
- 2.3 เตอบไฟฟ้า ขนาด 9 ลิตร ยี่ห้อ House Worth รุ่นKA - 6220 ประเทศไทย
- 2.4 ตู้เย็น ความจุ 6.1 คิว ยี่ห้อ Toshiba รุ่น GR - B171Z ประเทศไทย
- 2.5 อุปกรณ์เครื่องครัว

3. อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพ

3.1 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- 3.1.1 Spectrophotometer ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM - 3500d ประเทศสหรัฐอเมริกา
- 3.1.2 เครื่องวัดค่า Water activity ยี่ห้อ AquaLab รุ่น 3TE ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.2 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.2.1 อุปกรณ์

- ตู้อบวิเคราะห์ความชื้น ยี่ห้อ Binder รุ่น FD - 115 ประเทศเยอรมนี
- เครื่องสกัดไขมัน ยี่ห้อ Tecator รุ่น Soxtec Avanti 2050 ประเทศสหรัฐอเมริกา
- เครื่องกลั่นโปรตีน ยี่ห้อ Buchi รุ่น B - 324 ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
- เตาเผา ยี่ห้อ Stuart Scientific รุ่น 11/14 ประเทศอังกฤษ
- เครื่องกลั่นเส้นใย ยี่ห้อ Foss Tecator รุ่น Fibertec System M ประเทศเดนมาร์ก
- เครื่องวัดปริมาณพลังงานความร้อน (Bomb calorimeter) ยี่ห้อ Leco รุ่น AC-350 ประเทศอินเดีย
- โถดูดความชื้น

3.3 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

- 3.3.1 เครื่องฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน (Autoclave - steam sterilizer) ยี่ห้อ Omron รุ่น STMN - Y222 ประเทศญี่ปุ่น

- 3.3.2 อุปกรณ์เครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์
- 3.3.3 ตู้ฆ่าเชื้อลมร้อน ยี่ห้อ Binder รุ่น FD - 115 ประเทศสหรัฐอเมริกา
- 3.3.4 อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์

3.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

- 3.4.1 แบบสอบถาม
- 3.4.2 อุปกรณ์ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส

วิธีการ

1. สำรวจความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เพสตรี้

สำรวจความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เพสตรี้ ได้แก่ พัพเพสตรี้ และครัวซองต์ เพื่อกำหนดชนิดของผลิตภัณฑ์เพสตรี้ที่ผู้บริโภคต้องการให้พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพสตรี้ลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน ทำการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคจากแบบสอบถามจำนวน 400 ชุด (ภาคผนวก ก) กำหนดตัวอย่างโดยวิธีโควต้า (Quota Sample) (อัจฉรา, 2548) กำหนดให้มีเพศชายและเพศหญิง อย่างละ 200 คน มีช่วงอายุ น้อยกว่า 21 ปี 21 - 30 ปี 31 - 40 ปี 41 - 50 ปี และมากกว่า 50 ปี ช่วงอายุละ 80 คน โดยทำการสำรวจในด้านพฤติกรรม การซื้อ การบริโภคผลิตภัณฑ์เพสตรี้ของผู้บริโภค เพื่อกำหนดแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพสตรี้ลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน

2. ศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์พัพเพสตรี้ที่จำหน่ายในท้องตลาด

ศึกษาลักษณะของผลิตภัณฑ์พัพเพสตรี้ โดยสำรวจผลิตภัณฑ์พัพเพสตรี้ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 4 ยี่ห้อ ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้าน ลักษณะปรากฏ ความกรอบ การขึ้นฟูของผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์พัพเพสตรี้ลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมันโดยวัดคุณภาพ ดังนี้

2.1 คุณภาพทางกายภาพ

2.1.1 ปริมาตรจำเพาะโดยใช้การแทนที่ด้วยเมล็ดงา ตามวิธีของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2524) โดยทำการวัดปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์ทั้งชิ้น (แป้ง และไส้) วัดค่า 10 ซ้ำ

2.1.2 ค่าสีในระบบ CIE $L^* a^*$ และ b^* ใช้เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM - 3500d ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้มุม 10° และแสง illuminate source - D65 โดยวัดค่าสีเปลือก (crust) และเนื้อใน (crumb) เฉพาะแป้งของผลิตภัณฑ์ ไม่รวมไส้ และวัดค่า 10 ซ้ำ

2.1.3 ค่า water activity ยี่ห้อ AquaLab รุ่น 3TE ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยทำการวัดเฉพาะแป้งของผลิตภัณฑ์ ไม่รวมไส้ วัดค่า 10 ซ้ำ

2.2 คุณภาพทางเคมี

การวัดคุณภาพทางเคมีตามข้อ 2.2.1 - 2.2.3 วัดค่าเฉพาะส่วนแป้งของผลิตภัณฑ์ ไม่รวมไส้

2.2.1 ปริมาณความชื้น ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

2.2.2 ปริมาณไขมัน ตามวิธี ether - extraction method โดยใช้เครื่อง เครื่องสกัดไขมัน ยี่ห้อ Tecator รุ่น Soxtec Avanti 2050 ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.2.3 ปริมาณโปรตีน ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

2.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

2.3.1 การทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ประเมินเฉพาะส่วนแป้งของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ 9 - Point Hedonic Scale กับผู้ทดสอบทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ทำการเสิร์ฟตัวอย่าง จำนวน 4 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 ชิ้น (50 - 90 กรัม) ทำการสุ่มเลือกลำดับการเสิร์ฟตัวอย่าง เสิร์ฟตัวอย่างครั้งละ 1 ตัวอย่าง ที่อุณหภูมิห้อง พักการ ทดสอบระหว่างตัวอย่าง ตัวอย่างละ 5 นาที

2.3.2 การทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) ประเมินเฉพาะส่วนแป้งของผลิตภัณฑ์ กับผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 10 คน โดยใช้สเกลยาว 15 เซนติเมตร และวิธีการในการฝึกฝนผู้ทดสอบแสดงใน ภาคผนวก ข

3. ศึกษาผลของชนิดของสารทดแทนไขมันต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมัน

3.1 การคัดเลือกสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรี

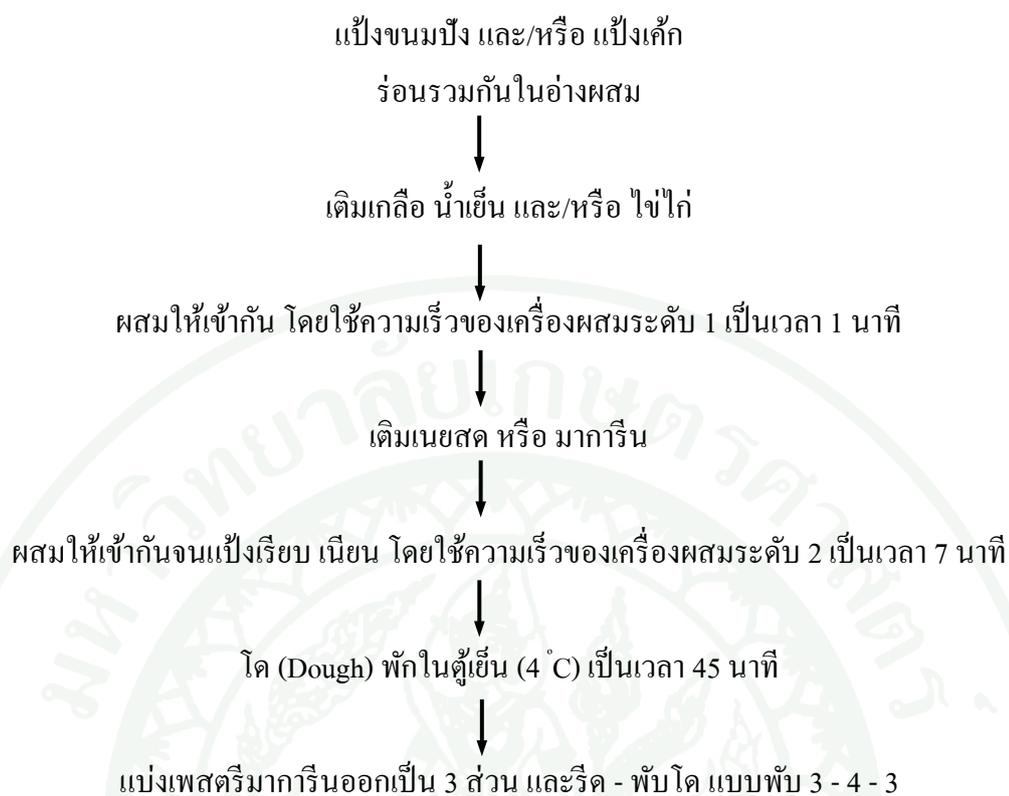
คัดเลือกสูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีที่มีความแตกต่างกันขององค์ประกอบหลัก 2 สูตร โดยแสดงส่วนประกอบเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้ง (Bakery's percentage) ตารางที่ 2 และมีกรรมวิธีในการผลิตฟัพเพสตรีดังแสดงในภาพที่ 17 - 18 ทำการทดสอบความชอบผลิตภัณฑ์ (เฉพาะส่วนแป้ง ไม่รวมไส้) โดยใช้ 9 - Point Hedonic Scale กับผู้ทดสอบทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน จากนั้นคัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด เพื่อกำหนดเป็นสูตรควบคุมและพัฒนาเป็นฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันในขั้นต่อไป

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้ง (Bakery's percentage) ของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรี

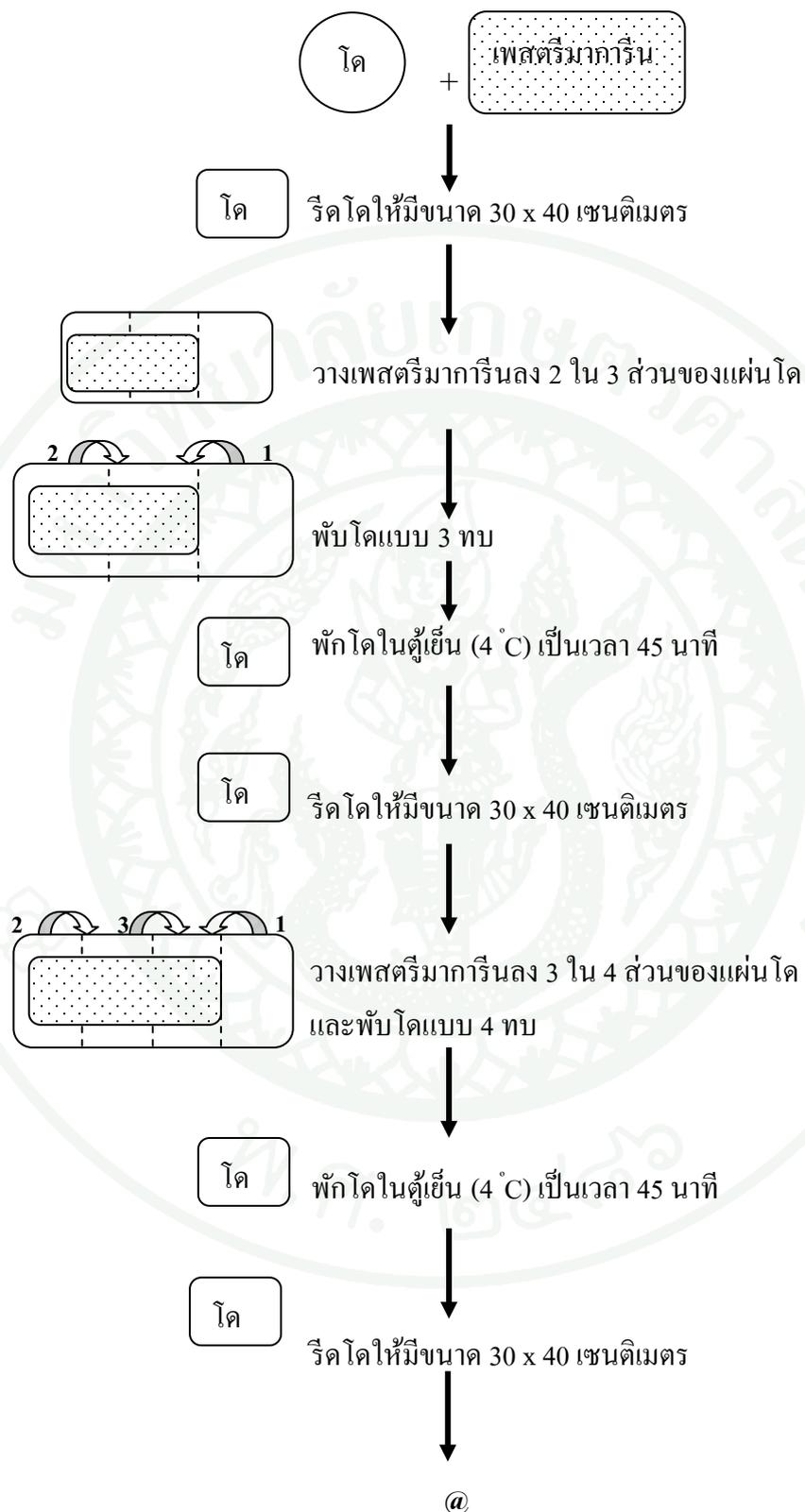
ส่วนประกอบ (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)	สูตรที่	
	1	2
1. แป้งขนมปัง	100.00	50.00
2. แป้งเค้ก	-	50.00
3. เนยสด	12.50	-
4. มากาρίน	-	12.00
5. เกลือ	0.10	0.60
6. ไข่ไก่	-	5.00
7. น้ำเย็น	55.00	50.00
8. เพสตรีมากาρίน	75.00	60.00

ที่มา: สูตรที่ 1 Anonymous (2007)

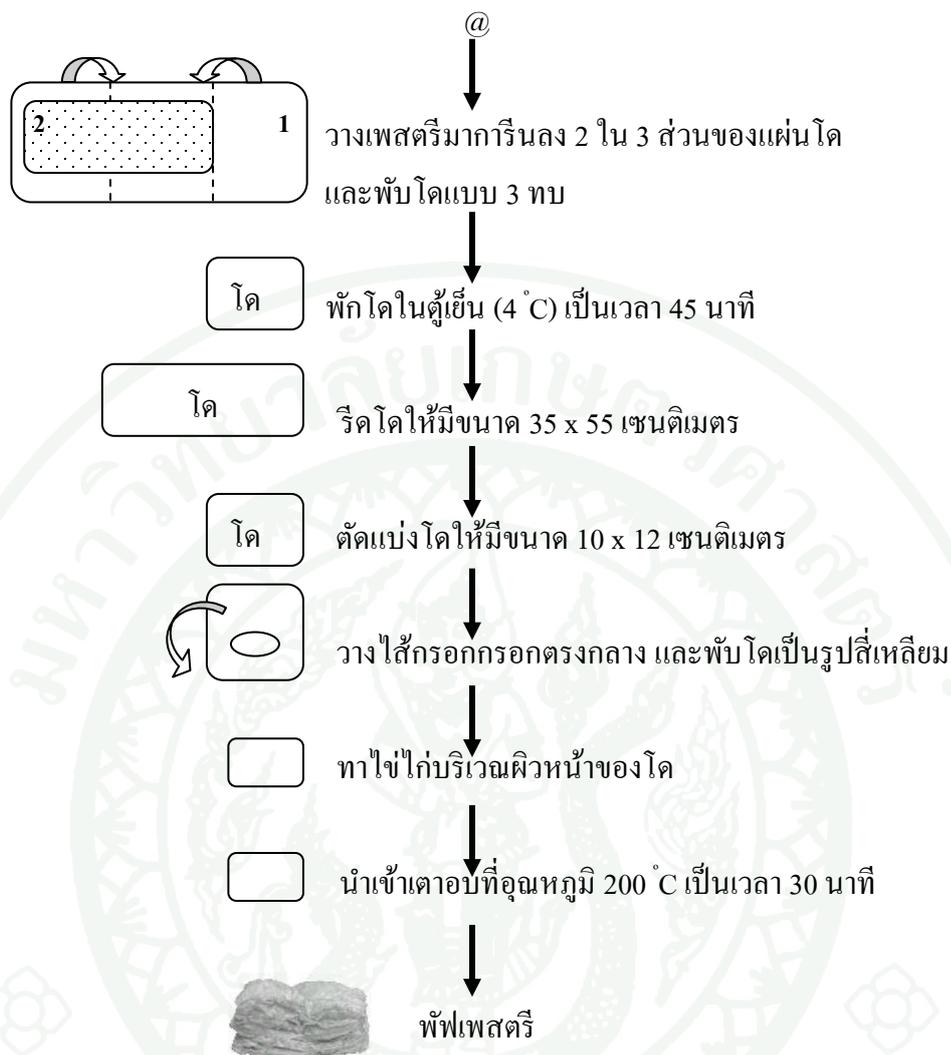
สูตรที่ 2 จิตธนา (2549)



ภาพที่ 17 กรรมวิธีการผสมโดของพัฟเพสตรี



ภาพที่ 18 ขั้นตอนการผลิตพฟเพสตรี้

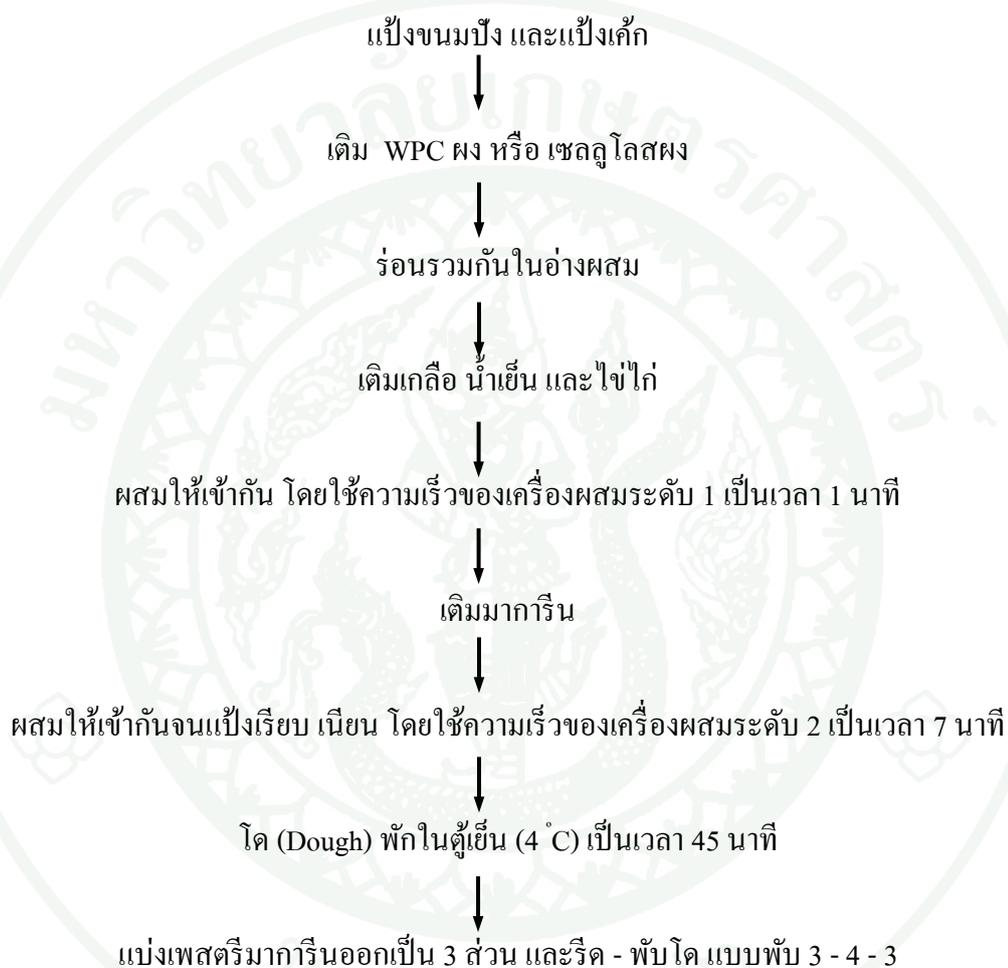


ภาพที่ 18 (ต่อ)

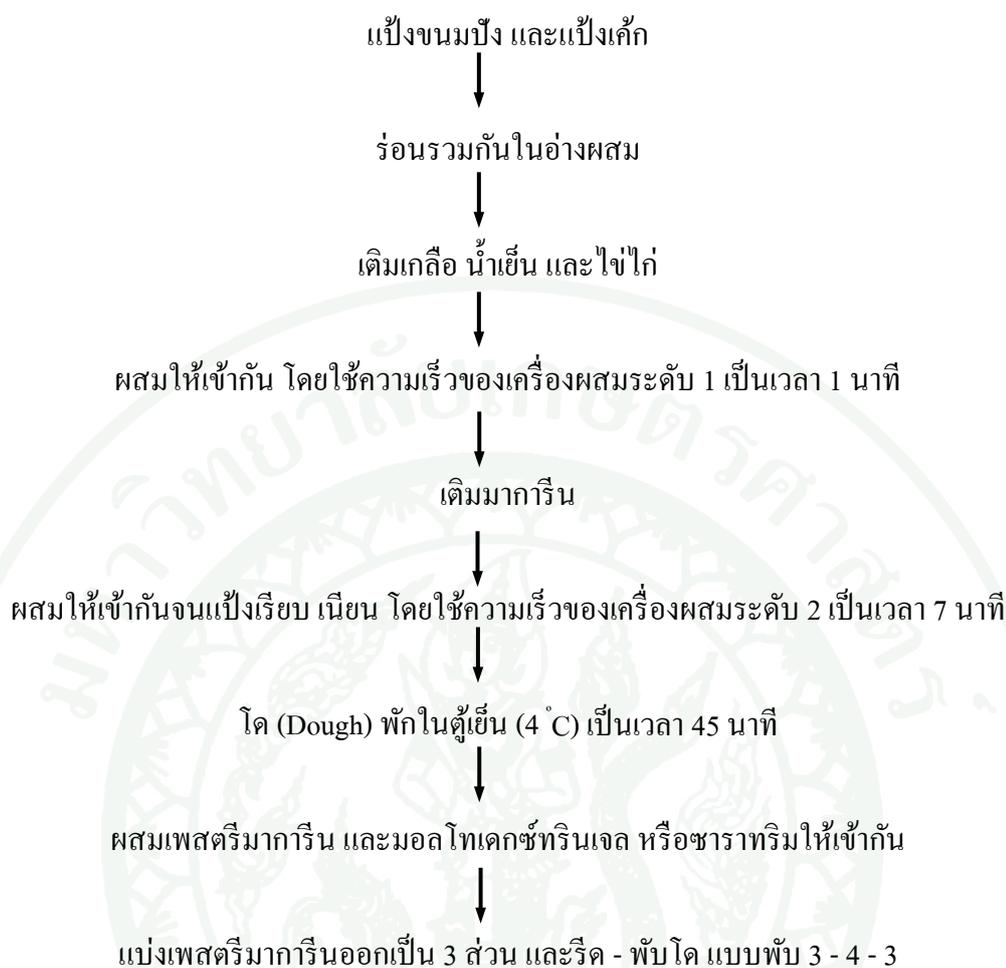
3.2 การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ฟัฟเพสตรี้ลดไขมันที่ใช้สารทดแทนไขมันชนิดต่างๆ

ชนิด และปริมาณเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้งของสารทดแทนไขมันที่ศึกษา ประกอบด้วย มอลโทเดกซ์ทรินเจลดร้อยละ 9.60เซลลูโลสผงร้อยละ 9.60 ซาราทริมร้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 (ตารางที่ 3) วิธีการผลิตฟัฟเพสตรี้ แสดงในภาพที่ 18 วิธีการผสมโดยของ ฟัฟเพสตรี้ลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน แสดงในภาพที่ 19 - 20 และมอลโทเดกซ์ทรินเจลดเตรียมได้จาก เตรียมมอลโทเดกซ์ทรินผง และน้ำ ให้เป็นสารละลายมอลโทเดกซ์ทรินความเข้มข้น ร้อยละ 25 (w/w) ทำควนผสมโดยให้ความร้อน (heat stirring) ที่อุณหภูมิ 72 ± 1 °C เวลา 15 นาที ทำ ให้เย็น จากนั้นนำสารละลายที่ได้แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (Leslie, 1999) วาง

แผนการทดลองแบบ CRD กำหนดให้ตัวแปรต้นคือ ชนิดของสารทดแทนไขมัน วิเคราะห์สถิติโดยการใช้การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ และวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมัน ตามข้อ 2.1 - 2.3 และวัดปริมาณพลังงานทั้งหมด ของแป้งฟฟเฟสตริลโดยใช้เครื่อง Bomb calorimeter ยี่ห้อ Leco รุ่น AC - 350 ประเทศอินเดีย



ภาพที่ 19 กรรมวิธีการผสมโดของฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้ WPC หรือ เซลลูโลสผง



ภาพที่ 20 กรรมวิธีการผสมโดของพัฟเพสตริลดไขมัน โดยใช้ มอลโทเดกซ์ทรินเจล หรือซาราทริม

4. ศึกษาระดับของเพสตรียีสต์ที่เหมาะสมในการพัฒนาพัฟเพสตริลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน

ศึกษาระดับที่เหมาะสมของเพสตรียีสต์ โดยกำหนดระดับของเพสตรียีสต์เป็นร้อยละของน้ำหนักแป้ง เป็น 3 ระดับ คือ ร้อยละ 16 17 และ 18 ดังแสดงในตารางที่ 4 ชนิด และปริมาณเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้งของสารทดแทนไขมันที่ใช้ในการศึกษา คือ เซลลูโลสผงร้อยละ 9.60 มอลโทเดกซ์ทรินเจลร้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 วางแผนการทดลองแบบ CRD กำหนดให้ตัวแปรต้นคือ ปริมาณของเพสตรียีสต์ ทำการทดลอง 2 ซ้ำ คัดเลือกกระดับของเพสตรียีสต์ที่เหมาะสม โดยการทดสอบความชอบกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ซึ่งประเมินความชอบเฉพาะส่วนแป้งของพัฟเพสตรียีสต์ ทำการสุ่มเลือกลำดับการเสิร์ฟตัวอย่าง โดยเสิร์ฟตัวอย่างครั้งละ 1 ตัวอย่าง ที่อุณหภูมิห้อง พักการทดสอบระหว่างตัวอย่าง ตัวอย่างละ 5 นาที

ตารางที่ 3 ส่วนประกอบเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้ง (Bakery's percentage) ของฟัฟเฟสตริลคไจมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน

ส่วนประกอบ (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)	สูตรฟัฟเฟสตรี				
	ควบคุม	เซลลูโลสผง	มอลโทเดกซ์ทรินเจล	ซาราทริม	WPC
1. แป้งขนมปัง	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
2. แป้งเค้ก	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
3. มาการีน	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
4. เกลือ	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
5. ไข่ไก่	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
6. น้ำเย็น	50.00	69.20	50.00	50.00	50.00
7. เฟสตรีมาการีน	60.00	15.00	15.00	15.00	15.00
8. สารทดแทนไขมัน	-	9.60	9.60	9.60	2.00

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้ง (Bakery's percentage) ของฟัฟเฟสตรัดไขมัน โดยแบ่งตามระดับของเพสตริมากรีนที่แตกต่างกัน

ส่วนประกอบ (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)	สูตรฟัฟเฟสตรี้								
	เซลลูโลสผง			มอลโทเดกซ์ทรินเจด			WPC		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1. แป้งขนมปัง	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
2. แป้งเค้ก	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
3. มากรีน	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
4. เกลือ	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
5. ไข่ไก่	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
6. น้ำเย็น	69.20	69.20	69.20	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
7. เพสตริมากรีน	16.00	17.00	18.00	16.00	17.00	18.00	16.00	17.00	18.00
8. สารทดแทนไขมัน	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	9.60	2.00	2.00	2.00

5. ศักยภาพของสารทดแทนไขมันที่เหมาะสมในการผลิตฟัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน

นำระดับของเพสตรีมากรีนที่ได้รับการคัดเลือกในข้อ 4 มาศึกษาความสามารถของสารทดแทนไขมันที่เหมาะสม (คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้ง) โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ เซลลูโลสผง ร้อยละ 2.40 4.80 7.20 และ 9.60 มอลโทเดกซ์ทรินเจล ร้อยละ 2.40 4.80 7.20 และ 9.60 WPC ร้อยละ 0.50 1.00 1.50 และ 2.00 โดยศึกษาแยกในแต่ละสารทดแทนไขมัน ดังแสดงในตารางที่ 5 วางแผนการทดลองแบบ CRD กำหนดให้ตัวแปรต้นคือ ระดับของสารทดแทนไขมัน ทำการทดลอง 2 ซ้ำ และวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

5.1 คุณภาพทางกายภาพ

5.1.1 ปริมาตรจำเพาะ โดยใช้การแทนที่ด้วยเมล็ดงา ตามวิธีของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2524) โดยทำการวัดปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์ทั้งชิ้น (แป้ง และไส้กรอก) วัดค่า 10 ซ้ำ

5.1.2 ค่าสีในระบบ CIE L^* a^* และ b^* ใช้เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM - 3500d ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้มุม 10° และแสง illuminate source - D65 โดยวัดค่าสีเปลือก (crust) และเนื้อใน (crumb) เฉพาะส่วนของแป้ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์ และวัดค่า 10 ซ้ำ

5.1.3 ค่า water activity ยี่ห้อ AquaLab รุ่น 3TE ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยทำการวัดเฉพาะส่วนของแป้ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์ และวัดค่า 10 ซ้ำ

5.2 คุณภาพทางเคมี

การวัดคุณภาพทางเคมีตามข้อ 2.2.1 - 2.2.3 วัดค่าเฉพาะส่วนของแป้ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์

5.2.1 ปริมาณความชื้น ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

5.2.2 ปริมาณไขมัน ตามวิธี ether - extraction method โดยใช้เครื่อง เครื่องสกัดไขมัน ยี่ห้อ Tecator รุ่น Soxtec Avanti 2050 ประเทศสหรัฐอเมริกา

5.2.3 ปริมาณโปรตีน ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

5.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

5.3.1 การทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ประเมินเฉพาะส่วนแป้งของผลิตภัณฑ์ โดยใช้ 9 - Point Hedonic Scale กับผู้ทดสอบทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ทำการเสิร์ฟตัวอย่าง จำนวน 4 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 1 ซีน (50 - 90 กรัม) ทำการสุ่มเลือกลำดับการเสิร์ฟตัวอย่าง เสิร์ฟตัวอย่างครั้งละ 1 ตัวอย่าง ที่อุณหภูมิห้อง พักรอก ทดสอบระหว่างตัวอย่าง ตัวอย่างละ 5 นาที

5.3.2 การทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) ประเมินเฉพาะส่วนแป้งของผลิตภัณฑ์ กับผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 10 คน โดยใช้สเกลยาว 15 เซนติเมตร และวิธีการในการฝึกฝนผู้ทดสอบแสดงใน ภาคผนวก ข

6. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมัน

6.1 การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์

ทดสอบการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ (เฉพาะส่วนของแป้ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์) โดยนำผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดจากข้อ 5 มาทำการทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย (ผู้ทดสอบที่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีที่มีอายุ 21 ปีขึ้นไป) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน ด้วยวิธี Central Location Test (CLT) กับผู้ทดสอบทั่วไปจำนวน 128 คน โดยทดสอบผลิตภัณฑ์ที่เสนอให้พร้อมตอบแบบสอบถาม (ภาคผนวก ง) ภายในโรงอาหารกลาง 1 และ 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ทำการเสิร์ฟตัวอย่าง ทั้งหมด จำนวน 4 ตัวอย่าง เสิร์ฟตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง เลือกลำดับการเสิร์ฟตัวอย่าง เสิร์ฟตัวอย่างครั้งละ 1 ตัวอย่าง ดังนั้นผู้ทดสอบตัวอย่าง 1 คน ทำการประเมินตัวอย่างทั้งหมด 4 ตัวอย่าง โดยมีการพักระหว่างตัวอย่างละ 5 นาที ก่อนเสิร์ฟตัวอย่างต่อไปจนครบ 4 ตัวอย่าง

6.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) และปริมาณพลังงานจากอาหารทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ โดยวิเคราะห์เฉพาะส่วนของแป้ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

6.2.1 ปริมาณความชื้น ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

6.2.2 ปริมาณไขมัน ตามวิธี ether - extraction method โดยใช้เครื่อง เครื่องสกัดไขมันยี่ห้อ Tecator รุ่น Soxtec Avanti 2050 ประเทศสหรัฐอเมริกา

6.2.3 ปริมาณโปรตีน ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

6.2.4 ปริมาณเถ้า ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

6.2.5 ปริมาณเส้นใย ตามวิธีของ A.O.A.C. (2000)

6.2.6 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต จากการคำนวณดังนี้

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด} = 100 - \text{ปริมาณความชื้น} - \text{ปริมาณไขมัน} - \\ \text{ปริมาณโปรตีน} - \text{ปริมาณเถ้า} - \text{ปริมาณเส้นใย}$$

6.2.7 หาปริมาณพลังงานจากอาหารทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ จากการคำนวณดังนี้

$$\text{พลังงานจากอาหารทั้งหมด} = (\text{ร้อยละของไขมัน} \times 9 \text{ กิโลแคลอรี}) + \\ (\text{กิโลแคลอรี/100g}) \quad (\text{ร้อยละของโปรตีน} \times 4 \text{ กิโลแคลอรี}) + \\ (\text{ร้อยละของคาร์โบไฮเดรต} \times 4 \text{ กิโลแคลอรี})$$

7. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมัน

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยไม่ใช้สารทดแทนไขมัน และฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อที่ 6 บรรจุในถุงพลาสติกชนิดพอลิโพรไพลีน ขนาด 4 x 6 นิ้ว เก็บรักษาภายในตู้เย็น (4 °C) เป็นเวลา 4 วัน ทำการทดลอง 2 ซ้ำ วิเคราะห์คุณภาพทุกวัน ดังนี้

7.1 คุณภาพทางกายภาพ

7.1.1 ปริมาตรจำเพาะ โดยใช้การแทนที่ด้วยเมล็ดงา ตามวิธีของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2524) โดยทำการวัดปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์ทั้งชิ้น (แข็ง และใส่กรอก) และวัดค่า 10 ซ้ำ

7.1.3 ค่า water activity ยี่ห้อ AquaLab รุ่น 3TE โดยทำการวัดค่าเฉพาะส่วนของแข็ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์ และวัดค่า 10 ซ้ำ

7.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

วิธีการทดสอบความชอบ โดยใช้ 9 - Point Hedonic Scale กับผู้ทดสอบทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ทำการเสิร์ฟตัวอย่างที่ทำกรุ่นตัวอย่างก่อนเสิร์ฟโดยใช้เตาอบขนมปังยี่ห้อ House Worth เป็นเวลา 3 นาที เนื่องจากตัวอย่างที่ทำการศึกษาที่มีการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C จึงทำการอุ่นผลิตภัณฑ์ก่อนเสิร์ฟ ทำการสุ่มเลือกลำดับการเสิร์ฟตัวอย่าง เสิร์ฟตัวอย่างครั้งละ 1 ตัวอย่าง พักระหว่างตัวอย่าง ตัวอย่างละ 5 นาที การทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ประเมินเฉพาะส่วนของแป้ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์

7.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ข้อ 7.3.1 - 7.3.3 วิเคราะห์ทั้งชิ้นของผลิตภัณฑ์ (แป้งและไส้กรอก)

7.3.1 การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ตามวิธีของ Food and Drug Administration (2001)

7.3.2 การวิเคราะห์เชื้อยีสต์และราทั้งหมด ตามวิธีของ Food and Drug Administration (2001)

7.3.3 การวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus* ตามวิธีของ Food and Drug Administration (2001)

ตารางที่ 5 ส่วนประกอบของฟัฟเฟสตริลดไขมันซึ่งแสดงส่วนประกอบเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้ง (Bakery's percentage) โดยแบ่งตามระดับของสารทดแทนไขมันที่แตกต่างกัน

ส่วนประกอบ (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)	สูตรฟัฟเฟสตรี้												
	เซลลูโลสผง				มอลโทเดกซ์ทรินเจล				WPC				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1. แป้งขนมปัง	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
2. แป้งเค้ก	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
3. มาการีน	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
4. เกลือ	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
5. ไข่ไก่	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
6. น้ำเย็น	54.80	59.60	64.40	69.20	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
7. เฟสตรี้มาการีน	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
8. สารทดแทนไขมัน	2.40	4.80	7.20	9.60	2.40	4.80	7.20	9.60	0.50	1.00	1.50	2.00	

ผลและวิจารณ์

1. การสำรวจความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เพสตรี้

1.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ทดสอบ

จากการสำรวจความต้องการของผู้ทดสอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์เพสตรี้โดยใช้แบบสอบถาม จำนวน 400 ชุด กำหนดให้ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย คือบุคคลทั่วไปที่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์เพสตรี้ พบว่า ผู้ทดสอบมีระดับการศึกษาในระดับปริญญาตรีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 52.30 และยังมีสถานภาพเป็นนักเรียน หรือนักศึกษา ร้อยละ 31.80 อาชีพที่รองลงมาคือ ธุรกิจส่วนตัว (ร้อยละ 18.30) และพนักงานบริษัทเอกชน (ร้อยละ 18.00) ส่วนใหญ่มีค่านายได้ต่อเดือน น้อยกว่า 5,001 บาท (ร้อยละ 24.80) รองลงมาคือ 5,001 - 10,000 บาท (ร้อยละ 24.30) ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ของผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย

	ข้อมูลประชากร	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	200	50.00
	หญิง	200	50.00
อายุ	น้อยกว่า 21 ปี	80	20.00
	21 - 30 ปี	80	20.00
	31 - 40 ปี	80	20.00
	41 - 50 ปี	80	20.00
	50 ปี ขึ้นไป	80	20.00
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย	37	9.20
	มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.	99	24.80
	อนุปริญญา (ปวส.)	29	7.20
	ปริญญาตรี	209	52.30
	สูงกว่าปริญญาตรี	26	6.50

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อมูลประชากร	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
อาชีพ		
นักเรียน / นิสิต / นักศึกษา	127	31.80
ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ	60	15.00
แม่บ้าน	11	2.70
ธุรกิจส่วนตัว	73	18.30
พนักงานบริษัทเอกชน	72	18.00
รับจ้างทั่วไป	57	14.20
รายได้ต่อเดือน		
น้อยกว่า 5,001 บาท	99	24.80
5,000 - 10,000 บาท	97	24.30
10,001 - 15,000 บาท	76	19.00
15,001 - 20,000 บาท	31	7.70
20,001 - 25,000 บาท	48	12.00
มากกว่า 25,000 บาท	49	12.20

1.2 พฤติกรรมการซื้อ และการบริโภคผลิตภัณฑ์เกษตรของผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย

ผลการสำรวจพฤติกรรมการซื้อ และการบริโภคผลิตภัณฑ์เกษตรของผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย ดังแสดงในตารางที่ 7 พบว่า ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย เคยบริโภคผลิตภัณฑ์เกษตรประเภท พืชเทศรีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 45.40 รองลงมา คือ ครัวซองต์เนยสด (ร้อยละ 44.10) และครัวซองต์มาการีน (ร้อยละ 10.50) โดยผู้ทดสอบส่วนใหญ่นิยมซื้อผลิตภัณฑ์เกษตรจำนวน 3 - 4 ชิ้น/ครั้ง แต่รับประทานเพียงครั้งละ 1 - 2 ชิ้น โดยส่วนใหญ่มีความถี่ในการรับประทานผลิตภัณฑ์เกษตรน้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ และปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์มากที่สุด 3 ลำดับแรก คือ ความสดใหม่ รสชาติ และราคาของผลิตภัณฑ์ ชนิดของไส้ผลิตภัณฑ์เกษตรที่ผู้ทดสอบรับประทานแบ่งเป็น ผลิตภัณฑ์ครัวซองต์ และพืชเทศรี โดยไส้ของผลิตภัณฑ์ครัวซองต์ 3 อันดับแรกที่ผู้ทดสอบนิยมรับประทาน คือ ไม่มีไส้ ไส้กรอก และไส้แฮม ไส้ของผลิตภัณฑ์พืชเทศรี 3 อันดับแรกที่ผู้ทดสอบนิยมรับประทาน คือ ไส้ไก่ ไส้สับปะรด และไส้กรอก

สถานที่ที่ผู้ทดสอบนิยมซื้อผลิตภัณฑ์เพสตรี้มากที่สุด 3 อันดับแรก คือ ร้านเอส แอนด์ พี ไฮเปอร์มาเก็ต และร้านสะดวกซื้อ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 7 พฤติกรรมการบริโภคและการซื้อผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรี้ของผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย

ปัจจัย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
ชนิดของผลิตภัณฑ์เพสตรี้ที่ผู้ทดสอบเคยรับประทาน*		
ครัวของก้นเยสด	382	44.10
ครัวของก้นมาการ์ริน	91	10.50
ฟัพเพสตรี้	393	45.40
จำนวนผลิตภัณฑ์เพสตรี้ที่ผู้ทดสอบซื้อต่อครั้ง		
1 - 2 ชิ้น	92	23.00
3 - 4 ชิ้น	265	66.30
5 - 6 ชิ้น	33	8.20
มากกว่า 6 ชิ้น	10	2.50
ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เพสตรี้*		
ความสดใหม่	334	28.40
รสชาติ	352	29.90
ราคา	251	21.30
ตราหือ	42	3.60
คุณค่าทางโภชนาการ	47	4.00
ลักษณะปรากฏ	35	3.00
ความสะดวกในการซื้อ	75	6.40
บรรจุภัณฑ์	29	2.50
การโฆษณา	9	0.80
จำนวนชิ้นที่รับประทานต่อครั้ง		
1 - 2 ชิ้น	305	76.30
3 - 4 ชิ้น	89	22.30
5 - 6 ชิ้น	6	1.40

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ปัจจัย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
จำนวนครั้งที่รับประทาน		
น้อยกว่า 1 ครั้ง / สัปดาห์	226	56.50
1 - 2 ครั้ง / สัปดาห์	148	37.00
3 - 4 ครั้ง / สัปดาห์	15	3.80
มากกว่า 4 ครั้ง / สัปดาห์	11	2.70
ชนิดไส้ของครัวซองต์ที่ผู้บริโภคเคยรับประทาน*		
ไม่เคยรับประทานครัวซองต์	10	1.40
ไม่มีไส้	294	39.70
ไส้ทูน่า	73	9.90
ไส้ปูอัด	38	5.10
ไส้เบคอน	78	10.50
ไส้กรอก	141	19.00
ไส้แฮม	104	14.00
ไส้อื่นๆ ได้แก่ แฮมชีส ชีส ครีม	3	0.40
ชนิดไส้ของฟัพเพสตรีที่ผู้ทดสอบเคยรับประทาน *		
ไม่เคยรับประทานฟัพเพสตรี	1	0.10
ไส้ไก่	305	24.10
ไส้กรอก	175	13.80
ไส้หมูแดง	55	4.40
ไส้ทูน่า	113	8.90
ไส้เบคอน	53	4.20
ไส้ซ็อกโกเลต	26	2.10
ไส้สับปะรด	287	22.70
ไส้ข้าวโพด	67	5.30
ไส้ถั่วแดง	18	1.40
ไส้เผือก	39	3.10
ไส้ชาเขียว	6	0.50

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ปัจจัย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
ชนิดไส้ของฟัพเพสตรีที่ผู้ทดสอบเคยรับประทาน*		
ไม่มีไส้ โรยหน้าด้วยน้ำตาล	113	8.90
ไส้อื่นๆ ได้แก่ เห็ด ลูกตาล มะพร้าว สตรอเบอร์รี่	6	0.50

หมายเหตุ * สามารถเลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

ตารางที่ 8 สถานที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์เพสตรีที่ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายซื้อบ่อยที่สุด

สถานที่	ความถี่ของแต่ละระดับคะแนน		
	1	2	3
เอส แอนด์ พี	146	3	59
อิน แอนด์ เฮ้าท์	10	8	5
โอ ปอง แบนง	3	2	5
บองซู (Bonjour)	3	0	0
กาโตว์ เฮ้าส์	14	23	18
ยามาซากิ	9	12	18
พาทีโอ	1	2	1
เคลิฟรอนด์	0	1	0
ฟัพ แอนด์ พาย	18	12	7
วิกตอรี	4	47	21
ลิตเติลโฮม เบเกอร์รี่	1	4	4
วิลเลจ เบค แอนด์ เค้ก	0	2	0
ร้านเบอเกอร์รี่ทั่วไป	32	30	75
ร้านสะดวกซื้อ	34	106	80

ตารางที่ 8 (ต่อ)

สถานที่	ความถี่ของแต่ละระดับคะแนน		
	1	2	3
ซูเปอร์มาเก็ต	12	25	25
ไฮเปอร์มาเก็ต	112	80	82

หมายเหตุ กำหนดให้ 1 คือ ความถี่การซื้อมากที่สุด

2 คือ ความถี่ของการซื้อปานกลาง

3 คือ ความถี่ของการซื้อน้อยที่สุด

1.3 แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน

จากการสำรวจ พบว่า ผู้ทดสอบมีความสนใจในผลิตภัณฑ์เพสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันสูงถึง ร้อยละ 94.20 โดยเฉพาะฟัพเพสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 64.70 ราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตริลดไขมันคือ 10 - 15 บาท ต่อชิ้น (40 - 50 กรัม) (ตารางที่ 9) นอกจากนี้ตารางที่ 10 และ 11 แสดงให้เห็นว่า ผู้ทดสอบที่สนใจผลิตภัณฑ์เพสตริลดไขมันส่วนใหญ่มีความถี่ในการรับประทานผลิตภัณฑ์เพสตริลดไขมัน น้อยกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์ แต่มีปริมาณการซื้อ 3 - 4 ชิ้น/ครั้ง ในตารางที่ 12 และ 13 แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบที่มีอายุตั้งแต่ 21 ปีขึ้นไป มีความสนใจในผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตริลดไขมันถึงร้อยละ 91.80 ซึ่งมากกว่าผู้ทดสอบที่อายุน้อยกว่า 21 ปี ที่มีความสนใจในผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตริลดไขมันเพียงร้อยละ 8.20 และผู้ทดสอบที่มีอายุตั้งแต่ 21 ปีขึ้นไป มีความถี่ในการบริโภคผลิตภัณฑ์เพสตริลดไขมันสูงกว่าผู้ทดสอบที่มีอายุน้อยกว่า 21 ปี แสดงว่าผู้ทดสอบที่มีอายุตั้งแต่ 21 ปีขึ้นไปมีความสนใจในผลิตภัณฑ์เพสตริลดไขมัน มากกว่า ผู้ทดสอบที่มีอายุน้อยกว่า 21 ปี

ดังนั้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันจึงเลือกประเภทของผลิตภัณฑ์เพสตริลดไขมันที่นำมาศึกษาเป็น ฟัพเพสตริลดไขมัน และกำหนดผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันคือ ผู้บริโภคที่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตริลดไขมันที่มีอายุ 21 ปีขึ้นไป และผลิตภัณฑ์สุดท้ายควรมีราคาจำหน่าย 10 - 15 บาทต่อชิ้น

ตารางที่ 9 ความต้องการของผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อผลิตภัณฑ์เพสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน

ปัจจัย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
ความสนใจซื้อผลิตภัณฑ์เพสตริลดไขมัน		
โดยใช้สารทดแทนไขมันของผู้ทดสอบ		
สนใจ	377	94.20
ไม่สนใจ	23	5.80
ชนิดของผลิตภัณฑ์เพสตริลดไขมัน		
ที่ผู้ทดสอบสนใจเลือกซื้อ*		
ครัวซองต์เนยสดลดไขมัน	110	29.20
ครัวซองต์มาการีนลดไขมัน	23	6.10
พัฟเพสตริลดไขมัน	244	64.70
ราคาของผลิตภัณฑ์เพสตริลดไขมันที่ผู้ทดสอบ		
คิดว่าเหมาะสม ต่อ 1 ชิ้น (40 - 50 กรัม)*		
น้อยกว่า 10 บาท / ชิ้น	59	15.60
10 - 15 บาท / ชิ้น	153	40.60
16 - 20 บาท / ชิ้น	124	32.90
21 - 25 บาท / ชิ้น	23	6.10
มากกว่า 25 บาท / ชิ้น	18	4.80

หมายเหตุ * คำนวณจากผู้ทดสอบที่สนใจซื้อผลิตภัณฑ์เพสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน

ตารางที่ 10 จำนวนครั้งที่รับประทานผลิตภัณฑ์เพสตรี้

จำนวนครั้งที่รับประทาน	ชนิดของผลิตภัณฑ์เพสตรี้ลดไขมัน โดย				รวม
	ใช้สารทดแทนไขมัน				
	ไม่สนใจ	ครัวซองต์ เนยสด	ครัวซองต์ มาการีน	พัฟเพสตรี้	
น้อยกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์	15	57	8	146	226
1 - 2 ครั้ง/สัปดาห์	7	41	13	87	148
3 - 4 ครั้ง/สัปดาห์	0	7	0	8	15
มากกว่า 4 ครั้ง/สัปดาห์	1	5	2	3	11
รวม	23	110	23	244	400

ตารางที่ 11 จำนวนของผลิตภัณฑ์เพสตรี้ที่ผู้ทดสอบซื้อต่อครั้ง

จำนวนการ ซื้อต่อครั้ง	ชนิดของผลิตภัณฑ์เพสตรี้ลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน				รวม
	ไม่สนใจ	ครัวซองต์เนยสด	ครัวซองต์มาการีน	พัฟเพสตรี้	
1 - 2 ชิ้น	7	42	5	38	92
3 - 4 ชิ้น	11	55	13	186	265
5 - 6 ชิ้น	4	11	5	13	33
มากกว่า 6 ชิ้น	1	2	0	7	10
รวม	23	110	23	244	400

ตารางที่ 12 ชนิดของผลิตภัณฑ์pesticideที่ผู้ทดสอบสนใจพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์pesticideไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมันจำแนกตามอายุ

อายุ	ชนิดของผลิตภัณฑ์pesticideไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน				รวม
	ไม่สนใจ	ครัวชองค์เนยสด	ครัวชองค์มาการีน	ฟัฟเฟสตรี้	
น้อยกว่า 21 ปี	9	45	6	20	80
21 - 30 ปี	4	32	7	37	80
31 - 40 ปี	4	12	6	58	80
41 - 50 ปี	6	7	1	66	80
50 ปี ขึ้นไป	0	14	3	63	80
รวม	23	110	23	244	400

ตารางที่ 13 ความถี่ที่ผู้ทดสอบรับประทานผลิตภัณฑ์pesticideจำแนกตามอายุ

อายุ	ความถี่ในการรับประทานผลิตภัณฑ์pesticide (ครั้ง/สัปดาห์)				รวม
	น้อยกว่า 1	1 - 2	3 - 4	มากกว่า 4	
น้อยกว่า 21 ปี	44	29	4	3	80
21 - 30 ปี	49	23	4	4	80
31 - 40 ปี	47	31	1	1	80
41 - 50 ปี	33	44	3	0	80
50 ปี ขึ้นไป	53	21	3	3	80
รวม	226	148	15	11	400

2. การสำรวจและศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ฟัฟเฟสตรี้ที่จำหน่ายในท้องตลาด

2.1 คุณภาพทางกายภาพ

ผลการสำรวจและศึกษาผลิตภัณฑ์ฟัฟเฟสตรี้ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 4 ยี่ห้อซึ่งมีไส้ของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน โดยจะกำหนดให้เป็นยี่ห้อ A B C และ D ซึ่งทั้ง 4 ยี่ห้อจะมีลักษณะปรากฏดังภาพที่ 21 – 24



ภาพที่ 21 พฟเพสตรีรี่ห่อ A



ภาพที่ 22 พฟเพสตรีรี่ห่อ B



ภาพที่ 23 พฟเพสตรีรี่ห่อ C



ภาพที่ 24 พัฟเพสตรียี่ห้อ D

คุณลักษณะทางกายภาพของพัฟเพสตรีที่จำหน่ายในท้องตลาดโดยการวัดค่า a_w (เฉพาะแป้ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์) ของผลิตภัณฑ์ที่มีการจำหน่ายในวันเดียวกันทั้ง 4 ยี่ห้อ พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ยี่ห้อ มีค่า a_w ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และการวัดปริมาณจำเพาะของผลิตภัณฑ์เป็นการวัดทั้งชิ้น (แป้ง และไส้ของผลิตภัณฑ์) พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ยี่ห้อ มีปริมาณจำเพาะที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยยี่ห้อ A และ D มีปริมาณจำเพาะมากที่สุด รองลงมาคือ ยี่ห้อ B และ C ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 คุณภาพทางกายภาพของพัฟเพสตรีที่จำหน่ายในท้องตลาด

คุณภาพทางกายภาพ	ยี่ห้อ			
	A	B	C	D
a_w	0.841±0.066 ^a	0.901±0.016 ^a	0.871±0.68 ^a	0.866±0.073 ^a
ปริมาณจำเพาะ (ลบ.ชม/กรัม)	2.81±0.49 ^a	1.94±0.37 ^b	1.46±0.25 ^b	2.63±0.26 ^a
สีของเปลือกนอก (crust)				
L*	73.88±8.34 ^a	54.26±11.94 ^c	54.99±7.37 ^c	65.23±9.75 ^b
a*	4.76±3.29 ^c	6.16±1.85 ^b	12.95±3.36 ^a	6.48±3.66 ^b
b*	26.93±7.05 ^c	24.26±3.66 ^c	31.57±7.07 ^a	29.03±6.00 ^b

ตารางที่ 14 (ต่อ)

คุณภาพทางกายภาพ	ยี่ห้อ			
	A	B	C	D
สีของเนื้อใน (crumb)				
L*	71.8±37.64 ^a	62.38±8.96 ^b	62.55±11.86 ^b	57.79±9.94 ^c
a*	1.38±1.11 ^a	-0.87±1.21 ^c	-0.04±0.97 ^b	-0.82±0.37 ^c
b*	13.44±3.29 ^a	7.92±3.31 ^c	11.88±4.59 ^b	7.22±2.14 ^c

หมายเหตุ a-c แสดงค่าเฉลี่ยในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2.2 คุณภาพทางเคมี

จากการตรวจสอบคุณภาพทางเคมี (เฉพาะส่วนแป้ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์) ของผลิตภัณฑ์ที่กำหนดในท้องตลาดทั้ง 4 ยี่ห้อ พบว่า องค์ประกอบทางเคมีในด้าน ความชื้น ไขมัน และโปรตีน ของพัฟเพสตรีที่จำหน่ายในท้องตลาดทั้ง 4 ยี่ห้อ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพัฟเพสตรียี่ห้อ B มีความชื้น มากที่สุด รองลงมายี่ห้อคือ A C และ D ตามลำดับ ปริมาณไขมันของพัฟเพสตรียี่ห้อ C สูงที่สุด รองลงมายี่ห้อคือ B D และ A และค่าโปรตีนน้อยที่สุดคือ ยี่ห้อ B (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 องค์ประกอบทางเคมีของพัฟเพสตรีที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ โดยน้ำหนักแห้ง)	ยี่ห้อ			
	A	B	C	D
ความชื้น	17.28±0.38 ^b	19.43±0.32 ^a	13.73±0.48 ^c	12.29±0.38 ^d
ไขมัน	27.47±0.24 ^c	28.42±0.23 ^b	33.86±0.46 ^a	28.90±0.10 ^b
โปรตีน	7.79±0.13 ^a	7.26±0.01 ^b	7.74±0.01 ^a	7.66±0.18 ^a

หมายเหตุ a-d แสดงค่าเฉลี่ยในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีการทดสอบเชิงพรรณนากับผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้ว จำนวน 10 คน โดยประเมินเฉพาะส่วนของแป้ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 17) พบว่า พัพเพสตรียี่ห้อ D มีคุณลักษณะด้านสีเหลืองของเปลือก รอยไหม้ ความมันวาว และการขึ้นฟูสูงที่สุด ในขณะที่ยี่ห้อ A มีความสม่ำเสมอของสีสูงที่สุด ในด้านความกรอบ พัพเพสตรียี่ห้อ D มีความกรอบสูงที่สุด แต่ยี่ห้อ A มีความแน่นเนื้อมากที่สุด และยี่ห้อ B มีความนุ่มมากที่สุด พัพเพสตรียี่ห้อ A มีกลิ่นรสมากรีนมากที่สุด แต่ยี่ห้อ B สูงที่สุด ด้านรสชาติและรสชาติตกค้าง พบว่า พัพเพสตรียี่ห้อ A มีความหวาน และรสชาติ ตกค้าง (ความมัน การติดฟัน และการดูดซับน้ำลาย) มากที่สุด นอกจากนั้นด้านความเค็มและความเค็มตกค้างของพัพเพสตรีทั้ง 4 ยี่ห้อไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ผลการทดสอบความชอบกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน โดยประเมินเฉพาะส่วนของแป้ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏของยี่ห้อ C มากที่สุด ด้านสีของเปลือกและการขึ้นฟูเป็นชั้น ผู้ทดสอบให้คะแนนยี่ห้อ C B และ D มากที่สุด ในด้านความกรอบและความหวาน ผู้ทดสอบให้คะแนนยี่ห้อ B และ D มากที่สุด ด้านความเค็มผู้ทดสอบให้คะแนนยี่ห้อ D มากที่สุด และความชอบโดยรวมผู้ทดสอบให้คะแนนยี่ห้อ B และ D มากที่สุด (ตารางที่ 16)

เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบในทุกลักษณะของผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ยี่ห้อ D ได้รับคะแนนความชอบในทุกลักษณะสูงที่สุด จึงคัดเลือกพัพเพสตรียี่ห้อ D เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบในการพัฒนาพัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน ดังนั้นผลิตภัณฑ์ต้นแบบมีลักษณะของผลิตภัณฑ์ดังนี้ ค่า a_w 0.866 ปริมาตรจำเพาะ 2.63 ลบ.ซม./กรัม ความชื้นร้อยละ 12.29 ไขมันร้อยละ 28.90 และโปรตีนร้อยละ 7.66 นอกจากนี้ยังมีคะแนนจากการทดสอบเชิงพรรณนาด้านความกรอบ 8.2 ความแน่นเนื้อ 3.5 กลิ่นมากรีน 1.6 ความมัน 5.5

ตารางที่ 16 การทดสอบเชิงพรรณนาของฟิฟเฟสตรีที่จำหน่ายในท้องตลาด

ลักษณะ	ยี่ห้อ			
	A	B	C	D
ลักษณะปรากฏ				
1. สีเหลืองของเปลือก	7.95±0.31 ^c	12.15±0.38 ^{bd}	5.90±0.21 ^d	13.86±0.28 ^a
2. รอยไหม้	8.50±0.32 ^b	3.20±0.26 ^d	4.39±0.28 ^c	11.04±0.37 ^a
3. ความมันวาว	4.09±0.30 ^b	2.50±0.33 ^c	3.97±0.27 ^b	7.38±0.35 ^a
4. ความสม่ำเสมอของสี	10.21±0.36 ^a	8.11±0.36 ^c	9.70±0.26 ^b	6.88±0.35 ^d
5. การขึ้นฟู	8.26±0.21 ^b	6.84±0.37 ^c	9.09±0.17 ^a	9.18±0.19 ^a
กลิ่น				
6. กลิ่นมากรีน	2.88±0.23 ^a	1.88±0.29 ^b	1.70±0.26 ^b	1.84±0.36 ^b
7. กลิ่นแป้งสาตี	0.28±0.25 ^c	0.32±0.20 ^c	1.23±0.28 ^a	0.82±0.10 ^b
เนื้อสัมผัสจากการ				
รับประทาน				
8. ความกรอบ	6.23±0.27 ^c	11.10±0.37 ^d	6.76±0.24 ^b	8.20±0.26 ^a
9. ความแน่นเนื้อ	6.48±0.30 ^a	6.59±0.37 ^a	4.66±0.30 ^b	3.51±0.39 ^c
10. ความนุ่ม	6.25±0.24 ^{bc}	7.53±0.40 ^a	6.64±0.33 ^b	6.01±0.30 ^c
กลิ่นรส				
11. กลิ่นรสมากรีน	3.21±0.23 ^a	1.95±0.29 ^b	1.22±0.35 ^d	1.60±0.39 ^c
12. ความมัน	6.42±0.31 ^b	7.16±0.22 ^a	6.17±0.33 ^b	5.50±0.33 ^c
รสชาติ				
13. ความหวาน	2.04±0.21 ^a	1.84±0.30 ^b	1.63±0.36 ^b	1.20±0.26 ^c
14. ความเค็ม	3.45±0.35 ^a	2.33±0.33 ^b	1.60±0.39 ^c	1.50±0.33 ^c
ความรู้สึกตกค้างในปาก				
15. ความมัน	8.20±0.23 ^a	7.44±0.29 ^b	5.57±0.37 ^c	5.20±0.26 ^d
16. ความเค็ม	0.24±0.24 ^a	0.16±0.05 ^a	0.23±0.12 ^a	0.18±0.04 ^a

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ลักษณะ	ยี่ห้อ			
	A	B	C	D
17. ติดพื้น	6.39±0.31 ^a	3.96±0.28 ^c	4.72±0.36 ^b	4.70±0.26 ^b
18. การดูดซับน้ำลาย	7.67±0.31 ^a	4.60±0.39 ^d	5.20±0.35 ^c	5.90±0.21 ^b

หมายเหตุ a-d แสดงค่าเฉลี่ยในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 17 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบ ต่อฟัพเพสตรีที่กำหนดในท้องตลาด

ลักษณะ	ยี่ห้อ			
	A	B	C	D
ลักษณะปรากฏ	5.4±2.2 ^c	6.5±1.7 ^b	7.2±1.2 ^a	6.9±1.5 ^{ab}
สีของเปลือก	5.4±2.2 ^b	6.9±1.5 ^a	6.6±1.5 ^a	7.0±1.4 ^a
การขึ้นฟูเป็นชั้น	5.6±2.4 ^b	6.7±1.8 ^a	6.9±1.3 ^a	6.7±1.8 ^a
ความกรอบ	5.5±2.2 ^b	5.9±1.6 ^{ab}	5.6±1.7 ^b	6.6±1.7 ^a
ความหวาน	5.0±2.3 ^c	6.1±1.5 ^{ab}	5.7±1.7 ^b	6.6±1.6 ^a
ความเค็ม	5.7±1.9 ^c	6.4±1.3 ^b	5.8±1.7 ^{bc}	7.1±1.2 ^a
ความชอบโดยรวม	5.2±2.4 ^c	6.5±1.5 ^{ab}	6.0±1.7 ^b	7.2±1.5 ^a

หมายเหตุ a-b แสดงค่าเฉลี่ยในแนวนอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3. การศึกษาผลของชนิดของสารทดแทนไขมันต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมัน

3.1 สูตรพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรี

จากการศึกษาสูตรพื้นฐานของฟัพเพสตรีที่มีความแตกต่างกัน 2 สูตร โดยการทดสอบความชอบ (เฉพาะส่วนแบ่งของผลิตภัณฑ์ ไม่รวมไส้กรอก) ด้วยวิธี 9 - Point Hedonic Scale กับผู้ทดสอบทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน (ตารางที่ 18) พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนน

ความชอบของสูตรที่ 1 และ 2 ในด้าน ลักษณะปรากฏ สีเหลืองของเปลือก การขึ้นฟู ความกรอบ ความหวาน ความเค็ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เนื่องจากสูตรที่ 1 และ 2 มีส่วนประกอบที่ใกล้เคียงกัน จึงทำให้คะแนนความชอบทุกลักษณะไม่แตกต่างกัน ยกเว้นความชอบโดยรวม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยสูตรที่ 2 ได้รับคะแนนความชอบมากกว่า สูตรที่ 1 เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของสูตรที่ 1 และ 2 (ดังแสดงในตารางที่ 2) พบว่า ไขมันในส่วนของโดของสูตรที่ 1 คือ เนยสดร้อยละ 12.50 ของน้ำหนักแป้ง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสเฉพาะตัวที่ผู้บริโภคต้องการจากเนยสด แต่สูตรที่ 2 มีไขมันในส่วนของโดคือ มากาρίนร้อยละ 12.00 ของน้ำหนักแป้ง ซึ่งไม่มีกลิ่นรสเฉพาะตัวที่ผู้บริโภคต้องการ ดังนั้นสูตรที่ 1 ควรได้รับคะแนนความชอบมากกว่าสูตรที่ 2 แต่เนื่องจากสูตรที่ 1 มีปริมาณของเพสตรีมากาρίนในการรีด - พับโดสูงถึงร้อยละ 75 ของน้ำหนักแป้ง แต่สูตรที่ 2 มีเพสตรีมากาρίนร้อยละ 60 ของน้ำหนักแป้ง ทำให้ไขมันทั้งหมดของโดสูตรที่ 1 เป็นร้อยละ 87.50 ของน้ำหนักแป้ง และไขมันทั้งหมดของ โดสูตรที่ 2 เป็นร้อยละ 72.00 ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีสูตรที่ 1 มีความมันมากกว่าสูตรที่ 2 ซึ่งผู้ทดสอบไม่ชอบเนื่องจากมีความมันมากเกินไป ดังนั้นคะแนนความชอบโดยรวมของฟัพเพสตรีสูตรที่ 1 จึงน้อยกว่าฟัพเพสตรีสูตรที่ 2 ดังนั้นคัดเลือกสูตรที่ 2 เป็นสูตรควบคุมในการพัฒนาฟัพ เพสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน

ตารางที่ 18 คะแนนความชอบของฟัพเพสตรีสูตรที่ 1 และ สูตรที่ 2

คุณลักษณะ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2
1. ลักษณะปรากฏ	6.7±0.1 ^a	6.8±0.1 ^a
2. สีของเปลือก	6.7±0.2 ^a	6.6±0.2 ^a
3. การขึ้นฟู	6.5±0.1 ^a	6.6±0.1 ^a
4. ความกรอบ	6.1±0.2 ^a	6.3±0.2 ^a
5. ความหวาน	5.7±0.1 ^a	6.0±0.1 ^a
6. ความเค็ม	6.1±0.2 ^a	6.3±0.2 ^a
7. ความชอบโดยรวม	6.6±0.1 ^b	7.7±0.1 ^a

หมายเหตุ a-b ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

3.2 ผลของชนิดของสารทดแทนไขมันต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมัน

ชนิดของสารทดแทนไขมันเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้ง ประกอบด้วย เซลลูโลสผง ร้อยละ 9.60 มอลโทเดกซ์ทรินเจลด้อยละ 9.60 ซาราทริมร้อยละ 9.60 และ WPC ร้อยละ 2.00 มีผลต่อคุณภาพของฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน ดังนี้

3.2.1 ผลต่อคุณภาพทางกายภาพ

จากตารางที่ 19 พบว่า ค่า a_w ของฟัพเพสตรีสูตรควบคุม และฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 4 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยฟัพเพสตรีลดไขมันทั้ง 4 ตัวอย่างมีค่า a_w มากกว่าฟัพเพสตรีสูตรควบคุม ซึ่งฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้ เซลลูโลสผง หรือมอลโทเดกซ์ทรินเจลด มีค่า a_w สูงที่สุด รองลงมาคือ WPC และซาราทริม ตามลำดับ

ค่าปริมาตรจำเพาะของฟัพเพสตรีสูตรควบคุม และฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้ มอลโทเดกซ์ทรินเจลด WPC หรือซาราทริมไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่ฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้เซลลูโลสผง มีปริมาตรจำเพาะน้อยที่สุด

จากตารางที่ 20 พบว่า ฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้ WPC มีค่า L^* ที่ด้านริมขอบ มากกว่าตรงกลาง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการขึ้นฟูมากและมีรอยไหม้บริเวณด้านขอบมากกว่าตรงกลาง นอกจากนั้นผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้ซาราทริมมีค่า L^* มากกว่าฟัพเพสตรีที่ใช้สารทดแทนไขมันชนิดอื่น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Esteller *et al.* (2006) ซึ่งใช้โพลีเดกซ์โทส (Litesslls) และซาราทริม (Benefat[®]) ในผลิตภัณฑ์แฮมเบอร์เกอร์ พบว่าการใช้ซาราทริม ช่วยเพิ่มความสว่างให้กับผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 19 ค่า a_w และปริมาณน้ำของฟัฟเฟสตรัดไขมัน

ตัวอย่าง	a_w	ปริมาณน้ำ (ลบ.ชม./กรัม)
ควบคุม	0.930±0.012 ^d	1.54±0.35 ^a
เซลลูโลสผง	0.970±0.005 ^a	1.09±0.21 ^b
มอลโทเดกซ์ทรินเจล	0.968±0.005 ^{ab}	1.29±0.20 ^{ab}
ซาราทริม	0.946±0.006 ^c	1.52±0.14 ^a
WPC	0.960±0.007 ^b	1.43±0.23 ^{ab}

หมายเหตุ a-d ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 20 ค่าสีของฟัฟเฟสตรัดไขมัน

ค่าสี	ฟัฟเฟสตรัด				
	ควบคุม	เซลลูโลสผง	มอลโทเดกซ์ ทรินเจล	ซาราทริม	WPC
เปลือกด้านริม					
L*	36.34±0.44 ^c	36.87±0.56 ^c	37.28±0.67 ^c	42.40±0.59 ^a	39.03±0.59 ^b
a*	2.40±0.29 ^b	0.73±0.34 ^{cd}	1.66±0.34 ^{bc}	6.43±0.49 ^a	1.77±0.34 ^{bc}
b*	18.99±0.48 ^b	12.54±0.58 ^c	13.95±0.55 ^c	22.44±0.57 ^a	18.11±0.66 ^b
เปลือกด้าน กลางชั้น					
L*	37.00±0.44 ^{bc}	37.91±0.52 ^b	36.86±0.54 ^{bc}	42.83±0.57 ^a	35.71±0.65 ^c
a*	2.05±0.24 ^b	0.16±0.26 ^d	0.38±0.26 ^{cd}	3.94±0.30 ^a	1.11±0.26 ^c
b*	14.77±0.43 ^b	11.17±0.42 ^c	11.43±0.42 ^c	18.60±0.54 ^a	17.22±0.49 ^b

หมายเหตุ a-d ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.2.2 ผลต่อคุณภาพทางเคมี

คุณภาพทางเคมีของฟัฟเฟสตรี้ เฉพาะแป้ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์ แสดงในตารางที่ 21 พบว่า ฟัฟเฟสตรี้สูตรควบคุมมีปริมาณของไขมัน (ร้อยละ 41.24) และพลังงานทั้งหมด (394.68 กิโลแคลอรี/100 กรัม) สูงกว่าฟัฟเฟสตรี้ลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 4 ชนิด และมีปริมาณไขมันลดลงมากกว่าร้อยละ 25 เมื่อเปรียบเทียบกับฟัฟเฟสตรี้สูตรควบคุม ดังนั้นจึงสามารถอ้างอิงเป็นผลิตภัณฑ์ลดไขมันได้ แต่ปริมาณพลังงานทั้งหมดของฟัฟเฟสตรี้ลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 4 ชนิด ลดลงไม่ถึงร้อยละ 25 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม จึงไม่สามารถอ้างอิงเป็นผลิตภัณฑ์ลดพลังงาน โดยการกล่าวอ้างถึงการเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารหรือพลังงานที่มีการเปรียบเทียบกับอาหารอ้างอิง ต้องลดปริมาณสารอาหารหรือพลังงานลงตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไป ต่อปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิง (กระทรวงสาธารณสุข, 2541) ดังนั้นฟัฟเฟสตรี้ลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 4 ชนิด จึงสามารถอ้างได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันเพียงอย่างเดียว

ด้านปริมาณความชื้น พบว่า ผลิตภัณฑ์ฟัฟเฟสตรี้ลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 4 ชนิดมีปริมาณความชื้นมากกว่าฟัฟเฟสตรี้สูตรควบคุม โดยฟัฟเฟสตรี้ลดไขมันโดยใช้เซลลูโลสมีปริมาณความชื้นสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับฟัฟเฟสตรี้ลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันชนิดอื่นๆ เนื่องจากเซลลูโลสผง มีองค์ประกอบของเส้นใยสูงจึงมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี และฟัฟเฟสตรี้ลดไขมัน โดยใช้ WPC มีปริมาณของโปรตีนสูงที่สุด เนื่องจาก WPC เป็นสารทดแทนไขมันที่ผลิตมาจากโปรตีนเป็นหลักจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณ โปรตีนสูงด้วย

ตารางที่ 21 คุณภาพทางเคมีของฟัฟเฟสตรีดไขมัน

ตัวอย่าง	ปริมาณ (ร้อยละ)			พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี/100กรัม)	ร้อยละของปริมาณที่ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม	
	ความชื้น	ไขมัน	โปรตีน		ไขมัน	พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี/100กรัม)
ควบคุม	25.46±1.85 ^d	41.24±0.38 ^a	9.71±0.02 ^b	394.68	-	-
เชลลูโลสผง	31.66±1.69 ^a	13.40±0.27 ^{bc}	8.52±0.17 ^c	328.39	67.51	16.80
มอลโทเดกซ์ทรินเจด	29.58±1.85 ^b	14.14±0.28 ^{bc}	8.17±0.22 ^d	318.73	65.71	19.24
ซาราทริม	27.90±1.33 ^c	15.86±0.36 ^b	7.70±0.29 ^e	347.03	61.34	12.07
WPC	29.24±1.81 ^b	12.88±0.23 ^c	10.08±0.19 ^a	348.80	68.77	11.62

หมายเหตุ a-e ที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.2.3 ผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา ซึ่งประเมินเฉพาะแป้ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 22) พบว่า ลักษณะปรากฏ (สีเหลืองของเปลือก รอยไหม้ของแป้ง ความมันวาว ความสม่ำเสมอของสีเหลือง และการขึ้นฟู) ของพัฟเฟสตรีลดไขมัน โดยใช้ เซลลูโลสผง มอลโทเดกซ์ - ทรีนเจล และซาราทริม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับพัฟเฟสตรีสูตรควบคุม นอกจากนี้พัฟเฟสตรีลดไขมัน โดยใช้ มอลโทเดกซ์ทรีนเจล หรือ WPC มีกลิ่นมากกว่ารสที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับพัฟเฟสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันชนิดอื่นๆ แต่น้อยกว่าพัฟเฟสตรีสูตรควบคุม พัฟเฟสตรีลดไขมัน โดยใช้เซลลูโลสผง หรือ WPC มีกลิ่นของแป้งสาเลสูง เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม แต่พัฟเฟสตรีลดไขมัน โดยใช้ซาราทริมมีกลิ่นผิดปกติ (กลิ่นยาง)

ด้านเนื้อสัมผัส พบว่า พัฟเฟสตรีลดไขมัน โดยใช้ซาราทริมมีความกรอบมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพัฟเฟสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันชนิดอื่น แต่น้อยกว่า พัฟเฟสตรีสูตรควบคุม พัฟเฟสตรีลดไขมัน โดยใช้เซลลูโลสผง มอลโทเดกซ์ทรีนเจล หรือ WPC มีค่าความแน่นเนื้อมากกว่าพัฟเฟสตรีลดไขมัน โดยใช้ซาราทริม หรือสูตรควบคุม

ด้านรสชาติและความรู้สึกตัก้างในปากพบว่า พัฟเฟสตรีลดไขมัน ทั้ง 4 ตัวอย่าง มีรสชาติ (ความหวาน และความเค็ม) และกลิ่นรสตัก้าง (ความมันและการดูดซับน้ำลาย) ลดลงเมื่อเปรียบ เทียบกับพัฟเฟสตรีสูตรควบคุม แต่ความเค็มตัก้างของพัฟเฟสตรีลดไขมัน โดยใช้ มอลโทเดกซ์ทรีนเจล หรือ WPC ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับพัฟเฟสตรีสูตรควบคุม ($p > 0.05$)

จากการทดสอบความชอบของผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนต่อพัฟเฟสตรี จำนวน 50 คน ซึ่งประเมินเฉพาะแป้ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 23) พบว่า คะแนนความชอบของพัฟเฟสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน ทั้ง 4 ชนิด แตกต่างกับคะแนนความชอบของพัฟเฟสตรีสูตรควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พัฟเฟสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน ทั้ง 4 ชนิด ได้รับความชอบอยู่ในระดับ ไม่ชอบปานกลาง - บอกรไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ ดังนั้นในการศึกษาขั้นต่อไปจึงศึกษาระดับของเพสตรีมากกว่าที่ เหมาะสมในการผลิตพัฟเฟสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน

ตารางที่ 22 การทดสอบเชิงพรรณนาของฟัฟเฟสตรี้ลดไขมัน

คุณลักษณะ	ฟัฟเฟสตรี้				
	ควบคุม	เซลลูโลส ผง	มอลโท - เดกซ์ทริน เจด	ซาราทริม*	WPC
ลักษณะปรากฏ					
(crust)					
1. สีเหลืองของ เปลือก	9.35±0.16 ^a	4.63±0.16 ^d	4.20±0.16 ^e	7.70±0.18 ^b	6.48±0.16 ^c
2. รอยไหม้	3.38±0.17 ^b	1.78±0.18 ^c	0.82±0.18 ^d	5.65±0.19 ^a	1.68±0.15 ^c
3. ความมัน	9.38±0.17 ^a	7.62±0.19 ^c	7.22±0.18 ^d	8.07±0.20 ^b	7.50±0.13 ^c
5. ความสม่ำเสมอ ของสี กลิ่น	7.43±0.15 ^d	9.45±0.17 ^b	10.70±0.19 ^a	8.32±0.14 ^c	7.60±0.20 ^d
6. การขึ้นฟู	7.73±0.16 ^a	4.57±0.15 ^c	3.67±0.15 ^d	5.57±0.15 ^b	5.67±0.16 ^b
7. กลิ่นมาการีน	10.70±0.15 ^a	6.77±0.18 ^c	8.65±0.16 ^b	5.75±0.19 ^d	8.75±0.19 ^b
8. กลิ่นแป้งสาตี	0±0	8.48±0.11 ^c	10.60±0.12 ^a	0±0	9.43±0.12 ^b
9. กลิ่นยาง	0±0	0±0	0±0	4.28±0.17	0±0
เนื้อสัมผัสจาก การรับประทาน					
10. ความกรอบ	10.85±0.11 ^a	2.63±0.16 ^d	6.60±0.11 ^c	8.63±0.15 ^b	2.57±0.12 ^d
11. ความแน่นเนื้อ กลิ่นรส	2.22±0.19 ^d	8.40±0.14 ^b	8.25±0.21 ^b	3.62±0.12 ^c	10.30±0.15 ^a
12. กลิ่นรสมาการีน	10.50±0.12 ^a	2.70±0.23 ^c	3.30±0.19 ^b	-	2.32±0.20 ^d
13. ความมัน	9.73±0.21 ^a	5.57±0.22 ^c	6.25±0.15 ^b	-	4.70±0.14 ^d
รสชาติ					
14. ความหวาน	3.35±0.16 ^a	2.40±0.24 ^b	2.40±0.14 ^b	-	2.45±0.24 ^b
15. ความเค็ม	5.33±0.19 ^a	2.42±0.12 ^d	3.72±0.18 ^b	-	2.63±0.22 ^c

ตารางที่ 22 (ต่อ)

คุณลักษณะ	ฟัฟเฟสตรี				
	ควบคุม	เซลลูโลสผง	มอลโท - เดกซ์ทริน	ซาราทริม*	WPC
เจด					
ความรู้สึกลูกค้ำ					
ในปาก					
16. ความมัน	11.20±0.18 ^a	7.55±0.21 ^b	7.55±0.14 ^b	-	6.68±0.15 ^c
17. ความเค็ม	0.33±0.12 ^{ab}	0.43±0.16 ^a	0.23±0.16 ^b	-	0.28±0.15 ^{ab}
18. ติดฟัน	6.65±0.14 ^b	3.52±0.13 ^d	4.37±0.20 ^c	-	7.25±0.23 ^a
19. การดูดซับน้ำลาย	5.37±0.12 ^a	5.18±0.18 ^b	3.97±0.20 ^d	-	4.55±0.14 ^c

หมายเหตุ a-e ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

* หมายถึง ผลิตภัณฑ์ฟัฟเฟสตรีลดไขมัน โดยใช้ซาราทริมไม่มีการทดสอบการชิม เนื่องจากในประเทศไทยยังไม่อนุญาตให้ใช้ซาราทริมในผลิตภัณฑ์อาหาร (กระทรวงสาธารณสุข, 2547)

ตารางที่ 23 คะแนนความชอบเฉลี่ยของฟัฟเฟสตริลดไขมัน

ลักษณะ	ตัวอย่าง				
	ควบคุม	เซลลูโลส ผง	มอลโทเดกซ์ ทรินเจล	WPC	ซาราทริม*
ลักษณะปรากฏ	7.4±1.0 ^a	5.0±1.2 ^c	5.8±1.9 ^b	5.2±1.1 ^c	-
สีของเปลือก	7.2±0.9 ^a	4.3±1.5 ^c	5.6±2.0 ^b	5.2±1.6 ^b	-
การขึ้นฟูเป็นชั้น	7.1±1.0 ^a	3.9±1.7 ^c	5.4±2.0 ^b	3.8±1.4 ^c	-
ความกรอบ	7.2±1.1 ^a	4.2±1.3 ^c	5.2±2.2 ^b	3.7±1.3 ^d	-
ความหวาน	7.0±1.1 ^a	4.2±1.1 ^c	5.6±1.2 ^b	4.2±1.3 ^c	-
ความเค็ม	6.8±0.9 ^a	4.3±1.3 ^c	5.6±1.3 ^b	4.2±1.1 ^c	-
ความชอบโดยรวม	7.5±0.8 ^a	3.8±1.4 ^c	5.8±1.9 ^b	3.5±1.2 ^c	-

หมายเหตุ a-d ที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

* หมายถึง ผลิตภัณฑ์ฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้ซาราทริมไม่มีการทดสอบการชิม เนื่องจากในประเทศไทยยังไม่อนุญาตให้ใช้ซาราทริมในผลิตภัณฑ์อาหาร (กระทรวงสาธารณสุข, 2547)

4. การศึกษาระดับของเพสตริมาการินที่เหมาะสมในการพัฒนาฟัฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน

เนื่องจากการทดลองในข้อก่อนหน้า (3.2.3) ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันในทุกลักษณะอยู่ในระดับ ไม่ชอบเล็กน้อย - บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ ซึ่งเป็นคะแนนในระดับต่ำ ดังนั้นในการทดลองข้อ 4 จึงศึกษาระดับของเพสตริมาการินที่เหมาะสมในการพัฒนาฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน โดยปริมาณของสารทดแทนไขมัน และเพสตริมาการิน ที่ศึกษาเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้ง ดังนี้ เซลลูโลสผง ร้อยละ 9.60 มอลโทเดกซ์ทรินเจลร้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 และระดับเพสตริมาการินจากเดิม ร้อยละ 15 ของน้ำหนักแป้ง เพิ่มขึ้นเป็น 3 ระดับคือ ร้อยละ 16 17 และ 18 (สูตรในตารางที่ 4) พบว่าการทดสอบความชอบ (เฉพาะแป้ง ไม่รวมไส้) ของผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ให้

คะแนนความชอบในทุกลักษณะของพัฟเพสตรีลดไขมันในระดับไม่ชอบเล็กน้อย - ชอบปานกลาง ระดับของเพสตรีมากรินที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบมากที่สุดคือ ร้อยละ 18 (ตารางที่ 24 - 26) เนื่องจากลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์พัฟเพสตรี คือ บาง กรอบ จากการที่โดมีการสลับกัน ระหว่างชั้นของโดและไขมัน ในขั้นตอนการอบผลิตภัณฑ์ชั้นของไขมันจะละลาย และน้ำในโดจะ กลายเป็นไอ และคั่นชั้นของโด ทำให้พัฟเพสตรีขึ้นฟูเป็นชั้นๆ (Cauvain and Young, 2001) การ เพิ่มขึ้นของระดับเพสตรีมากรินจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบเพิ่มขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากการที่ผู้ ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านความกรอบของพัฟเพสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 3 ชนิด เพิ่มขึ้น เมื่อระดับของเพสตรีมากรินเพิ่มขึ้น

ดังนั้นจึงคัดเลือกระดับของเพสตรีมากรินร้อยละ 18 สำหรับการพัฒนาพัฟเพสตรีลด ไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน

เมื่อเปรียบเทียบการศึกษาการลดไขมันในผลิตภัณฑ์ลามิเนตโดของ Boode - Boissevain and Houdt - Moree (1996) ซึ่งลดไขมันในผลิตภัณฑ์ลามิเนตโด โดยโดของพัฟเพสตรีลดไขมัน เติรมได้จาก แป้งสาลีร้อยละ 100 น้ำร้อยละ 54 เพสตรีมากริน (roll in fat) ร้อยละ 40 และสาร ทดแทนไขมัน (ประกอบด้วย อะไมโลเดกซ์ทรินร้อยละ 27.30 w/w เบต้ากลูแคนร้อยละ 1.90 wt/wt และเพน โดแซนร้อยละ 0.66 w/w) ร้อยละ 40 ของน้ำหนักแป้ง พบว่า สามารถลดปริมาณไขมัน ทั้งหมดได้อย่างน้อยร้อยละ 50 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรปกติ ในขณะที่การศึกษาของ Kincs and Minor (1995) ใช้ WPC เข้มข้นร้อยละ 0.50 และไอต์ไฟเบอร์ร้อยละ 4 โดยน้ำหนักแป้ง เป็นสาร ทดแทนไขมันในส่วนของโด และเพสตรีมากรินในโดของผลิตภัณฑ์แดนนิชเพสตรี และครัวซองค์ ซึ่งสามารถลดปริมาณไขมันทั้งหมดได้อย่างน้อยร้อยละ 30 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรปกติ ดังนั้นเมื่อ เปรียบเทียบการทดลองของ Boode - Boissevain and Houdt - Moree (1996) และ Kincs and Minor (1995) กับการทดลองนี้ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์พัฟเพสตรีลดไขมัน โดยใช้ซั่มอลโทเดกซ์ทริน เจลร้อยละ 9.60 และเพสตรีมากรินร้อยละ 18 ของน้ำหนักแป้ง มีปริมาณไขมันทั้งหมดร้อยละ 15.48 และปริมาณไขมันทั้งหมดลดลงร้อยละ 62.46 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม พบว่า การ ทดลองนี้มีปริมาณของเพสตรีมากริน และสารทดแทนไขมันที่ใช้น้อยกว่า แต่ปริมาณของไขมัน ทั้งหมดลดลงได้มากกว่า การทดลองของ Boode - Boissevain and Houdt - Moree (1996) และ Kincs and Minor (1995)

นอกจากนี้ยังมีการใช้สารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ขนมเปี๊ยะ (Chinese pastry) ลักษณะ ปรากฏของขนมเปี๊ยะมีทั้งแบบ มีชั้น และ ไม่มีชั้น ชั้นที่เกิดขึ้นเกิดจากการรีด - พับโด และใช้ไขมัน

ช่วยในการให้ดความคงตัวของผลิตภัณฑ์ (จริยา, 2555) ซึ่งคล้ายกับผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตร์ที่มีลักษณะการขึ้นฟูเป็นชั้นที่เกิดจากการรีด - พับ โด เหมือนกัน โดย Chysirichote *et al.* (2011) ได้ศึกษาผลการใช้สารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ขนมเปี๊ยะ พบว่า การลดปริมาณเนยขาวลงร้อยละ 45 ร่วมกับการใช้อินนูลินเจลร้อยละ 50 เป็นสารทดแทนไขมัน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคะแนนความชอบโดยรวมที่ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม แต่ปริมาณของไขมันทั้งหมดลดลงร้อยละ 10.05 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบปริมาณเนยขาวที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมเปี๊ยะ กับปริมาณของเพสตริมากรีนร้อยละ 18 (ลดลงร้อยละ 70 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม) ของการศึกษานี้สามารถลดปริมาณของไขมันลงได้มากกว่า โดยที่ผู้ทดสอบยังคงให้คะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย - ชอบปานกลาง (ตารางที่ 24 - 26)

ตารางที่ 24 คะแนนความชอบเฉลี่ยของฟฟเฟสตร์ลดไขมันโดยใช้เซลลูโลสร้อยละ 9.60

ลักษณะ	ปริมาณเพสตริมากรีน (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)		
	16	17	18
ลักษณะปรากฏ	7.3±0.5 ^a	6.8±0.5 ^c	7.2±0.4 ^b
สีของเปลือก	7.5±0.5 ^a	6.8±0.5 ^c	7.1±0.4 ^b
การขึ้นฟูเป็นชั้น	6.1±0.6 ^a	6.1±0.4 ^a	6.2±0.4 ^a
ความกรอบ	5.5±0.8 ^b	5.9±0.3 ^a	6.0±0.5 ^a
ความหวาน	5.1±0.5 ^a	4.8±0.6 ^b	5.3±0.5 ^a
ความเค็ม	5.7±0.9 ^b	5.2±0.6 ^c	6.5±0.5 ^a
ความชอบโดยรวม	5.8±0.6 ^b	5.6±1.1 ^b	7.0±0.8 ^a

หมายเหตุ a-c ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 25 คะแนนความชอบเฉลี่ยของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้ มอลโทเดคซ์ทรินเจลร้อยละ

9.60

ลักษณะ	ปริมาณเพสตริมากริน (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)		
	16	17	18
ลักษณะปรากฏ	5.8±0.7 ^b	5.9±0.5 ^b	7.2±0.5 ^a
สีของเปลือก	5.8±0.8 ^c	6.2±0.4 ^b	6.7±0.5 ^a
การขึ้นฟูเป็นชั้น	6.6±0.7 ^a	5.9±0.8 ^b	6.2±0.4 ^a
ความกรอบ	6.0±0.1 ^b	6.3±0.4 ^b	7.2±0.6 ^a
ความหวาน	5.1±0.5 ^a	5.1±0.5 ^a	5.1±0.2 ^a
ความเค็ม	6.1±0.2 ^{ab}	5.9±0.5 ^b	6.1±0.7 ^a
ความชอบโดยรวม	5.6±0.9 ^b	5.9±1.2 ^b	7.8±0.7 ^a

หมายเหตุ a-c ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

ตารางที่ 26 คะแนนความชอบเฉลี่ยของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้ WPC ร้อยละ 9.60

ลักษณะ	ปริมาณเพสตริมากริน (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)		
	16	17	18
ลักษณะปรากฏ	4.9±1.3 ^c	5.4±1.1 ^b	7.1±0.3 ^a
สีของเปลือก	4.1±1.4 ^c	5.2±1.6 ^b	6.9±0.5 ^a
การขึ้นฟูเป็นชั้น	5.8±0.7 ^b	6.0±0.7 ^b	6.6±0.7 ^a
ความกรอบ	6.1±1.1 ^b	6.3±1.1 ^b	7.2±0.9 ^a
ความหวาน	5.2±0.5 ^a	5.2±0.5 ^a	5.3±0.5 ^a
ความเค็ม	5.8±0.6 ^b	5.8±0.5 ^b	6.1±0.4 ^a
ความชอบโดยรวม	4.1±1.3 ^c	5.1±1.5 ^b	7.7±1.1 ^a

หมายเหตุ a-c ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

5. ศึกษาระดับของสารทดแทนไขมันที่เหมาะสมในการผลิตพัฟเพสตรีลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน

จากการทดลองก่อนหน้านี้ (ข้อ 3.2 และ ข้อ 4) พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมของพัฟเพสตรีลดไขมันโดยใช้เซลลูโลสผง ร้อยละ 9.60 มอลโทเดกซ์ทรินเจล ร้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 ของน้ำหนักแป้ง และเพสตรีมาการีนร้อยละ 18 อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย - ชอบปานกลาง ดังนั้นในการทดลองข้อ 5 นี้จึงต้องศึกษาระดับที่เหมาะสมของสารทดแทนไขมัน เมื่อใช้ปริมาณของสารทดแทนไขมันที่ลดลง ต่อคุณภาพและการยอมรับของพัฟเพสตรีลดไขมัน โดยชนิด และปริมาณเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้งของสารทดแทนไขมันที่ศึกษา ได้แก่ เซลลูโลสผง (ร้อยละ 2.4 4.8 7.2 และ 9.60) มอลโทเดกซ์ทรินเจล (ร้อยละ 2.4 4.8 7.2 และ 9.60) หรือ WPC (ร้อยละ 0.5 1.0 1.5 และ 2.00) และเพสตรีมาการีนร้อยละ 18 ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะปรากฏดังภาพที่ 25 - 36 และผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์มีดังนี้



(ก) ลักษณะภายนอก

(ข) ลักษณะเนื้อใน

ภาพที่ 25 พัฟเพสตรีลดไขมันโดยใช้เซลลูโลสผง ร้อยละ 2.40



(ก) ลักษณะภายนอก

(ข) ลักษณะเนื้อใน

ภาพที่ 26 พัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้เซลลูโลสผง ร้อยละ 4.80



(ก) ลักษณะภายนอก

(ข) ลักษณะเนื้อใน

ภาพที่ 27 พัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้เซลลูโลสผง ร้อยละ 7.20



(ก) ลักษณะภายนอก

(ข) ลักษณะเนื้อใน

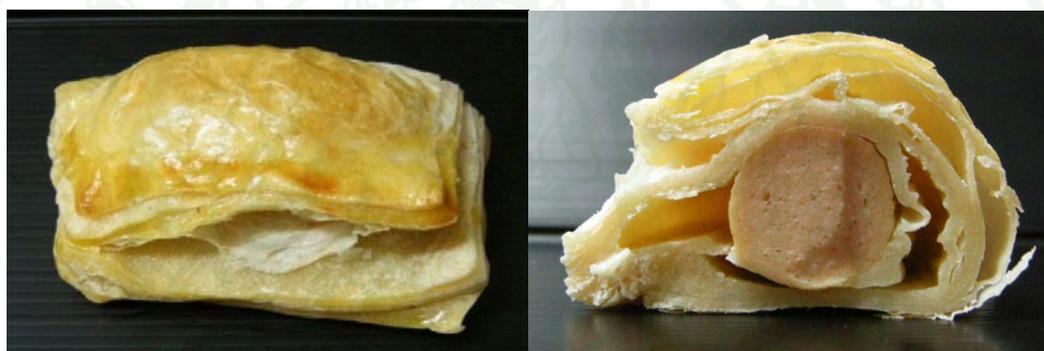
ภาพที่ 28 พัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้เซลลูโลสผง ร้อยละ 9.60



(ก) ลักษณะภายนอก

(ข) ลักษณะเนื้อใน

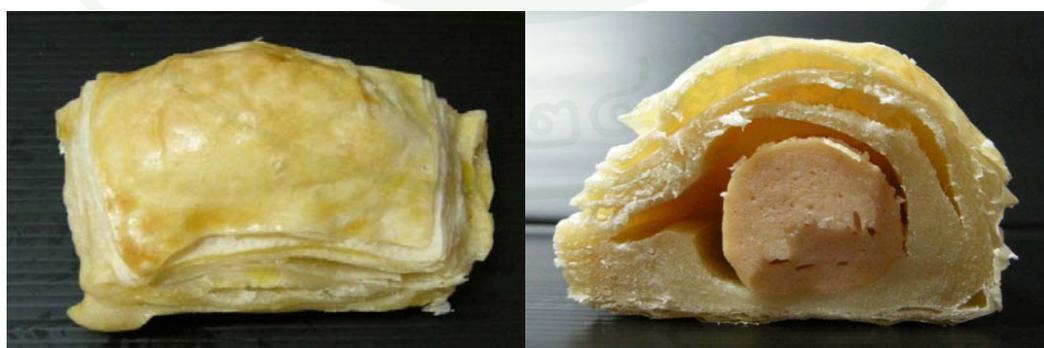
ภาพที่ 29 พฟเฟสตริลคไฆมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรีนเจลด ร้อยละ 2.40



(ก) ลักษณะภายนอก

(ข) ลักษณะเนื้อใน

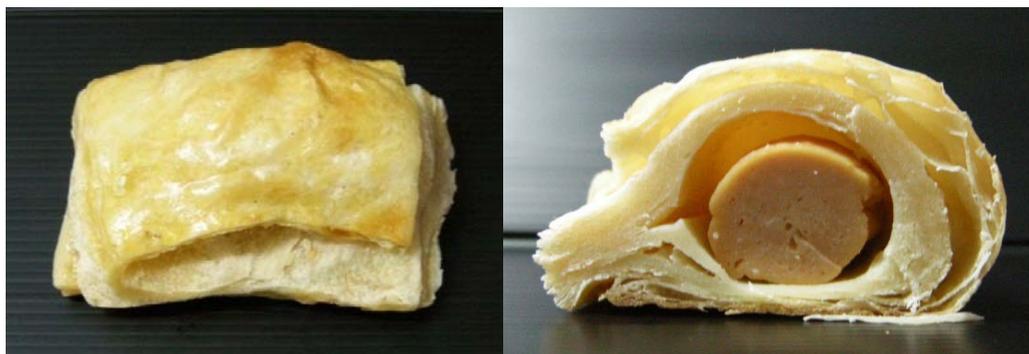
ภาพที่ 30 พฟเฟสตริลคไฆมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรีนเจลด ร้อยละ 4.80



(ก) ลักษณะภายนอก

(ข) ลักษณะเนื้อใน

ภาพที่ 31 พฟเฟสตริลคไฆมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรีนเจลด ร้อยละ 7.20



(ก) ลักษณะภายนอก

(ข) ลักษณะเนื้อใน

ภาพที่ 32 พัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้มอลโทเดกซ์ทรีนเจด ร้อยละ 9.60



(ก) ลักษณะภายนอก

(ข) ลักษณะเนื้อใน

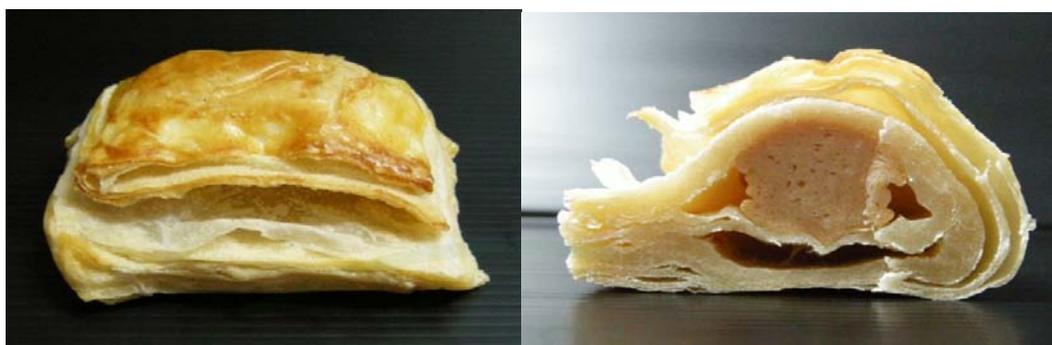
ภาพที่ 33 พัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้ WPC ร้อยละ 0.50



(ก) ลักษณะภายนอก

(ข) ลักษณะเนื้อใน

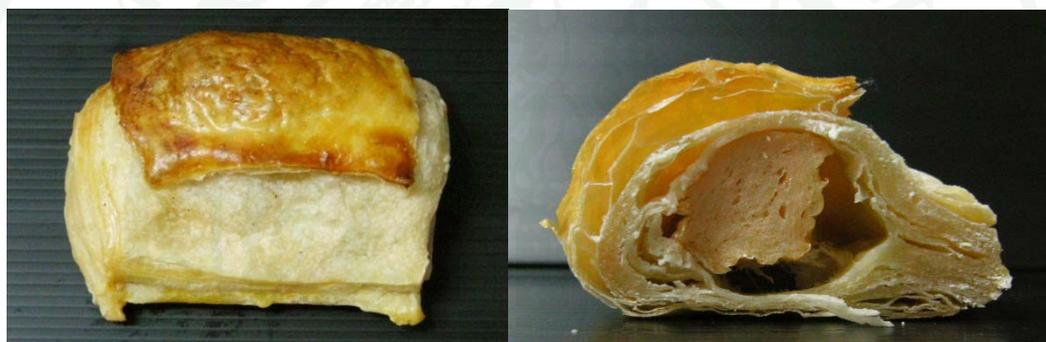
ภาพที่ 34 พัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้ WPC ร้อยละ 1.0



(ก) ลักษณะภายนอก

(ข) ลักษณะเนื้อใน

ภาพที่ 35 พัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้ WPC ร้อยละ 1.50



(ก) ลักษณะภายนอก

(ข) ลักษณะเนื้อใน

ภาพที่ 36 พัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้ WPC ร้อยละ 2.00

5.1 คุณภาพทางกายภาพ

จากการประเมินค่า a_w (ประเมินเฉพาะแป้ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์) ของผลิตภัณฑ์ พัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้เซลลูโลสร้อยละ 2.40 4.80 7.20 และ 9.60 มอลโทเดกซ์ทรินเจลดร้อยละ 2.40 4.80 7.20 และ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 0.50 1.00 1.50 และ 2.00 ของน้ำหนักแป้ง ดังแสดงในตารางที่ 27 - 29 พบว่า ค่า a_w ของพัพเพสตรีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งค่า a_w ของพัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 3 ชนิด (เซลลูโลสผง มอลโทเดกซ์ทรินเจลด หรือ WPC) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระดับของสารทดแทนไขมันเพิ่มขึ้น เนื่องจากจากค่า a_w เป็นส่วนของน้ำอิสระ (free water) ที่ไม่ได้ใช้ในการสร้างพันธะใด และอยู่ภายในช่องว่างของอาหารนั้นๆ (อดิศักดิ์, 2545b) โดยคุณสมบัติของสารทดแทนไขมันกลุ่ม เซลลูโลสคือ สามารถ

อุ้มน้ำได้ดี (absorb water) เพิ่มปริมาตร เป็นสารให้ความหนืดและความคงตัว (thickener and stabilizer) ในผลิตภัณฑ์อาหาร (Wylie - Rosett, 2002) ในขณะที่สารทดแทนไขมันกลุ่มมอลโท-เดกซ์ทริน ช่วยอุ้มน้ำหรือควบคุมปริมาณน้ำ (build/control water) และ WPC มีหน้าที่ช่วยอุ้มน้ำ และเป็นอิมัลซิไฟเออร์ (water binding and emulsification) ในผลิตภัณฑ์ (Akoh, 1998) ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 3 ชนิดจึงมีค่า a_w เพิ่มขึ้น เมื่อระดับของสารทดแทนไขมันแต่ละชนิดเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 27 - 29 พบว่าปริมาณจำเพาะ (ประเมินผลิตภัณฑ์ทั้ง แป้ง และโปรตีน) ของฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้เซลลูโลสผงร้อยละ 2.40 4.80 7.20 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 0.50 1.00 1.50 2.00 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่ปริมาณของฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลด ร้อยละ 2.40 4.80 7.20 9.60 มีปริมาณจำเพาะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) เนื่องจากสารทดแทนไขมันกลุ่มมอลโทเดกซ์ทรินมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี (Akoh, 1998) เมื่ออบผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีที่อุณหภูมิ 200°C ความชื้นจากโคของผลิตภัณฑ์กลายเป็นไอน้ำ และคั้นให้ชั้นของฟัพเพสตรีเกิดการขึ้นฟู (Cauvain and Young, 2001) ดังนั้นเมื่อระดับของมอลโทเดกซ์ทรินเจลดเพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 34) ส่งผลให้ฟัพเพสตรีมีการขึ้นฟูเพิ่มขึ้น จึงทำให้เมื่อระดับของมอลโทเดกซ์ทรินเจลดเพิ่มขึ้น ปริมาณจำเพาะของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลดร้อยละ 9.60 มีปริมาณจำเพาะสูงที่สุด (1.30 ลบ.ชม./กรัม)

ตารางที่ 27 ค่า a_w และปริมาณจำเพาะของฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้เซลลูโลสผง

เซลลูโลสผง (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)	คุณภาพทางกายภาพ	
	a_w	ปริมาณจำเพาะ (ลบ.ชม./กรัม)
2.40	0.962±0.002 ^c	1.33±0.14 ^a
4.80	0.967±0.001 ^b	1.33±0.39 ^a
7.20	0.973±0.001 ^a	1.27±0.09 ^a
9.60	0.970±0.001 ^a	1.20±0.19 ^a

หมายเหตุ a-d ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

ตารางที่ 28 ค่า a_w และปริมาณจำเพาะของฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล

มอลโทเดกซ์ทรินเจล (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)	คุณภาพทางกายภาพ	
	a_w	ปริมาณจำเพาะ (ลบ.ชม./กรัม)
2.40	0.963±0.001 ^b	1.07±0.07 ^b
4.80	0.963±0.001 ^b	1.16±0.08 ^b
7.20	0.964±0.001 ^b	1.18±0.07 ^b
9.60	0.966±0.001 ^a	1.30±0.10 ^a

หมายเหตุ a-d ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 29 ค่า a_w และปริมาณจำเพาะของฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้ WPC

WPC (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)	คุณภาพทางกายภาพ	
	a_w	ปริมาณจำเพาะ (ลบ.ชม./กรัม)
0.50	0.954±0.004 ^b	1.36±0.17 ^a
1.00	0.952±0.001 ^b	1.35±0.40 ^a
1.50	0.963±0.003 ^a	1.34±0.08 ^a
2.00	0.961±0.002 ^a	1.33±0.21 ^a

หมายเหตุ a-b ที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่าสีของฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้เซลลูโลสผงที่ระดับต่างๆมีค่าดังแสดงในตารางที่ 30 พบว่า ค่าสีเนื้อในของผลิตภัณฑ์ ของค่า L^* ซึ่งแสดงความสว่างของผลิตภัณฑ์มีค่าเท่ากับ 0 - 100 (สว่าง - มืด) โดยการเพิ่มของระดับเซลลูโลสผงมีแนวโน้มลดลง เมื่อระดับของเซลลูโลสผงเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลที่สอดคล้องกับ Sabanis *et al.* (2009) ซึ่งศึกษาผลของไดเอทเทอร์รี่ไฟเบอร์ต่อคุณสมบัติของขนมปังปราศจากกลูเตน พบว่า การใช้ไฟเบอร์มีผลให้ผลิตภัณฑ์มีความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น ในขณะที่ ค่า b^* มีค่าตั้งแต่บวก (สีเหลือง) – ลบ (สีฟ้า) ซึ่งซึ่งค่า b^* ของของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และมีค่าเป็นบวก แสดงว่า สีเนื้อในของผลิตภัณฑ์เป็นสีเหลืองเล็กน้อย และการเพิ่มระดับของเซลลูโลสผงไม่มีผลค่า b^* ของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 30 ค่าสีของฟัพเพสตรี้ดไขมันโดยใช้เซลล์โลสผง

ค่าสี	เซลล์โลสผง (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)			
	2.40	4.80	7.20	9.60
เปลือก (crust)				
L*	75.46±5.60 ^a	72.72±6.46 ^c	74.36±5.77 ^{ab}	73.49±6.13 ^{bc}
a*	2.48±1.61 ^a	2.30±1.77 ^a	2.19±1.54 ^a	2.45±2.43 ^a
b*	25.71±5.72 ^a	24.51±6.08 ^a	24.66±5.93 ^a	24.46±5.54 ^a
เนื้อใน (crumb)				
L*	54.87±14.81 ^b	57.57±13.91 ^{ab}	59.08±10.28 ^a	61.79±10.44 ^a
a*	-0.62±0.81 ^a	-0.27±0.69 ^a	-0.27±0.75 ^a	-0.41±0.65 ^a
b*	5.75±3.60 ^a	5.49±1.88 ^a	5.06±1.51 ^a	5.47±3.54 ^a

หมายเหตุ a-c ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลของการใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจด ต่อค่าสีฟัพเพสตรี้ดไขมัน (ตารางที่ 31) พบว่า เมื่อพิจารณาค่าสีของเนื้อใน มีค่า L* และ a* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่า L* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระดับของเซลล์โลสผงเพิ่มขึ้น แสดงว่า การใช้เซลล์โลสผงเพิ่มขึ้น ทำให้เนื้อในของผลิตภัณฑ์มีสีสว่างเพิ่มขึ้น แต่ค่า b* ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 31 ค่าสีของฟัพเพสตรี้ดไขมันโดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจด

ค่าสี	มอลโทเดกซ์ทรินเจด (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)			
	2.40	4.80	7.20	9.60
เปลือก (crust)				
L*	74.48±7.68 ^a	75.08±7.07 ^a	71.16±5.35 ^b	75.57±5.56 ^a
a*	5.45±3.88 ^a	4.44±2.96 ^b	4.34±3.12 ^b	3.11±3.01 ^c
b*	30.33±7.44 ^a	30.29±8.51 ^a	28.66±6.50 ^b	24.71±6.22 ^c

ตารางที่ 31 (ต่อ)

ค่าสี	มอลโทเดกซ์ทรินเจล (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)			
	2.40	4.80	7.20	9.60
เนื้อใน (crumb)				
L*	54.95±10.25 ^b	61.02±8.28 ^a	61.19±9.33 ^a	62.51±5.98 ^a
a*	-0.70±0.47 ^b	-0.63±0.52 ^{ab}	-0.54±0.48 ^{ab}	-0.53±0.51 ^a
b*	4.02±2.04 ^a	4.04±2.32 ^a	3.97±1.86 ^a	4.22±2.19 ^a

หมายเหตุ a-c ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่าความสว่าง (L*) ความเป็นสีแดง (a*) และความเป็นสีเหลือง (b*) ของเนื้อในของพัฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้ WPC ทั้ง 4 ตัวอย่าง พบว่า ค่า L* b* และ a* ของเนื้อในของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เป็นผลที่คล้ายกับ Gallagher *et al.* (2003) ที่ศึกษาลักษณะของเปลือกและเนื้อในขนมปังปราศจากกลูเตน พบว่า เนื้อในของขนมปังปราศจากกลูเตน และขนมปังที่ใช้เวย์ผง มีค่า L* และ b* ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 32)

ตารางที่ 32 ค่าสีของพัฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้ WPC

ค่าสี	WPC (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)			
	0.50	1.00	1.50	2.00
เปลือก (crust)				
L*	75.37±5.49 ^b	81.93±5.12 ^a	75.15±7.67 ^b	69.42±6.08 ^c
a*	5.60±4.13 ^b	4.41±2.48 ^c	8.50±5.99 ^a	8.85±4.35 ^a
b*	31.45±7.16 ^c	30.05±6.34 ^c	34.41±8.45 ^b	36.75±7.14 ^a

ตารางที่ 32 (ต่อ)

ค่าสี	WPC (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)			
	0.50	1.00	1.50	2.00
เนื้อใน (crumb)				
L*	63.73±7.25 ^a	64.10±5.72 ^a	61.87±12.35 ^a	62.56±10.94 ^a
a*	-0.61±0.58 ^a	-0.53±0.65 ^a	-0.75±0.64 ^a	-0.56±0.57 ^a
b*	5.53±2.67 ^a	5.15±2.19 ^a	5.03±2.35 ^a	5.61±2.05 ^a

หมายเหตุ a-c ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5.2 คุณภาพทางเคมี

คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ ประเมินเฉพาะแป้ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้เซลลูโลสผง ระดับต่าง (ตารางที่ 33) พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ตัวอย่างมีความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 30.95 - 33.66 ปริมาณไขมันอยู่ระหว่างร้อยละ 17.87 - 20.81 ปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่างร้อยละ 11.06 - 11.25 นอกจากนี้ปริมาณความชื้น และปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ความชื้นของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณไขมันมีแนวโน้มลดลง เมื่อระดับของเซลลูโลสผงเพิ่มขึ้น เนื่องจากเซลลูโลสผงมีความสามารถในการอุ้มน้ำ (water binding) สูงจึงช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นเพิ่มขึ้น และความสามารถในการอุ้มน้ำของเซลลูโลสยังช่วยลดการดูดซึมไขมันของโคในระหว่างการอบผลิตภัณฑ์ด้วย (Murray *et al.*, 2000) จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณไขมันลดลง เมื่อระดับของเซลลูโลสผงเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) เซลลูโลสผงจัดเป็นสารทดแทนไขมันกลุ่มคาร์โบไฮเดรต (Lucca and Tepper, 1994) ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของระดับของเซลลูโลสผงจึงไม่มีผลต่อปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 33 คุณภาพทางเคมีของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้เซลล์โลสผง

คุณภาพทางเคมี (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	เซลล์โลสผง (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)			
	2.40	4.80	7.20	9.60
ความชื้น	30.95±0.19 ^d	32.67±0.18 ^c	33.27±0.25 ^b	33.66±0.32 ^a
ไขมัน	20.81±0.48 ^a	17.64±0.30 ^b	16.98±0.18 ^c	17.87±0.15 ^b
โปรตีน	11.25±0.27 ^a	11.19±0.33 ^a	11.11±0.09 ^a	11.06±0.52 ^a

หมายเหตุ a - d ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 34 พบว่า ปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันของฟัฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลด ร้อยละ 2.40 4.80 7.20 9.60 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยฟัฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลดร้อยละ 9.60 มีปริมาณความชื้นสูงที่สุด (ร้อยละ 33.45) และฟัฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลดร้อยละ 2.40 มีปริมาณไขมันสูงที่สุด (ร้อยละ 19.87) โดยผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ตัวอย่างมีแนวโน้มของปริมาณความชื้นสูงขึ้น แต่ปริมาณไขมันลดลง เมื่อระดับของมอลโทเดกซ์ทรินเจลดเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากมอลโทเดกซ์ทรินเจลดสามารถอุ้มน้ำได้ดี (Akoh, 1998) และเป็นผลที่สอดคล้องกับ Crehan *et al.* (2000) ซึ่งใช้มอลโทเดกซ์ทรินเป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกกรอกเฟรจเฟอไรเตอร์ พบว่า ผลิตภัณฑ์มีปริมาณไขมันลดลง เมื่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น นอกจากนี้มอลโทเดกซ์ทรินเจลดเป็นสารทดแทนไขมันกลุ่มคาร์โบไฮเดรต (Lucca and Tepper, 1994) ซึ่งการเพิ่มขึ้นมอลโทเดกซ์ทรินเจลดมีผลทำให้ปริมาณโปรตีนของฟัฟเฟสตริลดไขมันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 34 คุณภาพทางเคมีของฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล

คุณภาพทางเคมี (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	มอลโทเดกซ์ทรินเจล (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)			
	2.40	4.80	7.20	9.60
ความชื้น	30.77±0.24 ^d	31.73±0.27 ^c	32.25±0.23 ^b	33.45±0.20 ^a
ไขมัน	19.87±0.16 ^a	18.00±0.13 ^b	16.39±0.20 ^c	15.48±0.07 ^d
โปรตีน	12.08±0.11 ^a	11.97±0.15 ^a	11.91±0.31 ^a	12.63±0.18 ^a

หมายเหตุ a-d ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลของ WPC ต่อคุณภาพทางเคมีของฟัฟเฟสตริลดไขมัน ดังแสดงในตารางที่ 35 พบว่า ปริมาณความชื้น และไขมันของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์อยู่ระหว่าง ร้อยละ 24.65 - 30.04 ปริมาณไขมันอยู่ระหว่างร้อยละ 20.58 - 21.63 นอกจากนั้นปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณของไขมันมีแนวโน้มลดลง เป็นผลที่สอดคล้องกับ Serdaroglu (2006) ซึ่งปรับปรุงคุณภาพของมีทบอลไขมันต่ำโดยใช้เวย์ผง พบว่า การเพิ่มระดับของเวย์ผงเพิ่มมีผลให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณไขมันลดลง แม้ว่า WPC จัดเป็นสารทดแทนไขมันกลุ่มโปรตีน (Lucca and Tepper, 1994) แต่ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) อาจเนื่องมาจากปริมาณโปรตีนที่ใช้เพียงร้อยละ 0.50 - 2.00 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งเป็นปริมาณน้อยจึงทำให้ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 35 คุณภาพทางเคมีของฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้ WPC

คุณภาพทางเคมี (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)	WPC (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)			
	0.50	1.00	1.50	2.00
ความชื้น	24.65±0.36 ^b	25.19±0.18 ^b	25.09±0.22 ^b	30.04±0.21 ^a
ไขมัน	21.63±0.34 ^a	20.58±0.28 ^b	19.26±0.33 ^c	17.58±0.10 ^d
โปรตีน	12.95±0.10 ^a	12.68±0.03 ^a	12.97±0.05 ^a	13.02±0.36 ^a

หมายเหตุ a-d ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p \leq 0.05$)

5.3 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัส ประเมินเฉพาะแข็ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์ โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้เซลลูโลสผงระดับต่างๆ (ตารางที่ 36) พบว่า ลักษณะปรากฏ (สีเหลืองของเปลือก รอยไหม้ ความมัน ความสม่ำเสมอของสี การขึ้นฟู การแยกชั้น) ของฟฟเฟสตริลดไขมันทั้ง 4 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ลักษณะของผลิตภัณฑ์ด้าน กลิ่นมากริน มีความสอดคล้องกับกลิ่นรสมากริน ซึ่งมีแนวโน้มลดลง เมื่อระดับของเซลลูโลสเพิ่มขึ้น แต่มีกลิ่นแป้งสาตีเพิ่มขึ้น แสดงว่าการใช้เซลลูโลสผงเพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นแป้งสาตีมากขึ้น ด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ด้านความกรอบและความร่วน มีแนวโน้มลดลง แต่มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น เมื่อระดับของเซลลูโลสผงเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่ากลิ่นรส และเนื้อสัมผัส กับคุณภาพทางเคมี จะเห็นได้ว่า ค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์สอดคล้องกับความกรอบของผลิตภัณฑ์ เมื่อผลิตภัณฑ์มีความชื้นสูงขึ้น ทำให้ความกรอบของผลิตภัณฑ์ลดลง และกลิ่นรสด้านกลิ่นรสมากริน และความมันที่สอดคล้องกับปริมาณไขมันทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ซึ่งกลิ่นรสของมากริน และความมันลดลง และปริมาณไขมันทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ก็ลดลงเช่นกัน

ตารางที่ 36 การทดสอบเชิงพรรณนาของฟัฟเฟสตรีกดไขมันโดยใช้เซลลูโลสผง

คุณลักษณะ	เซลลูโลสผง (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)			
	2.40	4.80	7.20	9.60
ลักษณะปรากฏ (crust)				
1. สีเหลืองของเปลือก	10.38±0.35 ^a	6.93±0.43 ^b	3.94±0.42 ^c	6.55±0.42 ^b
2. รอยไหม้	1.54±0.29 ^c	3.00±0.27 ^a	2.19±0.26 ^b	2.88±0.35 ^a
3. ความมัน	8.79±0.36 ^a	5.33±0.38 ^b	4.64±0.23 ^c	4.63±0.44 ^c
4. ความสม่ำเสมอของสี	9.31±0.37 ^b	9.00±0.38 ^b	7.70±0.33 ^c	9.75±0.38 ^a
5. การขึ้นฟู	5.94±0.32 ^b	6.38±0.33 ^a	3.75±0.46 ^c	5.69±0.35 ^b
6. การแยกชั้น	1.66±0.23 ^d	2.38±0.35 ^b	1.13±0.39 ^c	4.81±0.37 ^a
กลิ่น				
7. กลิ่นมาการีน	3.06±0.33 ^a	2.39±0.18 ^b	2.19±0.26 ^b	2.04±0.30 ^c
8. กลิ่นแป้งสาตี	1.95±0.35 ^b	2.13±0.35 ^b	2.16±0.47 ^b	4.69±0.37 ^a
เนื้อสัมผัสจากการ				
รับประทาน				
9. ความกรอบ	5.69±0.26 ^a	5.38±0.23 ^b	5.31±0.26 ^b	2.14±0.33 ^c
10. ความร่วน	4.23±0.25 ^a	3.94±0.32 ^b	2.75±0.27 ^c	0.03±0.07 ^d
11. ความแน่นเนื้อ	5.26±0.39 ^d	5.75±0.38 ^c	6.96±0.29 ^b	7.78±0.25 ^a
กลิ่นรส				
12. กลิ่นรสมาการีน	4.31±0.26 ^a	3.81±0.37 ^b	3.56±0.42 ^b	2.54±0.39 ^c
13. ความมัน	4.81±0.37 ^a	2.80±0.28 ^b	2.38±0.35 ^c	1.73±0.25 ^d
รสชาติ				
14. ความหวาน	1.56±0.29 ^a	1.35±0.31 ^a	1.31±0.26 ^a	1.60±0.33 ^a
15. ความเค็ม	0.93±0.14 ^a	0.86±0.11 ^a	0.96±0.05 ^a	0.93±0.09 ^a
ความรู้สึกรัดค้ำในปาก				
16. ความมัน	3.25±0.27 ^b	2.75±0.27 ^c	1.81±0.26 ^d	4.28±0.38 ^a
17. ความเค็ม	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00

ตารางที่ 36 (ต่อ)

คุณลักษณะ	เซตดูโลสพง (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)			
	2.40	4.80	7.20	9.60
ความรู้สึกตักข้างในปาก				
18. ติดฟัน	3.25±0.27 ^b	3.25±0.27 ^b	3.50±0.38 ^b	5.68±0.37 ^a
19. การดูดซับน้ำลาย	4.21±0.30 ^b	4.56±0.42 ^b	5.19±0.37 ^a	5.31±0.46 ^a

หมายเหตุ a-d ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของพีเพสตริลดไขมันโดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล ระดับต่างๆ (ตารางที่ 37) พบว่า ลักษณะปรากฏ (สีเหลืองของเปลือก รอยไหม้ ความมัน ความสม่ำเสมอของสี การขึ้นฟู การแยกชั้น) ของพีเพสตริลดไขมันทั้ง 4 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ด้านกลิ่น และกลิ่นรส ด้านกลิ่นมาการีน กลิ่นแป้งสาตีมี กลิ่นรสมาการีน ความมัน พบว่า กลิ่นมาการีน กลิ่นแป้งสาตี และกลิ่นรสมาการีน มีแนวโน้มลดลง เมื่อระดับของมอลโทเดกซ์ทรินเจลเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าด้านความมันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระดับของมอลโทเดกซ์ทรินเจลเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่า ผลิตกัณฑ์มีกลิ่น และกลิ่นรสมาการีนลดลง แต่มีความมันเพิ่มขึ้น เนื่องจากการใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล เป็นสารทดแทนไขมันสามารถให้ความรู้สึกภายในปากคล้ายไขมันได้ (Ako, 1998) นอกจากนี้ การใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล ยังไม่เพิ่มกลิ่นแป้งสาตีในผลิตกัณฑ์ให้เพิ่มขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่าง เนื้อสัมผัส กับคุณภาพทางเคมี ของผลิตกัณฑ์ พบว่า ความชื้นของผลิตกัณฑ์ไม่สอดคล้องกับความกรอบของผลิตกัณฑ์ ซึ่งแสดงว่า แม้ว่าผลิตกัณฑ์จะมีความชื้นสูงขึ้น แต่ผลิตกัณฑ์ยังคงมีความกรอบอยู่ อาจเนื่องมาจาก การเพิ่มระดับของมอลโทเดกซ์ทรินมีผลให้การขึ้นฟู และการแยกเป็นชั้นของผลิตกัณฑ์เพิ่มขึ้น จึงทำให้ผลิตกัณฑ์มีความกรอบเพิ่มขึ้น แม้ว่าจะมีความชื้นสูงขึ้น

ตารางที่ 37 การทดสอบเชิงพรรณนาของฟัฟเฟสตรัสคไจมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล

คุณลักษณะ	มอลโทเดกซ์ทรินเจล (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)			
	2.40	4.80	7.20	9.60
ลักษณะปรากฏ (crust)				
1. สีเหลืองของเปลือก	6.40±0.36 ^a	6.93±0.43 ^b	3.94±0.42 ^c	6.55±0.42 ^b
2. รอยไหม้	1.54±0.29 ^c	3.00±0.27 ^a	2.19±0.26 ^b	2.88±0.35 ^a
3. ความมัน	8.79±0.36 ^a	5.33±0.38 ^b	4.64±0.23 ^c	4.63±0.44 ^c
4. ความสม่ำเสมอของสี	9.31±0.37 ^b	9.00±0.38 ^b	7.70±0.33 ^c	9.75±0.38 ^a
5. การขึ้นฟู	3.75±0.46 ^c	5.69±0.35 ^b	5.94±0.32 ^b	6.38±0.33 ^a
6. การแยกชั้น	1.13±0.39 ^c	1.66±0.23 ^b	2.38±0.35 ^a	4.81±0.37 ^a
กลิ่น				
7. กลิ่นมาการีน	3.06±0.33 ^a	2.39±0.18 ^b	2.19±0.26 ^{bc}	2.04±0.30 ^c
8. กลิ่นแป้งสาตี	1.95±0.35 ^a	2.13±0.35 ^b	2.16±0.47 ^b	4.69±0.37 ^b
เนื้อสัมผัสจากการ รับประทาน				
9. ความกรอบ	2.14±0.33 ^c	5.38±0.23 ^b	5.31±0.26 ^b	5.69±0.26 ^a
10. ความร่วน	4.23±0.25 ^a	3.94±0.32 ^b	2.75±0.27 ^c	0.03±0.07 ^d
11. ความแน่นเนื้อ	7.78±0.25 ^a	6.96±0.29 ^b	5.75±0.38 ^c	5.26±0.39 ^d
กลิ่นรส				
12. กลิ่นรสมาการีน	4.31±0.26 ^a	3.81±0.37 ^b	2.54±0.39 ^c	3.56±0.42 ^b
13. ความมัน	2.80±0.28 ^b	2.38±0.35 ^c	1.73±0.25 ^d	4.81±0.37 ^a
รสชาติ				
14. ความหวาน	1.56±0.29 ^a	1.35±0.31 ^a	1.31±0.26 ^a	1.60±0.33 ^a
15. ความเค็ม	3.25±0.27 ^a	2.75±0.27 ^a	1.81±0.26 ^a	4.28±0.38 ^a
ความรู้สึกลูกตัก้างในปาก				
16. ความมัน	1.81±0.26 ^d	2.75±0.27 ^c	3.25±0.27 ^b	4.28±0.38 ^a
17. ความเค็ม	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00

ตารางที่ 37 (ต่อ)

คุณลักษณะ	มอลโทเดกซ์ทรินเจล (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)			
	2.40	4.80	7.20	9.60
ความรู้สึกลึกค้ำในปาก				
18. ติดฟัน	3.25±0.27 ^b	3.25±0.27 ^b	3.50±0.38 ^b	5.68±0.37 ^a
19. การดูดซับน้ำลาย	4.21±0.30 ^b	4.56±0.42 ^b	5.19±0.37 ^a	5.31±0.46 ^a

หมายเหตุ a-d ที่แตกต่างกันตามแนวอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 38 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาของพัฟเฟสตริลด์ไขมันโดยใช้ WPC ระดับต่างๆ พบว่า เมื่อพิจารณาด้านกลิ่นมาการิน กลิ่นแป้งสาธิตมี เหนียวเพิ่มขึ้น แต่กลิ่นรสมาการินและความมัน มีแนวโน้มลดลง เมื่อระดับของ WPC เพิ่มขึ้น เนื่องจาก WPC มีคุณสมบัติในการช่วยรักษากลิ่นในผลิตภัณฑ์ (U.S. Dairy Export Council, 2004) จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มของกลิ่นมาการินสูงขึ้น แต่ไม่ช่วยในด้านกลิ่นรสมาการิน และความมันของผลิตภัณฑ์ ในขณะที่เดียวกันผลิตภัณฑ์ก็มีกลิ่นแป้งสาธิตเพิ่มขึ้นด้วย

ในขณะที่เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มีความกรอบและความร่วน เพิ่มขึ้น แต่ความแน่นเนื้อลดลง อาจเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีการขึ้นฟู และการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น เมื่อระดับของ WPC เพิ่มขึ้น จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบเพิ่มขึ้นและความแน่นเนื้อลดลง

ตารางที่ 38 การทดสอบเชิงพรรณนาของพัฟเฟสตริลด์ไขมันโดยใช้ WPC

คุณลักษณะ	WPC (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)			
	0.50	1.00	1.50	2.00
ลักษณะปรากฏ (crust)				
1. สีเหลืองของเปลือก	6.90±0.33 ^c	7.89±0.25 ^b	9.16±0.35 ^a	9.13±0.44 ^a
2. รอยไหม้	2.03±0.38 ^b	1.21±0.25 ^c	4.90±0.42 ^a	4.75±0.27 ^a
3. ความมัน	6.44±0.42 ^b	6.53±0.38 ^b	7.86±0.31 ^a	6.31±0.37 ^b
4. ความสม่ำเสมอของสี	7.29±0.36 ^b	10.08±0.41 ^a	4.38±0.35 ^d	5.38±0.35 ^c

ตารางที่ 38 (ต่อ)

คุณลักษณะ	WPC (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)			
	0.50	1.00	1.50	2.00
ลักษณะปรากฏ (crust)				
5. การขึ้นฟู	6.06±0.42 ^c	5.90±0.37 ^c	7.69±0.37 ^b	8.18±0.17 ^a
6. การแยกชั้น	1.28±0.25 ^c	2.10±0.33 ^b	1.31±0.37 ^c	6.35±0.41 ^a
กลิ่น				
7. กลิ่นมาการีน	0.75±0.27 ^c	0.75±0.27 ^c	1.50±0.46 ^b	2.31±0.44 ^a
8. กลิ่นแป้งสาทิ	2.31±0.37 ^b	2.58±0.28 ^b	2.38±0.35 ^b	3.56±0.42 ^a
เนื้อสัมผัสจากการ				
รับประทาน				
9. ความกรอบ	5.69±0.46 ^b	5.38±0.44 ^b	5.63±0.35 ^b	5.88±0.35 ^a
10. ความร่วน	3.75±0.27 ^b	5.88±0.35 ^b	4.81±0.26 ^a	4.81±0.37 ^a
11. ความแน่นเนื้อ	7.94±0.32 ^a	7.68±0.20 ^a	5.63±0.23 ^b	5.88±0.35 ^b
กลิ่นรส				
12. กลิ่นรสมาการีน	4.31±0.26 ^a	4.13±0.23 ^a	3.44±0.32 ^b	3.04±0.39 ^c
13. ความมัน	6.31±0.37 ^a	6.19±0.26 ^a	3.69±0.37 ^c	4.69±0.26 ^b
รสชาติ				
14. ความหวาน	1.75±0.27 ^a	1.69±0.26 ^a	0.86±0.41 ^b	1.46±0.47 ^a
15. ความเค็ม	1.24±0.23 ^a	1.25±0.27 ^a	1.24±0.19 ^a	1.40±0.42 ^a
ความรู้สึกตักข้างในปาก				
16. ความมัน	3.96±0.39 ^c	4.63±0.44 ^b	6.41±0.47 ^a	6.69±0.26 ^a
17. ความเค็ม	0.04±0.07 ^a	0.05±0.08 ^a	0.00±0.00 ^a	0.05±0.14 ^a
18. ติดฟัน	5.88±0.35 ^a	5.69±0.37 ^a	5.00±0.46 ^b	5.71±0.39 ^a
19. การดูดซับน้ำลาย	5.99±0.36 ^b	6.29±0.36 ^{ab}	6.68±0.46 ^a	5.98±0.34 ^b

หมายเหตุ a-d ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้เซลล์ูโลสผงร้อยละ 2.40 4.80 7.20 และ 9.60 (ตารางที่ 39) พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบของฟฟเฟสตริลทั้ง 4 ตัวอย่าง ในทุกลักษณะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นคะแนนความชอบด้านความกรอบซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) นอกจากนี้คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ตัวอย่าง ในทุกลักษณะมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย - ไม่ชอบปานกลาง แสดงว่าผู้ทดสอบไม่ชอบผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้เซลล์ูโลสผง ดังนั้นจึงไม่เลือกผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้เซลล์ูโลสทั้ง 4 ตัวอย่างเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ตารางที่ 39 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้เซลล์ูโลสผง

ลักษณะ	เซลล์ูโลสผง (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)			
	2.40	4.80	7.20	9.60
ลักษณะปรากฏ	5.7±1.4 ^a	3.7±1.4 ^b	3.9±1.5 ^b	4.0±1.2 ^b
สีของเปลือก	5.6±1.6 ^a	3.1±1.2 ^b	3.6±1.4 ^b	3.6±1.3 ^b
การขึ้นฟูเป็นชั้น	4.0±1.3 ^a	2.1±1.2 ^b	3.2±1.0 ^b	3.3±1.4 ^b
ความกรอบ	3.5±1.3 ^a	3.9±1.2 ^a	3.8±1.8 ^a	3.2±1.1 ^a
ความหวาน	3.7±1.2 ^a	3.1±1.3 ^b	3.6±1.2 ^a	3.5±1.2 ^{ab}
ความเค็ม	4.5±1.3 ^a	3.7±1.0 ^b	4.3±1.3 ^a	3.7±1.2 ^b
ความชอบโดยรวม	4.4±1.1 ^a	3.6±1.1 ^b	3.8±1.1 ^b	3.6±1.3 ^b

หมายเหตุ a-b ที่แตกต่างกันตามแนวนอนแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้หมอลโทเดกซ์ทรินเจล ร้อยละ 2.40 4.80 7.20 และ 9.60 แสดงในตารางที่ 40 พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้าน ลักษณะปรากฏ สีของเปลือก การขึ้นฟูเป็นชั้น และความกรอบ ของฟฟเฟสตริลทั้ง 4 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ความหวาน ความเค็ม และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงว่าผู้ทดสอบไม่สามารถแยกความแตกต่างกันระหว่างผลิตภัณฑ์ เมื่อใช้หมอลโทเดกซ์ทรินเจลเพิ่มขึ้น แม้ว่าผู้ทดสอบให้คะแนน

ความชอบโดยรวมต่อฟัฟเฟสตร์ทั้ง 4 ตัวอย่างไม่แตกต่างกัน แต่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านการขึ้นฟูเป็นชั้น และความกรอบ ของฟัฟเฟสตร์ลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลร้อยละ 9.60 สูงที่สุด (7.0 และ 7.4 ตามลำดับ) โดยการขึ้นฟูเป็นชั้น และความกรอบ เป็นลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ฟัฟเฟสตร์ ดังนั้นจึงเลือกฟัฟเฟสตร์ลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลร้อยละ 9.60 เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย สำหรับการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในการทดลองขั้นต่อไป

ตารางที่ 40 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อฟัฟเฟสตร์ลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล

ลักษณะ	มอลโทเดกซ์ทรินเจล (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)			
	2.40	4.80	7.20	9.60
ลักษณะปรากฏ	6.7±1.0 ^b	4.8±1.9 ^c	6.4±0.8 ^b	7.3±0.8 ^a
สีของเปลือก	7.1±0.8 ^a	4.0±2.1 ^c	6.5±1.1 ^a	7.3±1.0 ^a
การขึ้นฟูเป็นชั้น	6.7±0.7 ^b	6.3±1.0 ^c	6.4±0.7 ^{bc}	7.0±0.5 ^a
ความกรอบ	6.8±0.7 ^b	6.6±0.9 ^b	6.5±0.6 ^b	7.4±0.6 ^a
ความหวาน	6.5±0.8 ^a	6.6±0.9 ^a	6.5±0.6 ^a	6.8±1.1 ^a
ความเค็ม	6.7±0.9 ^a	6.8±0.9 ^a	6.6±0.7 ^a	6.9±1.1 ^a
ความชอบโดยรวม	7.1±0.8 ^a	7.0±1.1 ^a	7.1±0.8 ^a	7.3±0.9 ^a

หมายเหตุ a-c ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาความชอบของผลิตภัณฑ์ฟัฟเฟสตร์ลดไขมัน โดยใช้ WPC ร้อยละ 0.50 1.00 1.50 และ 2.00 (ตารางที่ 41) พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบของฟัฟเฟสตร์ทั้ง 4 ตัวอย่างในทุกลักษณะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นด้านสีของเปลือกที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยคะแนนความชอบของลักษณะด้านการขึ้นฟูเป็นชั้น ความกรอบ และความชอบโดยรวมของฟัฟเฟสตร์ทั้ง 4 ตัวอย่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระดับการใช้ WPC เพิ่มขึ้น ซึ่งฟัฟเฟสตร์ลดไขมัน โดยใช้ WPC ร้อยละ 2.00 มีคะแนนความชอบสูงที่สุด (6.4 6.2 และ 7.9 ตามลำดับ) แสดงว่าการเพิ่มระดับของ WPC เพิ่มขึ้น มีผลให้การยอมรับของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงคัดเลือกฟัฟเฟสตร์ลดไขมัน โดยใช้ WPC ร้อยละ 2.00 เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายสำหรับการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในการทดลองขั้นต่อไป

ตารางที่ 41 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อฟัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้ WPC

ลักษณะ	WPC (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)			
	0.50	1.00	1.50	2.00
ลักษณะปรากฏ	5.1±1.6 ^c	6.2±0.9 ^b	6.4±0.9 ^b	7.3±0.6 ^a
สีของเปลือก	8.7±0.8 ^a	8.7±0.8 ^a	8.6±0.9 ^a	8.9±0.5 ^a
การขึ้นฟูเป็นชั้น	5.8±0.6 ^b	5.7±0.8 ^b	5.7±0.9 ^b	6.4±0.6 ^a
ความกรอบ	6.0±0.3 ^b	5.9±0.6 ^b	5.9±0.5 ^b	6.2±0.5 ^a
ความหวาน	5.0±0.2 ^{ab}	5.2±0.4 ^a	5.0±0.7 ^b	5.2±0.4 ^{ab}
ความเค็ม	5.3±0.5 ^{ab}	5.4±0.6 ^{ab}	5.2±0.4 ^b	5.5±0.6 ^a
ความชอบโดยรวม	5.0±1.4 ^b	5.4±1.4 ^b	5.4±1.5 ^b	7.9±0.6 ^a

หมายเหตุ a-c ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

6. การศึกษาการยอมรับต่อผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน

6.1 การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์

จากผลการทดสอบการยอมรับของผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งประเมินเฉพาะแป้ง ไม่รวมไส้ของผลิตภัณฑ์ โดยใช้แบบสอบถาม (ภาคผนวก ง) จำนวน 128 คน บริเวณโรงอาหารกลาง 1 และ 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร ในการทดสอบด้านความชอบในลักษณะต่างๆ ของฟัพเพสตรี ก่อนทราบข้อมูลเกี่ยวกับฟัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน ซึ่งมีส่วนประกอบดังแสดงในตารางที่ 42 พบว่า ผู้ทดสอบ ส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบในทุกลักษณะของฟัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 2 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และระดับคะแนนความชอบด้านสีของเปลือกอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย - ชอบปานกลาง ด้านการพองตัวเป็นชั้น กลิ่น ความกรอบของแป้ง และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย - บอกรับไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ (ตารางที่ 43)

ตารางที่ 42 ส่วนประกอบเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้ง (Bakery's percentage) ของฟัฟเฟสตรี้สำหรับการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

ส่วนประกอบ (ร้อยละของน้ำหนักแป้ง)	สูตรฟัฟเฟสตรี้			
	ควบคุม	WPC	มอลโทเดกซ์ทรินเจด	ไม่ใช่สารทดแทนไขมัน
1. แป้งขนมปัง	50.00	50.00	50.00	50.00
2. แป้งเค้ก	50.00	50.00	50.00	50.00
3. มาการีน	12.00	12.00	12.00	12.00
4. เกลือ	0.60	0.60	0.60	0.60
5. ไข่ไก่	5.00	5.00	5.00	5.00
6. น้ำเย็น	50.00	50.00	50.00	50.00
7. เฟสตรี้มาการีน	60.00	18.00	18.00	18.00
8. สารทดแทนไขมัน	-	2.00	9.60	-

ตารางที่ 43 คะแนนเฉลี่ยความชอบของผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมัน ก่อนทราบข้อมูลเกี่ยวกับ ฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง	
	มอลโทเดกซ์ทริน ร้อยละ 9.60	WPC ร้อยละ 2.00
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.1±1.1	6.9±1.1
การพองตัวเป็นชั้น ^{ns}	4.7±1.7	4.6±1.7
กลิ่นมากรีน ^{ns}	5.3±1.4	5.2±1.4
ความกรอบ ^{ns}	4.5±1.9	4.5±1.8
ความชอบโดยรวม ^{ns}	4.7±1.7	4.5±1.7

หมายเหตุ ns แสดงค่าเฉลี่ยในแนวนอนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

เมื่อพิจารณาผลของการทดสอบด้านความชอบของฟฟเฟสตริลดไขมันหลังทราบข้อมูลเกี่ยวกับ ฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน พบว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่ให้คะแนนความชอบของ ฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 2 ชนิด ด้านสีของเปลือก การพองตัวเป็นชั้น กลิ่น มากรีน ความกรอบของแป้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่คะแนนความชอบโดยรวมของ ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยระดับคะแนนความชอบ ด้านสี ของเปลือก การพองตัวเป็นชั้น กลิ่น ความกรอบของแป้ง และความชอบโดยรวมมีคะแนนความ ชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย - ชอบปานกลาง (ตารางที่ 44) และเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนความ ชอบก่อนและหลังทราบข้อมูลเกี่ยวกับฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน พบว่า คะแนน ความชอบในทุกลักษณะของฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 2 ชนิดมีความแตก ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ยกเว้นด้านสีของเปลือกซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทาง สถิติ ($p>0.05$)

ตารางที่ 44 คะแนนความชอบเฉลี่ยของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมัน หลังทราบข้อมูลเกี่ยวกับฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง	
	มอลโทเดกซ์ทริน ร้อยละ 9.60	WPC ร้อยละ 2.00
ลักษณะปรากฏ	7.3±1.0 ^a	7.3±1.1 ^a
การพองตัวเป็นชั้น	6.6±1.7 ^a	6.3±1.8 ^a
กลิ่นมากรีน	7.1±1.2 ^a	6.7±1.3 ^a
ความกรอบ	6.5±1.9 ^a	6.1±1.9 ^a
ความชอบโดยรวม	7.1±1.4 ^a	6.4±1.6 ^b

หมายเหตุ a-b แสดงค่าเฉลี่ยในแนวนอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาผลของการยอมรับผลิตภัณฑ์ของฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทริน ร้อยละ 9.60 ของน้ำหนักแป้ง พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตารางที่ 45 โดยก่อนทราบข้อมูลผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 37.50 แต่เมื่อทราบข้อมูลแล้วให้การยอมรับเป็น 89.06 แสดงว่าเมื่อทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ผู้ทดสอบให้การยอมรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 55.47 นอกจากนี้มีผู้ทดสอบร้อยละ 3.91 ซึ่งก่อนทราบข้อมูลผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ แต่เมื่อทราบข้อมูลเปลี่ยนเป็นไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ อาจเนื่องจากผู้ทดสอบเกรงว่า การใช้สารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์อาจมีผลต่อสุขภาพ จึงไม่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ และผู้ทดสอบอีกร้อยละ 7.03 ซึ่งไม่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนและหลังทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 45 การยอมรับของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้มอลโทเดกซ์ทริน ร้อยละ 9.60

การยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ทดสอบ (ร้อยละ)		หลังทราบข้อมูล		Chi - square test
		ยอมรับ	ไม่ยอมรับ	
ก่อนทราบข้อมูล	ยอมรับ	33.59	3.91	0.00*
	ไม่ยอมรับ	55.47	7.03	

หมายเหตุ * การให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมันมีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

เมื่อพิจารณาผลของการยอมรับผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้ WPC ร้อยละ 2.00 ของน้ำหนักแป้ง (ตารางที่ 46) พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ เพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยก่อนทราบข้อมูลผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 35.94 แต่เมื่อทราบข้อมูลแล้วให้การยอมรับเป็น 84.37 แสดงว่าการให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ทำให้ผู้ทดสอบยอมรับผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 52.34 นอกจากนี้มีผู้ทดสอบร้อยละ 3.91 ซึ่งก่อนทราบข้อมูลผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ แต่เมื่อทราบข้อมูลเปลี่ยนเป็นไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ อาจเนื่องจากผู้ทดสอบเกรงว่า การใช้สารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์อาจมีผลต่อสุขภาพ จึงไม่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ และผู้ทดสอบอีกร้อยละ 11.72 ซึ่งไม่ให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้งก่อนและหลังทราบข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

เมื่อเปรียบเทียบการยอมรับผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินร้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 ของน้ำหนักแป้ง พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินร้อยละ 9.60 มากกว่า ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้ WPC ร้อยละ 2.00 ดังนั้นการพัฒนาฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมันที่เหมาะสมคือ การใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลร้อยละ 9.60

ตารางที่ 46 การยอมรับของผู้ทดสอบต่อผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้ WPC ร้อยละ 2.00

การยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้ทดสอบ		หลังทราบข้อมูล		Chi - square test
		ยอมรับ	ไม่ยอมรับ	
ก่อนทราบข้อมูล	ยอมรับ	32.03	3.91	0.00*
	ไม่ยอมรับ	52.34	11.72	

หมายเหตุ * การให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมันมีผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ผลข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบ (ตารางที่ 47) พบว่า ผู้ทดสอบเป็นเพศหญิง (ร้อยละ 71.09) มากกว่าเพศชาย (ร้อยละ 28.91) อายุ 21 - 30 ปี มากที่สุด (ร้อยละ 32.03) รองลงมาคือ 31 - 40 ปี (ร้อยละ 29.69) 41 - 50 ปี (ร้อยละ 25.78) 50 ปีขึ้นไป (ร้อยละ 12.50) ระดับการศึกษาในระดับปริญญาตรีสูงสุด (ร้อยละ 69.53) รองลงมาคือ อนุปริญญาหรือประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ร้อยละ 14.84) ปริญญาโท (ร้อยละ 10.94) มัธยมศึกษาตอนปลาย หรือประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ร้อยละ 3.13) และต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย (ร้อยละ 1.56) ในด้านอาชีพผู้ตอบแบบสอบถามเป็นพนักงานบริษัทเอกชนมากที่สุด (ร้อยละ 57.03) รองลงมาคือ ธุรกิจส่วนตัว (ร้อยละ 12.50) ข้าราชการหรือรัฐวิสาหกิจ (ร้อยละ 11.72) แม่บ้าน (ร้อยละ 10.94) และนักเรียน หรือนักศึกษา (ร้อยละ 7.81) รายได้ต่อเดือน 15,001 - 25,000 บาท มากที่สุด (ร้อยละ 44.53) รองลงมาคือ 5,001 - 15,000 บาท (ร้อยละ 32.81) 25,001 - 35,000 บาท (ร้อยละ 11.72) มากกว่า 45,000 บาท (ร้อยละ 7.81) และน้อยกว่า 5,001 บาท (ร้อยละ 3.13)

ตารางที่ 47 ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบในการทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตรีดไขมัน
โดยใช้สารทดแทนไขมัน

ข้อมูล	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
เพศ		
ชาย	37	28.91
หญิง	91	71.09
อายุ		
น้อยกว่า 21 ปี	0	0.00
21 - 30 ปี	41	32.03
31 - 40 ปี	38	29.69
41 - 50 ปี	33	25.78
50 ปี ขึ้นไป	16	12.50
การศึกษา		
ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย	2	1.56
มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.	4	3.13
อนุปริญญา (ปวส)	19	14.84
ปริญญาตรี	89	69.53
ปริญญาโท	14	10.94
สูงกว่าปริญญาโท	0	0.00
อาชีพ		
นักศึกษา / นิสิต / นักศึกษา	10	7.81
ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ	15	11.72
พนักงานบริษัทเอกชน	73	57.03
ธุรกิจส่วนตัว	16	12.50
แม่บ้าน	14	10.94
รับจ้างทั่วไป	0	0.00

ตารางที่ 47 (ต่อ)

ข้อมูล	จำนวน (คน)	ความถี่ (ร้อยละ)
รายได้ต่อเดือน		
น้อยกว่า 5,001 บาท	4	3.13
5,001 - 15,000 บาท	42	32.81
15,001 - 25,000 บาท	57	44.53
25,001 - 35,000 บาท	15	11.72
35,001 - 45,000 บาท	0	0.00
มากกว่า 45,000 บาท	10	7.81

6.2 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) และปริมาณพลังงานจากอาหารทั้งหมดของผลิตภัณฑ์

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) และปริมาณพลังงานจากอาหารทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลร้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 ของน้ำหนักแห้ง โดยวิเคราะห์เฉพาะส่วนแป้งของฟัฟเฟสตริน (ตารางที่ 48) พบว่าฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลร้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 ของน้ำหนักแห้งมีองค์ประกอบร้อยละของ ความชื้น โปรตีน มากกว่า แต่มีร้อยละของไขมัน และเส้นใยน้อยกว่าฟัฟเฟสตรินสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ร้อยละของเส้นใยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และฟัฟเฟสตริลดไขมันยังมีปริมาณของคาร์โบไฮเดรต มากกว่าสูตรควบคุม เนื่องจาก สารทดแทนไขมันทั้ง 2 ชนิดเป็นสารทดแทนไขมันกลุ่มคาร์โบไฮเดรต และการใช้สารทดแทนไขมันยังส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นเพิ่มขึ้นแต่มีปริมาณไขมันลดลง และมีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ฟัฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมันทั้งสองชนิดมีปริมาณของไขมัน และพลังงานทั้งหมด ลดลงอย่างน้อยร้อยละ 25 เมื่อเปรียบเทียบกับฟัฟเฟสตรินสูตรควบคุม ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดการกล่าวอ้างถึงการเปรียบเทียบปริมาณสารอาหารหรือพลังงานที่มีการเปรียบเทียบกับอาหารอ้างอิง ซึ่งต้องลดปริมาณสารอาหารหรือพลังงานลงตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไป ต่อปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคอ้างอิง (กระทรวงสาธารณสุข, 2541) ดังนั้นฟัฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลร้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 ของน้ำหนักแห้ง จึงสามารถอ้างอิงเป็นผลิตภัณฑ์ลดไขมัน และพลังงานได้

ตารางที่ 48 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) และปริมาณพลังงานจากอาหารทั้งหมด (กิโลแคลอรี/100 กรัม) ของผลิตภัณฑ์

ตัวอย่าง	ปริมาณ (ร้อยละ)						พลังงานทั้งหมด	ร้อยละของปริมาณที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม	
	ความชื้น	ไขมัน	โปรตีน	เส้นใย	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต		ไขมัน	พลังงานทั้งหมด
ควบคุม	24.11±0.43 ^c	41.24±0.35 ^c	9.51±0.05 ^c	0.43±0.17 ^a	1.52±0.02 ^a	23.19	501.96	-	-
WPC ร้อยละ 2.00	31.07±0.36 ^b	17.62±0.44 ^a	13.28±0.44 ^a	0.47±0.11 ^a	1.44±0.02 ^b	36.12	356.18	57.27	29.04
มอลโทเดกซ์ทรินเจลด ร้อยละ 9.60	33.45±0.50 ^a	15.93±0.49 ^b	12.51±0.17 ^b	0.49±0.18 ^a	1.35±0.02 ^c	36.27	338.49	61.37	32.57

จากการคิดราคาต้นทุนวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้มอลโทเดคซ์ทรินเจลร้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 ของน้ำหนักแป้ง เฉพาะส่วนของแป้ง ไม่รวมไส้กรอก (ตารางที่ 49) พบว่า ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 2 ชนิด สามารถลดต้นทุนวัตถุดิบต่อชิ้นได้อย่างน้อย ร้อยละ 25 เมื่อเปรียบเทียบกับฟฟเฟสตรีสูตรควบคุม และสามารถอ้างอิงได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ลดไขมัน และพลังงาน ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ได้

เมื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดคซ์ทรินเจลร้อยละ 9.60 ของน้ำหนักแป้ง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด กับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (ฟฟเฟสตรียี่ห้อ D) พบว่า ผลิตภัณฑ์ต้นแบบมีลักษณะของผลิตภัณฑ์ดังนี้ ค่า a_w 0.866 ปริมาตรจำเพาะ 2.63 ลบ.ซม./กรัม ความชื้นร้อยละ 12.29 ไขมันร้อยละ 28.90 และโปรตีนร้อยละ 7.66 นอกจากนี้ยังมีคะแนนจากการทดสอบเชิงพรรณนาด้านความกรอบ 8.2 ความแน่นเนื้อ 3.5 กลิ่นมาการิน 1.6 ความมัน 5.5 ในขณะที่ลักษณะของฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดคซ์ทรินเจลร้อยละ 9.60 มีดังนี้ ค่า a_w 0.966 ปริมาตรจำเพาะ 1.30 ลบ.ซม./กรัม ความชื้นร้อยละ 33.45 ไขมันร้อยละ 15.48 และ โปรตีนร้อยละ 12.63 นอกจากนี้ยังมีคะแนนจากการทดสอบเชิงพรรณนาด้านความกรอบ 5.69 ความแน่นเนื้อ 5.26 กลิ่นมาการิน 3.56 ความมัน 4.81 โดยฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดคซ์ทรินเจลร้อยละ 9.60 มีลักษณะส่วนใหญ่ดีกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบ แต่มีปริมาณความชื้นมากกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ดังนั้นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันในขั้นต่อไปควรปรับปรุงคุณภาพด้าน เนื้อสัมผัสและกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบ และความมันของผลิตภัณฑ์ให้เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 49 การคิดต้นทุนวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลด้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 ของน้ำหนักแป้ง

วัตถุดิบ	ราคา/ กิโลกรัม	ปริมาณที่ใช้ (กรัม)			ต้นทุน/สูตร		
		ควบคุม	มอลโทเดกซ์ทรินเจลด	WPC	ควบคุม	มอลโทเดกซ์ทรินเจลด	WPC
แป้งเค้ก	41.0	350.0	350.0	350.0	14.4	14.4	14.4
แป้งขนมปัง	34.0	350.0	350.0	350.0	11.9	11.9	11.9
ไข่ (ฟอง)	60.0	35.0	35.0	35.0	2.1	2.1	2.1
มาการีน	60.0	84.0	84.0	84.0	5.0	5.0	5.0
เกลือ	11.0	4.2	4.2	4.2	0.1	0.1	0.1
น้ำ	12.7	350.0	350.0	350.0	4.4	4.4	4.4
เพสตรีมาการีน	60.0	420.0	126.0	126.0	25.2	7.6	7.6
มอลโทเดกซ์ทรินเจลด	35.0	-	67.2	-	-	2.4	-
WPC	450.0	-	-	14.0	-	-	6.3
ต้นทุน/สูตร	-	-	-	-	63.1	47.8	51.7
ต้นทุน/ชิ้น	-	-	-	-	5.3	4.0	4.3

7. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาเก็บผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมัน

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาเก็บผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยไม่ใช้สารทดแทนไขมัน และสูตรลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน 2 ชนิดคือ WPC ร้อยละ 2.00 หรือมอลโทเดกซ์ทรินเจลร้อยละ 9.60 โดยส่วนประกอบของฟฟเฟสตริลดไขมันแสดงในตารางที่ 42 เก็บรักษาโดยบรรจุในถุงพลาสติกชนิดพอลิโพรไพลีน ขนาด 4 x 6 นิ้ว ภายในตู้เย็น (4°C) เป็นเวลา 4 วัน ผลการศึกษามีดังนี้

7.1 ผลต่อคุณภาพทางกายภาพ

ผลของ ค่า a_w ต่อคุณภาพทางกายของฟฟเฟสตริลดไขมันในระหว่างการรักษา (ตารางที่ 50) ซึ่งประเมินเฉพาะแป้ง ไม่รวม ไขมันของผลิตภัณฑ์ พบว่า ระยะเวลาการรักษา 0 วัน ฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 2 ชนิดสูงกว่าฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยไม่ใช้สารทดแทนไขมัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาการรักษาเพิ่มขึ้นค่า a_w ฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 2 ชนิดยังคงสูงกว่าฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยไม่ใช้สารทดแทนไขมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลของปริมาณจำเพาะของฟฟเฟสตริลดไขมันในระหว่างการรักษา ประเมินผลิตภัณฑ์ทั้งขึ้น (แป้ง และ ไขมัน) (ตารางที่ 51) พบว่า เมื่อระยะเวลาการรักษาเพิ่มขึ้น ปริมาณจำเพาะของฟฟเฟสตริลดไขมัน ทั้ง 4 สูตรมีแนวโน้มลดลง โดยที่ระยะเวลาการรักษา 4 วัน ฟฟเฟสตริลดไขมัน มีค่าปริมาณจำเพาะสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 2 ชนิด และสูตรไม่ใช้สารทดแทนไขมันมีค่าปริมาณจำเพาะที่ไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) แต่เมื่อระยะเวลาการรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 3 - 4 วัน ค่าปริมาณจำเพาะของฟฟเฟสตริลดไขมัน ทั้ง 4 สูตรไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$)

ตารางที่ 50 ค่า a_w ของพัฟเฟสตรี้ในระหว่างการเก็บรักษา

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)	ตัวอย่าง			
	ควบคุม	มอลโทเดกซ์ ทรินเจล	WPC	ไม่ใช่สารทดแทน ไขมัน
0	0.945±0.011 ^b	0.967±0.004 ^a	0.959±0.005 ^a	0.946±0.005 ^b
1	0.949±0.003 ^d	0.970±0.002 ^a	0.963±0.001 ^b	0.953±0.002 ^c
2	0.951±0.001 ^d	0.970±0.001 ^a	0.963±0.001 ^b	0.954±0.001 ^c
3	0.953±0.001 ^c	0.971±0.001 ^a	0.965±0.001 ^b	0.965±0.001 ^b
4	0.960±0.002 ^c	0.972±0.001 ^a	0.965±0.001 ^b	0.965±0.001 ^b

หมายเหตุ a-d ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 51 ค่าปริมาณจำเพาะ (ลบ.ชม/กรัม) ของพัฟเฟสตรี้ในระหว่างการเก็บรักษา

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)	ตัวอย่าง			
	ควบคุม	มอลโทเดกซ์ทริน เจล	WPC	ไม่ใช่สารทดแทน ไขมัน
0	1.93±0.12 ^a	1.50±0.14 ^b	1.43±0.11 ^b	1.42±0.13 ^b
1	2.00±0.15 ^a	1.61±0.38 ^b	1.47±0.18 ^b	1.41±0.16 ^b
2	1.73±0.11 ^a	1.44±0.19 ^b	1.44±0.14 ^b	1.46±0.15 ^b
3	1.45±0.15 ^a	1.42±0.11 ^a	1.40±0.10 ^a	1.41±0.13 ^a
4	1.48±0.16 ^a	1.45±0.15 ^a	1.35±0.11 ^a	1.33±0.15 ^a

หมายเหตุ a-b ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

7.2 ผลต่อคุณภาพทางจุลินทรีย์

ผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C ของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีสูตรปกติ สูตรลดไขมันโดยไม่ใช้สารทดแทนไขมัน และสูตรลดไขมันโดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินร้อยละ 9.60 หรือ WPC เข้มข้น ร้อยละ 2.00 (ตารางที่ 52 - 53) พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และจำนวนยีสต์และรา ของฟัพเพสตรีทั้ง 4 ตัวอย่าง ในระหว่างการเก็บรักษา 0 - 4 วัน น้อยกว่า 10 โคลโลนีต่อตัวอย่างหนึ่งกรัม ซึ่งไม่เกินตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของฟัพเพสตรี กำหนดให้ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคลโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราต้องไม่เกิน 100 โคลโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) เนื่องจากอุณหภูมิในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เป็น 4 °C ซึ่งไม่เหมาะสมต่อเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิระหว่าง 35 - 37 °C ดังนั้นผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีจึงไม่เสี่ยงต่อการเสื่อมเสียทางจุลินทรีย์

จำนวนโคโลนีของ *Staphylococcus aureus* ในผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ตัวอย่างที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 วัน (ตารางที่ 54) พบว่า น้อยกว่า 10 โคลโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เนื่องจากผู้บริโภคมอาจเป็นโรคอาหารเป็นพิษจาก *S. aureus* ถ้าได้สารพิษ (enterotoxin) ของ *S. aureus* ประมาณร้อยละ 30 - 50 ของ *S. aureus* ซึ่งสารพิษของ *S. aureus* สามารถทนต่อความร้อนได้ดี และมีผลให้ต่อเยื่อลำไส้กรอกเล็ก ทำให้เกิดอาการคลื่นไส้กรอก อาเจียน ปวดท้อง และท้องเดิน ในรายที่รุนแรงอาจช็อคได้ แต่ส่วนใหญ่อาการจะดีขึ้นใน 8 - 24 ชั่วโมง (ประภาวดี, 2545) *Staphylococcus* พบได้ในจมูก ผิวหนังและแผลต่างของมนุษย์และสัตว์ (สุมาลี, 2527) และการผลิตฟัพเพสตรีมีขั้นตอนการรีด - พับโคซึ่งสัมผัสกับผิวหนังของมนุษย์จึงอาจมีการปนเปื้อนของ *Staphylococcus* ได้ ดังนั้นมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของฟัพเพสตรีซึ่งกำหนดให้ต้องไม่พบโคโลนีของ *Staphylococcus aureus* (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) และผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีทั้ง 4 ตัวอย่าง เป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนดไว้

ตารางที่ 52 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g) ในผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรี

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)	ตัวอย่าง			
	ควบคุม	มอลโทเดกซ์ทริน เจล	WPC	ไม่ใช่สารทดแทนไขมัน
0	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)
1	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)
2	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)
3	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)
4	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)

หมายเหตุ ESPC คือ Estimated Standard Plate Count

ตารางที่ 53 จำนวนยีสต์และราทั้งหมด (CFU/g) ของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรี

ระยะเวลาในการเก็บรักษา (วัน)	ตัวอย่าง			
	ควบคุม	มอลโทเดกซ์ทริน เจล	WPC	ไม่ใช่สารทดแทนไขมัน
0	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)
1	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)
2	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)
3	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)
4	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)	< 10 (ESPC)

หมายเหตุ ESPC คือ Estimated Standard Plate Count

ตารางที่ 54 จำนวนของ *Staphylococcus aureus* (CFU/g) ในผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรี ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 0 วัน

ตัวอย่าง	จำนวนจุลินทรีย์ (CFU/g)
คววม	< 10 (ESPC)
มอลโทเดกซ์ทริน	< 10 (ESPC)
WPC	< 10 (ESPC)
ไม่ใช่สารทดแทนไขมัน	< 10 (ESPC)

หมายเหตุ ESPC คือ Estimated Standard Plate Count

7.3 ผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบการทดสอบการยอมรับ และการทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์ กับผู้ทดสอบทั่วไปซึ่งไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน (ตารางที่ 55) พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ฟัพเพสตรีสูตรทั้ง 4 สูตรได้รับคะแนนความชอบในทุกลักษณะลดลง โดย ฟัพเพสตรีสูตรคววมได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่นๆ (คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ระหว่าง ชอบปานกลาง - ชอบเล็กน้อย) ฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 2 ชนิด ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากกว่าฟัพเพสตรีสูตรลดไขมันโดยไม่ใช้สารทดแทนไขมัน ซึ่งฟัพเพสตรีสูตรมอลโทเดกซ์ทรินเจลได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ระหว่าง ชอบเล็กน้อย - บอกรับไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ ฟัพเพสตรีสูตร WPC ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ระหว่าง ชอบเล็กน้อย - ไม่ชอบเล็กน้อย และฟัพเพสตรีสูตรไม่ใช่สารทดแทนไขมันได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ระหว่าง บอกรับไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ - ไม่ชอบเล็กน้อย

ตารางที่ 55 คะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ฟัฟเฟสตรีในระหว่างการเก็บรักษา

ระยะเวลา การเก็บ (วัน)	ลักษณะ	ตัวอย่าง			
		ควบคุม	มอลโท เดกซ์ทริน เจด	WPC	ไม่ใช้ สารทดแทน ไขมัน
0	ลักษณะปรากฏ	7.6±0.6 ^a	7.1±0.7 ^b	7.0±0.9 ^b	6.8±0.9 ^b
	การพองตัวเป็นชั้น	7.6±0.6 ^a	7.1±0.6 ^b	6.6±1.1 ^c	5.6±1.3 ^d
	กลิ่นมาการิน	8.0±0.5 ^a	6.9±0.9 ^b	6.9±1.0 ^b	6.2±1.1 ^c
	ความกรอบ	6.7±1.3 ^a	6.3±0.2 ^b	6.2±1.4 ^b	4.8±1.1 ^c
	ความชอบโดยรวม	7.3±1.4 ^a	6.4±1.0 ^b	6.3±1.3 ^b	4.8±1.4 ^c
1	ลักษณะปรากฏ	5.5±1.2 ^b	6.8±1.2 ^a	6.9±1.2 ^a	6.7±1.2 ^a
	การพองตัวเป็นชั้น	6.1±1.6 ^a	6.4±1.2 ^a	6.3±1.5 ^a	5.9±1.5 ^a
	กลิ่นมาการิน	6.9±0.9 ^a	6.5±1.3 ^a	6.9±1.0 ^a	6.5±1.2 ^a
	ความกรอบ	6.1±1.2 ^a	5.1±1.7 ^b	5.4±1.8 ^{ab}	5.5±1.4 ^{ab}
	ความชอบโดยรวม	5.9±1.6 ^a	5.6±1.5 ^a	5.9±1.4 ^a	5.6±1.2 ^a
2	ลักษณะปรากฏ	7.3±1.1 ^a	6.6±1.1 ^b	6.8±1.3 ^b	6.6±1.0 ^b
	การพองตัวเป็นชั้น	6.9±1.2 ^a	6.1±1.6 ^b	6.0±1.8 ^b	5.9±1.5 ^b
	กลิ่นมาการิน	7.5±0.9 ^a	6.7±1.1 ^b	6.5±1.3 ^b	6.8±1.0 ^b
	ความกรอบ	6.1±1.5 ^a	5.6±1.6 ^a	4.5±1.5 ^b	4.4±1.5 ^b
	ความชอบโดยรวม	6.7±1.4 ^a	5.6±1.5 ^b	5.0±1.4 ^b	4.8±1.5 ^b
3	ลักษณะปรากฏ	7.0±1.2 ^a	6.6±1.0 ^a	6.9±1.2 ^a	5.6±1.0 ^a
	การพองตัวเป็นชั้น	6.8±1.1 ^a	6.1±1.4 ^{ab}	5.9±1.7 ^b	5.9±1.3 ^b
	กลิ่นมาการิน	7.5±1.0 ^a	6.6±1.2 ^b	6.5±1.3 ^b	6.8±1.0 ^b
	ความกรอบ	6.1±1.3 ^a	5.7±1.4 ^a	4.5±1.5 ^b	4.4±1.5 ^b
	ความชอบโดยรวม	6.7±1.1 ^a	5.7±1.5 ^b	5.0±1.3 ^c	4.7±1.4 ^c

ตารางที่ 55 (ต่อ)

ระยะเวลา การเก็บ (วัน)	ลักษณะ	ตัวอย่าง			
		ควบคุม	มอลโท เดกซ์ทริน เจลด ร้อยละ	WPC	ไม่ใช้ สารทดแทน ไขมัน
4	ลักษณะปรากฏ	7.2±1.1 ^a	6.6±1.1 ^b	6.8±1.3 ^{ab}	6.6±1.0 ^a
	การพองตัวเป็นชั้น	6.9±1.1 ^a	6.0±1.5 ^b	6.0±1.8 ^b	5.9±1.5 ^b
	กลิ่นมาการิน	7.4±0.9 ^a	6.6±1.2 ^b	6.5±1.3 ^b	6.7±1.1 ^b
	ความกรอบ	5.8±1.2 ^a	5.5±1.3 ^a	4.2±1.4 ^a	4.3±1.2 ^b
	ความชอบโดยรวม	6.0±1.0 ^a	5.2±1.1 ^b	4.4±1.0 ^c	4.3±1.2 ^c

หมายเหตุ a-d ที่แตกต่างกันตามแนวนอน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน เริ่มจากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เพสตรี ศึกษาลักษณะของฟัพเพสตรีที่จำหน่ายในท้องตลาด คัดเลือกสูตรพื้นฐานของฟัพเพสตรี และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน ศึกษาผลของสารทดแทนไขมันชนิดต่างๆต่อคุณภาพของฟัพเพสตรีลดไขมันและหาระดับที่เหมาะสมของเพสตรีมาการีน จากนั้นศึกษาหาระดับที่เหมาะสมของสารทดแทนไขมันชนิดต่างๆ และคัดเลือกผลิตภัณฑ์สุดท้ายเพื่อทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมัน ซึ่งผลการทดลองทั้งหมดสามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากการสำรวจความต้องการของผู้บริโภค พบว่า ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีความถี่ในการรับประทานผลิตภัณฑ์เพสตรี น้อยกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์ แต่มีปริมาณการซื้อ 3 - 4 ชิ้น/ครั้ง และผลิตภัณฑ์เพสตรีที่ผู้ทดสอบสนใจพัฒนาเป็นเพสตรีลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมันสูงที่สุดคือ ฟัพเพสตรี คิดเป็นร้อยละ 94.20 ราคาจำหน่ายของผลิตภัณฑ์สุดท้ายควรอยู่ระหว่าง 10 - 15 บาทต่อชิ้น นอกจากนี้กำหนดผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายของผลิตภัณฑ์เป็นผู้ที่เคยรับประทานฟัพเพสตรีและมีอายุ 21 ปีขึ้นไป เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีปริมาณการซื้อและให้ความสนใจต่อผลิตภัณฑ์สูงที่สุด

2. จากการสำรวจ และศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีที่จำหน่ายในท้องตลาด จำนวน 4 ยี่ห้อ คือ A B C และ D พบว่า ผลิตภัณฑ์มีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.841 - 0.901 มีปริมาตรจำเพาะอยู่ระหว่าง 1.46 - 2.81 ลบ.ซม./กรัม ปริมาณความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 12.29 - 19.43 และปริมาณไขมันทั้งหมดอยู่ระหว่างร้อยละ 27.47 - 33.86 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบในการพัฒนาฟัพเพสตรีลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมันคือ ฟัพเพสตรียี่ห้อ D ซึ่งมีลักษณะดังนี้ ค่า a_w 0.866 ปริมาตรจำเพาะ 2.63 ลบ.ซม./กรัม ความชื้นร้อยละ 12.29 ไขมันร้อยละ 28.90 และโปรตีนร้อยละ 7.66 นอกจากนี้ยังมีคะแนนจากการทดสอบเชิงพรรณนาด้านความกรอบ 8.2 ความแน่นเนื้อ 3.5 กลิ่นมาการีน 1.6 ความมัน 5.5

3. จากการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของพีพเอสที และการพัฒนาสูตรพีพเอสทีลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน พบว่า สูตรพื้นฐานที่ผู้ทดสอบชอบมากที่สุด คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักแป้ง ประกอบด้วย แป้งขนมปังร้อยละ 50 แป้งเค้กร้อยละ 50 มาการีนร้อยละ 12 เกลือร้อยละ 0.60 ไข่ไก่ ร้อยละ 5 น้ำเย็นร้อยละ 50 และ เพสตรีนมาการีนร้อยละ 60 และสูตรของพีพเอสทีลดไขมันโดยใช้ สารทดแทนไขมันประกอบด้วย แป้งขนมปังร้อยละ 50 แป้งเค้กร้อยละ 50 มาการีนร้อยละ 12 เกลือ ร้อยละ 0.60 ไข่ไก่ร้อยละ 5 น้ำเย็นร้อยละ 50 และเพสตรีนมาการีนร้อยละ 18 และสารทดแทนไขมัน

4. ผลการศึกษาผลของสารทดแทนไขมันต่อคุณภาพของพีพเอสทีลดไขมัน โดยใช้ เซลลูโลสผงร้อยละ 9.60 มอลโทเดกซ์ทรินเจลร้อยละ 9.60 ซาราทริมร้อยละ 9.60 และ WPC ร้อย ละ 2.00 พบว่า พีพเอสทีลดไขมันทั้ง 4 ตัวอย่างมีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.946 - 0.070 ซึ่งสูงกว่า สูตรควบคุม แต่มีปริมาตรจำเพาะน้อยกว่าสูตรควบคุม ปริมาณพลังงานทั้งหมดของพีพเอสทีลด ไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน (318.73 - 348.80 กิโลแคลอรี/ 100 กรัม) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ พีพเอสทีสูตรควบคุม (394.68 กิโลแคลอรี/ 100 กรัม) แต่ลดลงไม่ถึงร้อยละ 25 จึงไม่สามารถอ้าง อิงเป็นผลิตภัณฑ์ลดพลังงานได้ ในขณะที่ปริมาณไขมันทั้งหมดของพีพเอสทีลดไขมันโดยใช้สาร ทดแทนไขมัน (ร้อยละ 12.99 - 15.86) ลดลงมากกว่าร้อยละ 25 เมื่อเปรียบเทียบกับพีพเอสทีสูตร ควบคุม (ร้อยละ 41.24) จึงสามารถอ้างอิงเป็นผลิตภัณฑ์ลดไขมันได้

5. เมื่อศึกษาระดับของสารทดแทนไขมันแต่ละชนิด พบว่า พีพเอสทีลดไขมัน โดยใช้ เซลลูโลสผงร้อยละ 2.40 4.80 7.20 และ 9.60 มีผลต่อคุณภาพของพีพเอสทีลดไขมัน โดยการเพิ่ม ขึ้นของระดับเซลลูโลสผง ทำให้ค่า a_w และความชื้น เพิ่มขึ้น แต่ปริมาตรของผลิตภัณฑ์ไม่มีความ แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) นอกจากนี้ปริมาณไขมันทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ ลดลงมากกว่าร้อยละ 30.14 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม แต่คะแนนความชอบที่ได้ในทุกลักษณะอยู่ในระดับ ไม่ชอบ เล็กน้อย - ปานกลาง ดังนั้นจึงไม่คัดเลือกผลิตภัณฑ์พีพเอสทีลดไขมัน โดยใช้เซลลูโลสผงเป็น ผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ในขณะที่ระดับมอลโทเดกซ์ทรินเจล ร้อยละ 2.40 4.80 7.20 และ 9.60 มีผลต่อคุณภาพ ของพีพเอสทีลดไขมัน ดังนี้ การเพิ่มขึ้นของระดับมอลโทเดกซ์ทรินเจลมีผลให้ พีพเอสทีมีค่า a_w ปริมาตรจำเพาะ และความชื้น เพิ่มขึ้น ปริมาณไขมันทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ ลดลงมากกว่าร้อยละ 51.81 เมื่อเปรียบเทียบกับพีพเอสทีสูตรควบคุม ผลการทดสอบความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ พีพเอสทีลดไขมัน โดยใช้ มอลโทเดกซ์ทรินเจลร้อยละ 2.40 4.80 7.20 และ 9.60 ไม่มีความ

แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลด้อยละ 9.60 มีคะแนนความกรอบ (7.4) และการขึ้นฟู (7.0) สูงที่สุด

ผลของ WPC ร้อยละ 0.50 1.00 1.50 และ 2.00 ต่อคุณภาพของฟัพเพสตรีลดไขมัน พบว่ามีค่า a_w อยู่ระหว่าง 0.952 - 0.961 แต่มีปริมาตรจำเพาะที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าความชื้นอยู่ระหว่าง ร้อยละ 24.65 - 30.04 และมีปริมาณไขมันลดลงมากกว่าร้อยละ 41.55 เมื่อเปรียบเทียบกับฟัพเพสตรีสูตรควบคุม โดยฟัพเพสตรีลดไขมันที่ใช้ WPC ร้อยละ 2.00 มีคะแนนความชอบในทุกลักษณะสูงที่สุด

ดังนั้นจึงคัดเลือกฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลด้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 เป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในขั้นตอนต่อไป

6. จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้ WPC ร้อยละ 2.00 หรือมอลโทเดกซ์ทรินเจลด้อยละ 9.60 พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลด้อยละ 9.60 มากกว่า WPC ร้อยละ 2.00 โดยการให้ข้อมูลเกี่ยวกับฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันทำให้การยอมรับของผู้ทดสอบสูงขึ้น

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) ของฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลด้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 ของน้ำหนักแห้ง เปรียบเทียบกับฟัพเพสตรีสูตรควบคุม พบว่า ฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 2 ชนิดมีความชื้น โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต มากกว่าฟัพเพสตรีสูตรควบคุม แต่มีปริมาณไขมัน ถั่ว และพลังงาน ทั้งหมดน้อยกว่าฟัพเพสตรีสูตรควบคุม และฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันทั้ง 2 ชนิด สามารถลดไขมัน ได้อย่างน้อยร้อยละ 57 และลดพลังงานทั้งหมด ได้อย่างน้อยร้อยละ 29 เมื่อเปรียบเทียบกับฟัพเพสตรีสูตรควบคุม ดังนั้นฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลด้อยละ 9.60 หรือ WPC ร้อยละ 2.00 ของน้ำหนักแห้ง สามารถอ้างอิงได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ลดไขมัน และพลังงาน นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมันสามารถเก็บรักษาได้ 4 วัน ภายใต้อุณหภูมิตู้เย็น (4°C) โดยไม่พบการเปลี่ยนแปลงทางจุลินทรีย์

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากในการศึกษาระดับของสารทดแทนไขมันที่เหมาะสมในการผลิตฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน มีคะแนนความชอบด้านความหวาน และความเค็มอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ - ชอบเล็กน้อย ดังนั้นจึงควรปรับปรุงสูตรของฟฟเฟสตริลดไขมันให้มีความหวาน และความเค็มเพิ่มขึ้น

2. จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านการพองตัวเป็นชั้น และความกรอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย เพราะฉะนั้นในการปรับปรุงคุณภาพควรมีการศึกษาในเรื่องระดับของเพสตริมากาρίน และระดับของสารทดแทนไขมันจากเดิมเพสตริมากาρίนร้อยละ 18 และมอลโทเดกซ์ทรินเจลดร้อยละ 9.60 ของน้ำหนักแป้ง ให้ปริมาณของเพสตริมากาρίน และปริมาณของมอลโทเดกซ์ทรินเจลดเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณของไขมันทั้งหมดต้องลดลงอย่างน้อยร้อยละ 25 เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมจึงสามารถอ้างอิงเป็นผลิตภัณฑ์ลดไขมันได้

3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในครั้งนี้ใช้สารทดแทนไขมันเพียง 4 ชนิด ดังนั้นแนวทางในการพัฒนาขั้นต่อไปควรศึกษาสารทดแทนไขมันชนิดอื่นเพิ่มขึ้น โดยการใช้สารทดแทนไขมันกลุ่มโปรตีน หรือคาร์โบไฮเดรตควรมีลักษณะเป็นเจลด จึงจะเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตริลดไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน เนื่องจากทำให้ผลิตภัณฑ์มีการขึ้นฟู และเนื้อสัมผัสที่ดี เช่น การใช้แซนแทนกัม ร่วมกับโลคัสปีนิกัม Z Trim[®] ไมโครพาทิกูเลทโปรตีน เป็นต้น หรือใช้สารทดแทนไขมันกลุ่มไขมันชนิดอื่นๆ เช่น โอเลสตรั้า และอีพีจี เป็นต้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2541. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 182) พ.ศ.2541 เรื่อง
ฉลากโภชนาการ. 20 มีนาคม 2541.

กระทรวงสาธารณสุข. 2547. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 281) พ.ศ.2547 เรื่อง
ข้อกำหนดการใช้วัตถุเจือปนอาหาร. 18 สิงหาคม 2547.

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2546. รายงานการสำรวจภาวะอาหาร และ
โภชนาการ ของประเทศไทย ครั้งที่ 5 พ.ศ. 2546. 364.

จิตนา แจ่มเมฆ. 2549. เอกสารประกอบการอบรมวิชาชีพ เบเกอรี่. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. และ อรอนงค์ นัยวิกุล. 2549. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จิริยา เดชกฤษกร. 2555. ขนมเปียะ. เพชรการเรือน, กรุงเทพฯ.

ทิพาวรรณ เฟื่องเรือง. 2533. ขนมอบ. วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร, กรุงเทพฯ.

ประภาดี ดิษยาธิคม. 2545. โรคอาหารเป็นพิษสาเหตุจากเชื้อ *Staphylococcus aureus*. ความรู้
ทั่วไปเกี่ยวกับโรคติดเชื้อและภาวะนำโรค. แหล่งที่มา:
http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_nih/a_nih_1_001c.asp?info_id=210, 10 ธันวาคม
2545.

ผาณิต รุจิรพิสิฐ. 2547. เอกสารประกอบการสอน รหัสวิชา 540662 เทคโนโลยีของผลิตภัณฑ์
ขนมอบ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
หอการค้าไทย, กรุงเทพฯ.

สมจิต สุรพัฒน์. 2549. นมและผลิตภัณฑ์, น. 264-281. ใน คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2527. จุลชีววิทยาทางอาหาร. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2524. แป้งสาลีชนิดทำขนมปัง. มอก. 374-2524.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนฟัฟเฟสตรี. มผช. 252-2547.

หัตยา กองจันทิก. 2546. ฉลากโภชนาการให้อะไรกับผู้บริโภค. ฉลากโภชนาการให้อะไรกับผู้บริโภค. แหล่งที่มา: www.fda.moph.go.th/project/foodsafety/label46.doc, 9 มีนาคม 2552.

อัจฉรา เกษสุวรรณ. 2548. เอกสารประกอบการสอน รหัสวิชา 057573 การวิจัยตลาดทางอุตสาหกรรมเกษตร. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. 2545a. วัตถุเจือปนอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ที พี เอ็น เพส, กรุงเทพฯ.

_____. 2545b. เอกสารประกอบการสอน เคมีอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, กรุงเทพฯ.

อรอนงค์ นัยวิกุล. 2538. คุณสมบัติและการเปลี่ยนแปลงของวัตถุคิบในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ และการคำนวณเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ขนมอบ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Lagrange, V. 2004. **คู่มืออ้างอิงสำหรับผลิตภัณฑ์เวย์และแล็กโทสสหรัฐ**. สภาเพื่อการส่งออกผลิตภัณฑ์นมสหรัฐ, กรุงเทพฯ.

Akoh, C.C. 1998. Fat replacers. **Institute of Food Technology**. 52 (3): 47-53.

Altschul, A.M. 1989. Low-calorie foods. **Food Technol.** 43 (4): 113-125.

American Dietetic Association. 2005. Position of the american dietetic association : Fat replacers. **J. Am Diet Assoc.** 105: 266-275.

Anonymous. 2006a. **A Natural Fat Substitute**. The New York Times. Available Source: <http://www.nytimes.com/1989/09/20/arts/1-a-natural-fat-substitute-089089.html>, September 9, 2006.

Anonymous. 2006b. **Z Trim®**. Tran Fat Free. Available Source: http://www.transfatfree.com/pages/review_ztrim.htm, August 29, 2006.

Anonymous. 2007. **Self-Made Puff Pastry**. Foodaholic Wordpress. Available Source: <http://foodaholic.wordpress.com>, September 18, 2007.

Anonymous. 2011a. **Z Trim®**. Z Trim® Multifunctional Ingredients. Available Source: <http://www.ztrim.com>, October 16, 2011.

Anonymous. 2011b. **Salatrim**. Science Toys. Available Source: <http://sci-toys.com/ingredients/salatrim.html>, September 14, 2011.

Anonymous. 2011c. **Simplex® microparticulated whey protein concentrate**. CP Kelco A Haber Company. Available Source: http://www.cpkelco.com/market_food/prod-simplese.html, October 20, 2011.

A.O.A.C. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th ed. Gaithersburg, Maryland.

Boode-Boissvain, K. and J.D.V. Houdt-Moree. 1996. **Fat-Reduced Laminated Doughs.**

U.S. Patent 5, 480, 662.

Cauvain, S. and L. Young. 2001. **Baking Problems Solved.** CRC press, Boca Raton.

Chysirichote, T., A. Utaipatanacheep and W. Varayanond. 2011. Effect of reducing fat and using fat replacers in the crust of flaky chinese pastry. **Kasetsart J.** 45: 120-127.

Crehan, C.M., E. Hughes, D.J. Troy and D.J. Buckley. 2000. Effect of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. **Meat Sci.** 55: 463-469.

Edgar181 (pseud.). 2011. **Maltodextrin.** Wikipedia. Available Source:

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Maltodextrin.png>, October 6, 2011.

Edwards, W.P. 2007. **The Science of Bakery Products.** RSC publishing, Cambridge.

Esteller, M.S., A.C. Orland de Lima and S.C. Da Silva Lannes. 2006. Color measurement in hamburger buns with fat and sugar replacers. **Food Sci. and Tech.** 39 (2): 184-187.

Food and Drug Administration. 2001. **Bacteriological Analytical Manual.**

Arlington, Virginia.

Food and Drug Administration, U.S. Department. 1996. **Food Additives Permitted for Direct Addition to Food for Human Consumption: Olestra.** Fed. Reg. 61 (20): 3118–3173.

Gallagher, E., T.R. Gormley and E.K. Arendt. 2003. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. **Journal of Food Engineering.** 56: 153-161.

Gisslen, W. and A. J. Cointreau. 2005. **Professional Baking.** Wily, New Jersey.

- Grain Processing Corporation. 2006. **Product Specification Maltrin[®] M040**. Premiumd.
Available Source: www.premiumd.com/0modified_starch.../M040.doc, August 15, 2006.
- International Fiber Croup. 2011. **Just Fiber[®]**. International Fiber Croup. Available Source:
<http://www.ifcfiber.com/products/justfiber.php>, October 15, 2011.
- Jones, S.A. 1996. Issues in fat replacement, pp. 3-26. *In* S. Roller and S. A. Jones, eds.
Handbook of Fat Replacers. CRC press, Boca Raton.
- Khan, R. 1993. **Low-Calorie Foods and Food Ingredients**. Blackie Academic &
Professional, London.
- Kings, F.R. and M.P. Minor. 1995. **Reduced Fat Roll-in Baking Compositions and
Baked Goods**. U.S. Patent 5, 395, 638.
- Labensky, S.R., E.V. Damme, P. Martel and K. Tenbergen. 2005. **On Baking A Textbook of
Baking and Pastry Fundamentals**. Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Leslie, L.A. 1999. **Evaluation of a Maltodextrin Gel as a Partial Replacement for Fat in
a High-Ratio White-Layer Cake Formulation**. M.S. Thesis, Polytechnic Institute and
State University.
- Lucca, P.A. and B.J. Tepper. 1994. Fat replacers and the functionality of fat in foods. **Trends in
Food Science and Technology**. 51: 12-19.
- Murray, J.C.F., H. Limited and Reigate. 2000. Cellulosics, pp. 219-230. *In* G.O. Phillips and
P.A. Williams, eds. **Handbook of Hydrocolloids**. CRC press, Boca Raton.
- Nussinovitch, A. 1997. **Hydrocolloid Applications**. Blackie Academic & Professional, London.

- Sabanis, D., D. Lebesi and C. Tzia. 2009. Effect of dietary fiber enrichment on selected properties of gluten-free bread. **Food Science and Technology**. 42: 1380-1389.
- Serdaroglu, M. 2006. Improving low fat meatballs characteristics by adding whey powder. **Meat Sci**. 72: 155-163.
- Singer, N.S. 1996. Microparticulated proteins as fat mimetics, pp. 175-189. *In* S. Roller and S.A. Jones, eds. **Handbook of Fat Replacers**. CRC press, Boca Raton.
- Swanson, B.G. 1996. Low-calorie fats and synthetic fat substitutes, pp. 265-274. *In* S. Roller and S.A. Jones, eds. **Handbook of Fat Replacers**. CRC press, Boca Raton.
- Swanson, R.B., J.M. Perry and L.A. Carden. 2002. Acceptability of reduced fat brownies by school aged children. **J. Am Diet Assoc**. 102: 856-859.
- The Culinary Institute of America. 2004. **Baking and Pastry: Mastering The Art and Craft**. John Wiley & Sons, INC., New Jersey.
- Thomas, W.R. 1997. Konjac gum, pp. 169-179. *In* A. Imeson, ed. **Thickening and Gelling Agents for Food**. 2nd ed. Chapman & Hall, London.
- Urlacher, B. and B. Dalbe. 1992. Xanthan gum, pp. 202-226. *In* A. Imeson, ed. **Thickening and Gelling Agents for Food**. Chapman & Hall, London.
- U.S. Dairy Export Council. 2004. **Healthy Lifestyles Recipe Planner Southeast Asian Edition**. n.p.
- Vegan Dad (pseud.). 2011. **Danish Pastry Dough**. Vegan Dad Blog Spot. Available Source: <http://vegandad.blogspot.com/2011/02/danish-pastry-dough.html>, September 2, 2011.

White, C.H. 1993. Low-fat dairy product, pp. 253-271. *In* A.M. Altschul, ed. **Low-Calorie Food Handbook**. Marcel Dekker, Inc., New York.

Wylie-Rosett, J. 2002. Fat Substitutes and Health. **Circulation**. 105: 2800-2804.





ภาคผนวก



มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน พัพเพสตรี (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2547)

1. ขอบข่าย มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุม พัพเพสตรีที่มีไส้กรอกหรือไม่มีไส้กรอก บรรจุในภาชนะบรรจุ
2. บทนิยาม พัพเพสตรี หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแป้งสาลี หรือแป้งสาลีผสมแป้งชนิดอื่น ไขมัน น้ำ และส่วนประกอบอื่นในปริมาณที่เหมาะสม เช่น เกลือ ไข่ นวดผสมให้เข้ากันจนได้ลักษณะตามต้องการ วางไขมันบนแป้ง คลึงและพับทบ นำไปขึ้นรูปแล้วอบจนสุก อาจบรรจุไส้กรอกด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น ไก่ ปลาทูน่า แฮม สับกระดูกน มะพร้าวอ่อน ข้าวโพด ธัญพืช สมุนไพร คัสตาร์ด โดยอาจตกแต่งหน้าด้วยก็ได้
3. คุณลักษณะที่ต้องการ
 - 3.1 ลักษณะทั่วไป ต้องมีรูปร่างที่ดี มองเห็นส่วนที่เป็นชั้นบาง ๆ ของแป้งได้อย่างชัดเจน หากมีไส้กรอก ไส้กรอกต้องอยู่ตัวและไม่ไหลออกมาภายนอก หากมีการตกแต่งหน้าส่วนประกอบต่างๆ ต้องกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ
 - 3.2 สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ไข่ ไข่ใหม่ก็เยี่ยม
 - 3.3 กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นๆ ที่ไม่พึงประสงค์
 - 3.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส หากมีไส้กรอก ส่วนที่เป็นแป้งด้านนอกต้องกรอบ ส่วนที่เป็นแป้งด้านในต้องนุ่ม หากไม่มีไส้กรอก แป้งต้องกรอบไม่แข็งกระด้าง
 - 3.5 สิ่งแปลกปลอม ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์
 - 3.6 วัตถุเจือปนอาหาร หากมีการใช้สีและวัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด
 - 3.7 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม *Staphylococcus aureus* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม และยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม



ภาคผนวก ข

วิธีการฝึกฝนผู้ทดสอบแบบพรรณนา (Descriptive Analysis: DA)

การฝึกฝนผู้ทดสอบแบบพรรณนา

การทดสอบแบบพรรณนา (Descriptive Analysis: DA) โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 10 - 12 คน เพื่อทำการประเมินลักษณะต่างทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรี และให้คะแนนความเข้มของลักษณะต่างๆในแบบทดสอบ ซึ่งใช้สเกลแบบเส้นตรงยาว 15 เซนติเมตร (ภาคผนวก จ)

ขั้นตอนการฝึกฝนผู้ทดสอบ และการประเมินตัวอย่าง ดังนี้

1. คัดเลือกผู้ทดสอบโดยใช้แบบสอบถาม จำนวน 50 คน และคัดเลือกผู้ทดสอบที่เคยรับประทานฟัพเพสตรีเหลือ 20 คน จากนั้นทดสอบการรับรสชาติ ความหวาน ความเค็ม และความขม โดยใช้การทดสอบ Triangle test จนได้ผู้ทดสอบที่สามารถแยกแยะความแตกต่างได้ดีจำนวน 10 - 12 คน
2. พัฒนาคำศัพท์ที่ใช้ในการทดสอบผลิตภัณฑ์ โดยให้ผู้ทดสอบอธิบายคุณลักษณะทุกๆ ด้านของผลิตภัณฑ์ที่ผู้ทดสอบพบ ให้ความหมายของคำศัพท์ จัดกลุ่มของคำศัพท์ กำหนดวิธีการที่ใช้ในการทดสอบผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นผลิตภัณฑ์อ้างอิง และความเข้มของผลิตภัณฑ์อ้างอิง
3. ฝึกฝนการใช้สเกลและผลิตภัณฑ์อ้างอิง โดยให้ผู้ทดสอบกำหนดผลิตภัณฑ์อ้างอิง ความเข้มของผลิตภัณฑ์อ้างอิง และวิธีการที่ใช้ในการทดสอบ จากนั้นให้ผู้ทดสอบประเมินผลิตภัณฑ์อ้างอิง และฟัพเพสตรีทั่วไป โดยขีดเส้นตรงลงบนสเกลที่กำหนดให้ จนกระทั่งผู้ทดสอบสามารถทดสอบผลิตภัณฑ์อ้างอิง และฟัพเพสตรีทั่วไปได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 65 (ตารางผนวกที่ ข1)
4. ประเมินผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีที่ต้องการ โดยเสิร์ฟตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง ครั้งละ 3 ตัวอย่าง พักระหว่างตัวอย่าง 15 นาที และวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ตารางผนวกที่ ข1 คำศัพท์ที่ใช้ในการทดสอบแบบพรรณนาเชิงปริมาณของผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรี

ลักษณะ	ความหมาย	ผลิตภัณฑ์อ้างอิง (ระดับคะแนน)
ลักษณะปรากฏ		
1. สีเหลืองของเปลือก (Yellow crust color)	ความเข้มของสีเหลืองบนเปลือกของผลิตภัณฑ์ (ภายใต้แสงไฟสีขาว)	ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ขนมปัง = 4 เค้กเนย = 13
2. รอยไหม้ (Degree of burning)	รอยไหม้บนเปลือกผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการอบมากเกินไป	ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ขนมปังแผ่นไม่ผ่านการอบ = 0 ขนมปังแผ่นอบ 5 นาที = 2
3. ความมันวาว (Glossiness)	ความมันของเปลือกผลิตภัณฑ์	ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ ขนมปังปอนด์ = 2 ฟัพเพสตรี = 7
4. ความสม่ำเสมอของสีเหลือง (Color uniformity)	ความสม่ำเสมอของสีเหลืองบนเปลือกของผลิตภัณฑ์	ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ แครกเกอร์ = 3 เค้กเนย = 13
5. การขึ้นฟูเป็นชั้น (Puffiness)	ความหนาของผลิตภัณฑ์	ความหนาของผลิตภัณฑ์ ขนมปังแผ่นจำนวน 2 แผ่น = 2 ขนมปังแผ่นจำนวน 3 แผ่น = 8
6. การแยกชั้น (Degree of layer)	จำนวนชั้นของผลิตภัณฑ์	จำนวนชั้นของผลิตภัณฑ์ ฟัพเพสตรียี่ห้อคาร์บินไทย = 3 ฟัพเพสตรียี่ห้อ S & P = 8
กลิ่น		
7. กลิ่นมาการีน (Margarine aroma)	กลิ่นของมาการีนในผลิตภัณฑ์	ผลิตภัณฑ์ คุกกี้เนย = 1 ครัวซองต์เนยสด = 6
8. กลิ่นของแป้งสาลี (Wheat aroma)	กลิ่นของแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์	สารละลายแป้งสาลี ความเข้มข้นร้อยละ 5 = 3 ความเข้มข้นร้อยละ 10 = 7
9. กลิ่นยาง (Rubber aroma)	กลิ่นของยางในผลิตภัณฑ์	ผลิตภัณฑ์ยาง = 7

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ลักษณะ	ความหมาย	ผลิตภัณฑ์อ้างอิง (ระดับคะแนน)
เนื้อสัมผัส		
10. ความกรอบ (Crispy)	แรงที่ใช้ในการกัด ผลิตภัณฑ์ครั้งแรกโดยใช้ ฟันหน้า	ผลิตภัณฑ์ ครัวซองต์เนยสด = 0.50 พายกรอบ = 12
11. ความเป็นแผ่น (Flakiness)	จำนวนเศษเล็กๆของ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการ กัดครั้งแรกโดยใช้ฟัน หน้า	ผลิตภัณฑ์ ครัวซองต์เนยสด = 0.50 พายกรอบ = 10
12. ความแน่นเนื้อ (Firm)	แรงที่ใช้ในการเคี้ยว ผลิตภัณฑ์จำนวน 3 ครั้ง โดยใช้ฟันกราม	ผลิตภัณฑ์ พายกรอบ = 1 ขนมปังปอนด์ = 5
กลิ่นรส		
13. กลิ่นรสมาการีน (Margarine flavor)	ความเข้มข้นของกลิ่นรส มาการีนที่เกิดขึ้นภายใน ปาก	ผลิตภัณฑ์ คุกกี้เนย = 1 ครัวซองต์เนยสด = 8
14. ความมัน (Oil)	ความเข้มข้นของความมัน ที่เกิดขึ้นภายในปาก	ผลิตภัณฑ์ แครกเกอร์ = 4.50 ครัวซองต์เนยสด = 10
รสชาติ		
15. ความหวาน (Sweet)	รสชาติความหวานที่รับรู้ ได้บนลิ้น	ผลิตภัณฑ์ ข้าวเจ้า = 2 ขนมปังแผ่น = 7
16. ความเค็ม (Salty)	รสชาติความเค็มที่รับรู้ได้ บนลิ้น	สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.20 = 1 ความเข้มข้นร้อยละ 0.50 = 10

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

ลักษณะ	ความหมย	ผลิตภัณฑ์อ้างอิง (ระดับคะแนน)
ความรู้สึกรู้น้ำมันในปาก		
17. ความมัน (Oil resident)	ความเข้มข้นของความ มันที่เกิดขึ้นภายในปาก หลังจากกลืนผลิตภัณฑ์	ผลิตภัณฑ์ ครีวซองค์ = 7 แลกรเกอร์ = 10
18. ความเค็ม (Salty)	ความเข้มข้นของความ เค็มที่เกิดขึ้นภายในปาก	สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.20 = 0 ความเข้มข้นร้อยละ 0.50 = 0.50
19. ความเหนียวติดฟัน (Tooth pack)	หลังจากกลืนผลิตภัณฑ์ ชิ้นส่วนเล็กๆ ที่ติดอยู่บน ฟันหลังจากเคี้ยวผลิตภัณฑ์	ผลิตภัณฑ์ เค้กเนย = 2 มันฝรั่งทอด = 8
20. การดูดซับน้ำลาย (Mouth dryness)	ความรู้สึกรู้น้ำมันที่ บนเพดานปาก	ผลิตภัณฑ์ เค้กเนย = 3 แลกรเกอร์ = 10



ภาคผนวก ค

แบบสอบถามสำหรับ การสำรวจความคิดเห็น พฤติกรรมการซื้อ
และการบริโภคผลิตภัณฑ์pestรี (ครัวซองต์ และฟัฟเฟสตรี)

แบบสอบถาม

เรียน ท่านผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การสำรวจความคิดเห็น พฤติกรรมการซื้อ และการบริโภคผลิตภัณฑ์เพสตรี

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้เป็นการวิจัยเพื่อประกอบวิทยานิพนธ์ของ นางสาวกมลฉัตร พิมพ์ดิษฐ์ นิสิตปริญญาโท สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ทำการวิจัยในหัวข้อ “การพัฒนาฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน” จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน กรุณาตอบแบบสอบถามให้ครบถ้วน ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีมา ณ โอกาสนี้

คำอธิบาย ผลิตภัณฑ์เพสตรี เป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยแป้งสาลี ไขมัน และน้ำเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น ครั้วของค์ ฟัพเพสตรี (พายชั้น) เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน เป็นผลิตภัณฑ์ที่จะทำการพัฒนาขึ้นโดยลดปริมาณไขมันทั้งหมดลง อย่างน้อยร้อยละ 25

ครั้วของค์



เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อนุ่มคล้ายขนมปัง มีการรีด - พับเป็นชั้นๆ ระหว่างชั้นของโดและไขมัน ปริมาณไขมันที่ใช้รีดพับโดอยู่ระหว่างร้อยละ 50 - 100 ของน้ำหนักแป้ง มีการขึ้นฟูเป็นชั้นๆ จากยีสต์ร่วมกับไอน้ำ

ฟัพเพสตรี (พายชั้น)



เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นเกร็ดบาง กรอบ มีการรีด - พับเป็นชั้นๆ ระหว่างชั้นของโดและไขมัน ปริมาณไขมันที่ใช้รีดพับโดอยู่ระหว่างร้อยละ 50 - 100 ของน้ำหนักแป้งมีการขึ้นฟูเป็นชั้นๆ จากไอน้ำเพียงอย่างเดียว

คำแนะนำ กรุณาใส่ ✓ ลงในวงเล็บ () หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม และตรงกับความ
 คิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้บริโภค

เฉพาะเจ้าหน้าที่

1. เพศ A
- () ชาย () หญิง
2. อายุ B
- () น้อยกว่า 21 ปี () 21 - 30 ปี
- () 31 - 40 ปี () 41 - 50 ปี
- () 50 ปี ขึ้นไป
3. ระดับการศึกษาสูงสุดที่ได้รับ หรือกำลังศึกษาอยู่ C
- () ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย
- () มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.
- () อนุปริญญา (ปวส)
- () ปริญญาตรี
- () สูงกว่าปริญญาตรี
4. อาชีพ D
- () นักเรียน / นิสิต / นักศึกษา
- () ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ
- () แม่บ้าน
- () ธุรกิจส่วนตัว
- () พนักงานบริษัทเอกชน
- () รับจ้างทั่วไป
- () อื่น ๆ (โปรดระบุ).....
5. รายได้ต่อเดือน E
- () น้อยกว่า 5,000 บาท () 5,001 - 10,000 บาท
- () 10,001 - 15,000 บาท () 15,001 - 20,000 บาท
- () 20,001 - 25,000 บาท () มากกว่า 25,000 บาท

ส่วนที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เพสตรี

6. ท่านเคยรับประทานผลิตภัณฑ์เพสตรีชนิดใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) F
- () ครั้วชองค์เนยสด
- () ครั้วชองค์มาการีน
- () พัพเพสตรี
7. ท่านมักจะซื้อผลิตภัณฑ์เพสตรี (ครั้วชองค์ / พัพเพสตรี) จากสถานที่ใดบ่อยที่สุด G
(กรุณาเรียงลำดับ 1 - 3 โดย 1 = ซื้อบ่อยมากที่สุด 3 = ซื้อน้อยที่สุด)
- () S & P () In & Out
- () au bon pain () bonjour
- () กาโตว์เฮ้าส์ () ยามาซากิ
- () พาทีโอ () เดลิฟรอนด์
- () พัพ แอนด์ พาย () วิคตอรี
- () ลิตเติลโฮม เบเกอร์รี่ () วิลเลจ เบค แอนด์ เค้ก
- () ร้านเบเกอร์รี่ทั่วไป () ซุปเปอร์มาเก็ต เช่น ท็อปส์
- () ไฮเปอร์มาเก็ต เช่น เทสโก้โลตัส, บิ๊กซี
- () อื่นๆ (โปรดระบุ).....
8. ท่านซื้อผลิตภัณฑ์เพสตรี (ครั้วชองค์ / พัพเพสตรี) ครั้งละกี่ชิ้น H
(ขนาดปกติ 40 - 50 กรัม / ชิ้น)
- () 1 - 2 ชิ้น () 3 - 4 ชิ้น
- () 5 - 6 ชิ้น () มากกว่า 6 ชิ้น
9. ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เพสตรี (ครั้วชองค์ / พัพเพสตรี) I
(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
- () ความสดใหม่ () รสชาติ
- () ราคา () ตรายี่ห้อ
- () คุณค่าทางโภชนาการ () ลักษณะปรากฏ
- () ความสะดวกในการซื้อ () บรรจุภัณฑ์
- () การโฆษณา () อื่นๆ (โปรดระบุ).....
10. ท่านรับประทาน ผลิตภัณฑ์เพสตรี (ครั้วชองค์ / พัพเพสตรี) ครั้งละกี่ชิ้น J
- () 1 - 2 ชิ้น () 3 - 4 ชิ้น
- () 5 - 6 ชิ้น () มากกว่า 6 ชิ้น

11. ท่านรับประทานผลิตภัณฑ์เพสตรี้ (ครัวซองค์ / พัพเพสตรี้) บ่อยเพียงใด K
- () น้อยกว่า 1 ครั้ง / สัปดาห์ () 1 - 2 ครั้ง / สัปดาห์
- () 3 - 4 ครั้ง / สัปดาห์ () มากกว่า 4 ครั้ง / สัปดาห์
12. ท่านเคยรับประทานครัวซองค์ไส้ใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) L
- () ไม่เคยรับประทานครัวซองค์ () ไม่มีไส้
- () ทูน่า () ปูอัด
- () เบคอน () ไส้กรอก
- () แฮม () อื่นๆ (โปรดระบุ).....
13. ท่านเคยรับประทานพัพเพสตรี้ไส้ใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) M
- () ไม่เคยรับประทานพัพเพสตรี้ () ไข่
- () ไส้กรอก () หมูแดง
- () ทูน่า () เบคอน
- () ช็อกโกแลต () สับปะรด
- () ข้าวโพด () ถั่วแดง
- () ผีอก () ชาเขียว
- () ไม่มีไส้โรยหน้าด้วยน้ำตาล () อื่นๆ (โปรดระบุ).....

ส่วนที่ 3 แนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

14. ถ้ามีผลิตภัณฑ์เพสตรี้ลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน N
ท่านจะสนใจเลือกซื้อหรือไม่
- () สนใจ ทำต่อข้อ 15 - 16
- () ไม่สนใจ เพราะ..... ไม่ต้องทำต่อข้อ 15 - 16
15. ท่านสนใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เพสตรี้ลดไขมันชนิดใดมากที่สุด O
(เลือกตอบเพียง 1 ข้อ)
- () ครัวซองค์เนยสดลดไขมัน
- () ครัวซองค์มาการีนลดไขมัน
- () พัพเพสตรี้ลดไขมัน

16. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์pesticideไขมันโดยใช้สารทดแทนไขมัน 1 ชั้น

P

ขนาด 40 - 50 กรัม ควรมีราคาเท่าใด (ไม่รวมไส้กรอก)

() น้อยกว่า 10 บาท / ชิ้น

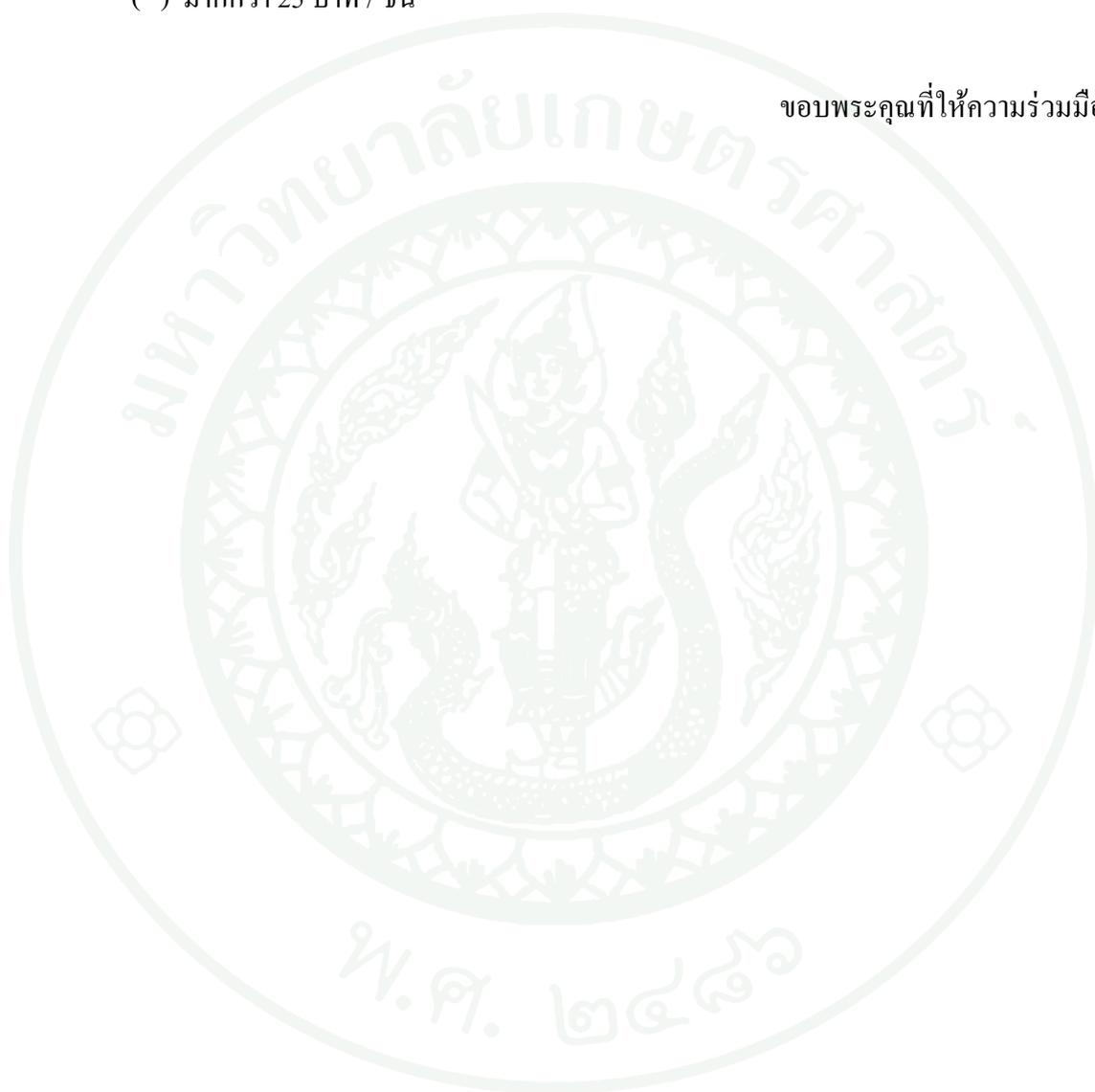
() 10 - 15 บาท / ชิ้น

() 16 - 20 บาท / ชิ้น

() 21 - 25 บาท / ชิ้น

() มากกว่า 25 บาท / ชิ้น

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ





แบบสอบถาม

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ฟฟเพสตร์

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้เป็นการทดสอบความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ฟฟเพสตร์ เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ ระดับปริญญาโท สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร โดย นางสาว กมลฉัตร พิมพ์ศิษฐ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านกรุณาตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบมาจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยนี้ และไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อท่านทั้งสิ้น

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือ

นางสาว กมลฉัตร พิมพ์ศิษฐ์
ผู้ทำการวิจัย

รหัสตัวอย่าง.....

ลักษณะ	ชอบมากที่สุด	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	ไม่ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
การป้องกันเป็นชั้น									
กลิ่น									
ความกรอบ									
ความชอบโดยรวม									

2. ท่านรู้สึกอย่างไรต่อ “ฟัพเพสตรี” ที่พัฒนาขึ้นมา

() ยอมรับ เพราะ.....

() ไม่ยอมรับ เพราะ.....

โปรดให้ข้อเสนอแนะ.....

ข้อมูลเกี่ยวกับฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน

ฟฟเฟสตรี เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นเกร็ดบาง กรอบ มีการรีด - พับเป็นชั้นๆ ระหว่างชั้นของโดและไขมัน มีการขึ้นฟูเป็นชั้นๆ จากไอน้ำเพียงอย่างเดียว

ผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตรี เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ใช้ไขมันในปริมาณสูงกว่าผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ชนิดอื่นๆ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ฟฟเฟสตรีมีการใช้ไขมันในการรีด - พับโด เพื่อให้ขึ้นฟูเป็นชั้นๆ ซึ่งไขมันที่ใช้ในสูตรปกติ คือร้อยละ 60 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด แต่ผลิตภัณฑ์ ฟฟเฟสตริลดไขมันที่พัฒนาขึ้น โดยใช้สารทดแทนไขมันกลุ่ม โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต นี้ สามารถลดไขมันลงร้อยละ 42 จากสูตรปกติ

รหัสตัวอย่าง.....

ลักษณะ	ชอบมากที่สุด	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	ไม่ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
การพองตัวเป็นชั้น									
กลิ่น									
ความกรอบ									
ความชอบโดยรวม									

3. เมื่อท่านได้ทราบข้อมูลข้างต้นแล้ว ท่านรู้สึกอย่างไรต่อผลิตภัณฑ์ “ฟฟเฟสตริลดไขมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน”

() ยอมรับ เพราะ.....

() ไม่ยอมรับ เพราะ.....

โปรดให้ข้อเสนอแนะ.....

รหัสตัวอย่าง.....

ลักษณะ	ชอบมากที่สุด	ชอบมาก	ชอบปานกลาง	ชอบเล็กน้อย	บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ	ไม่ชอบเล็กน้อย	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
การพองตัวเป็นชั้น									
กลิ่น									
ความกรอบ									
ความชอบโดยรวม									

4. เมื่อท่านได้ทราบข้อมูลข้างต้นแล้ว ท่านรู้สึกอย่างไรต่อผลิตภัณฑ์ “พีพีเอสทีรีลด์ ไบมัน โดยใช้สารทดแทนไขมัน”

() ยอมรับ เพราะ.....

() ไม่ยอมรับ เพราะ.....

โปรดให้ข้อเสนอแนะ.....

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

5. เพศ

- () ชาย () หญิง

6. อายุ

- () 21 - 30 ปี () 31 - 40 ปี
() 41 - 50 ปี () 50 ปี ขึ้นไป

7. ระดับการศึกษาสูงสุดที่ได้รับ

- () ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย () มัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช.
() อนุปริญญา (ปวส) () ปริญญาตรี
() สูงกว่าปริญญาตรี

8. อาชีพ

- () นักเรียน / นิสิต / นักศึกษา () ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ
() แม่บ้าน () ธุรกิจส่วนตัว
() พนักงานบริษัทเอกชน () รับจ้างทั่วไป
() อื่น ๆ (โปรดระบุ).....

9. รายได้ต่อเดือน

- () น้อยกว่า 5,000 บาท () 5,001 - 10,000 บาท
() 10,001 - 15,000 บาท () 15,001 - 20,000 บาท
() 20,001 - 25,000 บาท () มากกว่า 25,000 บาท

ขอบพระคุณค่ะ

ผู้วิจัย



ภาคผนวก จ
แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ใบรายงานผลการทดสอบความชอบผลิตภัณฑ์ฟัพเพสตรีที่จำหน่ายในท้องตลาด

วันที่.....

ตัวอย่าง ฟัพเพสตรี

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างตามลำดับการนำเสนอ และให้คะแนนความชอบของแต่ละลักษณะตามที่กำหนดให้ ดังนี้

คะแนนความชอบ :

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

ลักษณะ	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะปรากฏ				
สีของเปลือก				
การขึ้นฟูเป็นชั้น				
ความกรอบ				
ความหวาน				
ความเค็ม				
ความชอบโดยรวม				

ขอบคุณค่ะ

ใบรายงานผลการทดสอบความชอบการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของพีฟเฟสตรี

วันที่.....

ตัวอย่าง พีฟเฟสตรี

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างตามลำดับการนำเสนอ และให้คะแนนความชอบของแต่ละลักษณะตามที่กำหนดให้ ดังนี้

คะแนนความชอบ :

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

ลักษณะ	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะปรากฏ		
สีของเปลือก		
การขึ้นฟูเป็นชั้น		
ความกรอบ		
ความหวาน		
ความเค็ม		
ความชอบโดยรวม		

ขอบคุณค่ะ

**ใบรายงานผลการทดสอบความชอบการศึกษาผลของชนิดของ
สารทดแทนไขมันต่อคุณภาพของฟัพเพสตรีลดไขมัน**

วันที่.....

ตัวอย่าง ฟัพเพสตรี

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างตามลำดับการนำเสนอ และให้คะแนนความชอบของแต่ละลักษณะตามที่กำหนดให้ ดังนี้

คะแนนความชอบ :

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

ลักษณะ	รहित.....	รहित.....	รहित.....	รहित.....	รहित.....
ลักษณะปรากฏ					
สีของเปลือก					
การขึ้นฟูเป็นชั้น					
ความกรอบ					
ความหวาน					
ความเค็ม					
ความชอบโดยรวม					

ขอบคุณค่ะ

**ใบรายงานผลการทดสอบความชอบการศึกษาระดับของเพศตรีมากรีน
ที่เหมาะสมในการผลิตฟฟเพสตรีลดไขมัน**

วันที่.....

ตัวอย่าง ฟฟเพสตรี

คำแนะนำ กรุณาชิมตัวอย่างตามลำดับการนำเสนอ และให้คะแนนความชอบของแต่ละลักษณะตามที่กำหนดให้ ดังนี้

คะแนนความชอบ :

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

ลักษณะ	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ลักษณะปรากฏ			
สีของเปลือก			
การขึ้นฟูเป็นชั้น			
ความกรอบ			
ความหวาน			
ความเค็ม			
ความชอบโดยรวม			

ขอบคุณค่ะ

ใบรายงานผลการทดสอบแบบพรรณนา

ตัวอย่าง พฟเพสตรี

ชื่อผู้ทดสอบ.....

วันที่.....

คำแนะนำ : ทดสอบตัวอย่างจากซ้ายไปขวา ให้คะแนนความเข้มของลักษณะที่กำหนดโดยทำ
เครื่องหมาย “ | ” บนสเกลคะแนนต่อไปนี้ กรุณาบ้วนปากก่อนทดสอบตัวอย่าง

ลักษณะปรากฏ

สีเหลืองเปลือก

น้อยที่สุด

มากที่สุด

รอยไหม้

น้อยที่สุด

มากที่สุด

ความมันวาว

น้อยที่สุด

มากที่สุด

ความสม่ำเสมอของสีเหลือง

น้อยที่สุด

มากที่สุด

การขึ้นฟู

น้อยที่สุด

มากที่สุด

จำนวนชั้นที่ขึ้นฟู

น้อยที่สุด

มากที่สุด

กลิ่น

กลิ่นมาการีน

น้อยที่สุด

มากที่สุด

กลิ่นแป้งสาลี

น้อยที่สุด

มากที่สุด

เนื้อสัมผัส

ความเป็นแผ่น

น้อยที่สุด

มากที่สุด

ความกรอบ

น้อยที่สุด

มากที่สุด

ความแน่นเนื้อ

น้อยที่สุด

มากที่สุด

กลิ่นรส

กลิ่นรสมาการีน

น้อยที่สุด

มากที่สุด

ความมัน

น้อยที่สุด

มากที่สุด

รสชาติ

ความหวาน

น้อยที่สุด

มากที่สุด

ความเค็ม

น้อยที่สุด

มากที่สุด

ความรู้สึกตักในปาก

ความมัน

น้อยที่สุด

มากที่สุด

ความเค็ม

น้อยที่สุด

มากที่สุด

เหนียวติดฟัน

น้อยที่สุด

มากที่สุด

การดูดซึมน้ำลาย

น้อยที่สุด

มากที่สุด



การวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด (Food and Drug Administration, 2001)

การวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องทำด้วย วิธี Aseptic technique ทุกขั้นตอน ดังนั้นอาหารเลี้ยงเชื้อ สารละลาย Phosphate Buffer เครื่องแก้วและเครื่องใช้ทุกชนิดที่สัมผัสกับตัวอย่าง ต้องผ่านการฆ่าเชื้อก่อน

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในถุงสำหรับเครื่องตีปั่น จากนั้นเติมสารละลาย Phosphate Buffer ปริมาตร 90 มิลลิลิตร และนำไปตีปั่น โดยใช้เครื่องตีปั่นเป็นเวลา 60 วินาที
2. ปิเปิดตัวอย่างจากข้อ 1 ปริมาตร 1 มิลลิกรัม ใส่ในหลอดที่มีสารละลาย Phosphate Buffer ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ดังนั้นความเข้มข้นของตัวอย่างจะเป็นอัตราส่วน 1 ต่อ 100
3. เจือจางตัวอย่างครั้งละ 10 เท่าในลักษณะเดียวกับข้อ 2 จนมีความเจือจางที่เหมาะสม
4. ปิเปิดตัวอย่างที่ความเจือจางต่างกัน ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ โดยทำ ความเจือจางละ 2 ซ้ำ
5. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ 121 °C เวลา 15 นาที และทำให้ เย็นจนมีอุณหภูมิ 45 - 50 °C เทลงในจานเพาะเชื้อจานละ 15 - 20 มิลลิลิตร ผสมตัวอย่างให้เข้ากับอาหารเลี้ยงเชื้อ ตั้งทิ้งไว้ให้อาหารแข็ง
6. คั่วจานเพาะเชื้อแล้วนำเข้าตู้บ่มอุณหภูมิ 35 - 37 °C เป็นเวลา 48±3 ชั่วโมง
7. นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อ โดยเลือกความเจือจางที่มีจำนวนโคโลนีระหว่าง 25 - 250 โคโลนี นำจำนวนโคโลนีที่นับได้คูณด้วย dilution factor รายงานผลเป็น CFU/g

การวิเคราะห์ยีสต์และเชื้อรา (Food and Drug Administration, 2001)

การวิเคราะห์ยีสต์และเชื้อราต้องทำด้วย วิธี Aseptic technique ทุกขั้นตอน ดังนั้นอาหารเลี้ยงเชื้อ สารละลาย Phosphate Buffer เครื่องแก้วและเครื่องมือที่ใช้ทุกชนิดที่สัมผัสกับตัวอย่าง ต้องผ่านการฆ่าเชื้อก่อน

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในถุงสำหรับเครื่องตีปั่น จากนั้นเติมสารละลาย Phosphate Buffer ปริมาตร 90 มิลลิลิตร และนำไปตีปั่น โดยใช้เครื่องตีปั่นเป็นเวลา 60 วินาที
2. ปิเปิดตัวอย่างจากข้อ 1 ปริมาตร 1 มิลลิกรัม ใส่ในหลอดที่มีสารละลาย Phosphate Buffer ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ดังนั้นความเข้มข้นของตัวอย่างจะเป็นอัตราส่วน 1 ต่อ 100
3. เจือจางตัวอย่างครั้งละ 10 เท่าในลักษณะเดียวกับข้อ 2 จนมีความเจือจางที่เหมาะสม
4. ปิเปิดตัวอย่างที่ความเจือจางต่างกัน ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ โดยทำ ความเจือจางละ 2 ซ้ำ
5. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ 121 °C เวลา 15 นาที ทำให้เย็นจนมีอุณหภูมิ 45 - 50 °C และปรับ pH ของอาหารเลี้ยงเชื้อเป็น 3.50 - 4.00 เทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในจานเพาะเชื้อจานละ 15 - 20 มิลลิลิตร ผสมตัวอย่างให้เข้ากับอาหารเลี้ยงเชื้อ ตั้งทิ้งไว้ให้อาหาร แข็ง
6. หงายจานเพาะเชื้อแล้วนำเข้าตูบ่มอุณหภูมิ 20 - 25 °C เป็นเวลา 120 ชั่วโมง
7. นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อ โดยเลือกความเจือจางที่มีจำนวนโคโลนีระหว่าง 10 - 200 โคโลนี คำนวณโคโลนีโดยหาค่าเฉลี่ย รายงานผลเป็น CFU/g

การวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus* (Food and Drug Administration, 2001)

การวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus* ต้องทำด้วย วิธี Aseptic technique ทุกขั้นตอน ดังนั้น อาหารเลี้ยงเชื้อ สารละลาย Phosphate Buffer เครื่องแก้วและเครื่องใช้ทุกชนิดที่สัมผัสกับตัวอย่าง ต้องผ่านการฆ่าเชื้อก่อน

1. เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Mannitol Salt Agar ซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อที่ 121 °C เวลา 15 นาที ทำให้เย็นจนมีอุณหภูมิ 45-50 °C เติมไข่แดงร้อยละ 3 และเทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในจานเพาะเชื้อ จานละ 15-20 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้จนอาหารแข็งตัว
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 10 กรัม ใส่ในถุงสำหรับเครื่องตีปั่น จากนั้นเติมสารละลาย Phosphate Buffer ปริมาตร 90 มิลลิลิตร และนำไปตีปั่นโดยใช้เครื่องตีปั่นเป็นเวลา 60 วินาที
3. ปิเปิดตัวอย่างจากข้อ 1 ปริมาตร 1 มิลลิกรัม ใส่ในหลอดที่มีสารละลาย Phosphate Buffer ปริมาตร 9 มิลลิลิตร ดังนั้นความเข้มข้นของตัวอย่างจะเป็นอัตราส่วน 1 ต่อ 100
4. เจือจางตัวอย่างครั้งละ 10 เท่าในลักษณะเดียวกับข้อ 2 จนมีความเจือจางที่เหมาะสม
5. ปิเปิดตัวอย่างที่ความเจือจางต่างกัน ปริมาตร 0.10 มิลลิลิตร ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมได้จากข้อ 1 โดยทำความเจือจางละ 2 ซ้ำ
6. คั่วจานเพาะเชื้อแล้วนำเข้าตูบ่มอุณหภูมิ 35 - 37 °C เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง
7. สังเกตลักษณะ โคลโลนิของ *Staphylococcus aureus* ที่มีสีเหลืองล้อมรอบด้วยโซนสีขาว ชุ่ม หากมีโคลโลนีต้องส่งสัยนำไปทดสอบ Congulase
8. การทดสอบ Congulase test โดยนำโคลโลนีต้องสงสัยอย่างน้อย 1 โคลโลนี ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Brain Heart Infusion ปริมาตร 0.30 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 - 37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นเติม Coagulase plasma 0.50 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่ 35 - 37 °C ใน water bath ตรวจสอบการจับตัวทุกๆ 2 ชั่วโมง สังเกตและบันทึกผลภายใน 6 ชั่วโมง
9. นับจำนวน โคลโลนีในจานเพาะเชื้อ โดยเลือกความเจือจางที่มีจำนวน โคลโลนีระหว่าง 25 - 250 โคลโลนี นำจำนวน โคลโลนีที่นับได้คูณด้วย dilution factor รายงานผลโดยการคำนวณจากจำนวน โคลโลนีที่ให้ผลเป็นบวกในการทดสอบ Congulase test ในหน่วย CFU/g

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ	นางสาวกมลฉัตร พิมพ์ดิษฐ์
เกิดวันที่	16 พฤษภาคม 2526
สถานที่เกิด	เขตพญาไท จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์การอาหาร) มหาวิทยาลัย หอการค้าไทย
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานตีพิมพ์และ/หรือรางวัลทางวิชาการ	Pimdit, K., N. Therdthai and K. Jangchud. 2008. Effects of fat replacer on physical, chemical and sensory characteristics of puff pastry. Kasetsart Journal . 42 (4): 739-746.
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ บางเขน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ