20 ก.ค. 2544

การศึกษาการใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวฟ่าง เพื่อทดแทนแป้งสาลี ในการทำผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมบางชนิด เพื่อการอุตสาหกรรมครัวเรือน

มัลลิกา อาจแย้มสรวล

อภินันทนาการ
จาก
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2544

ISBN 974 - 665 - 806 - 9

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

วพ
ม 3747ก
2544
ฉ.2

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาการใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวฟ่าง เพื่อทดแทนแป้งสาลีในการทำผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมบางชนิด เพื่อการอุตสาหกรรมครัวเรือน

.....

นางสาวมัลลิกา อาจแย้มสรวล

ผู้วิจัย

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชาติ นวกวงษ์ วท.ม.

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

อาจารย์ชาลี นาวานุเคราะห์ Ph.D.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

รองศาสตราจารย์แก้ว กังสดาลอำไพ Ph.D.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

.....

รองศาสตราจารย์รุ่งจรัส หุตะเจริญ วท.ม.

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสม

เพื่อการพัฒนาทรัพยากร

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาการใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวฟ่าง เพื่อทดแทนแป้งสาลีในการทำผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมบางชนิด เพื่อการอุตสาหกรรมครัวเรือน

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

วันที่ 20 เมษายน 2544

.....

นางสาวมัลลิกา อาจแย้มสรวล

ผู้วิจัย

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชาติ นวกวงษ์ วท.ม.

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

อาจารย์ดิเรกฤทธิ์ บัวเวช วท.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

อาจารย์ชาลี นาวานุเคราะห์ Ph.D.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

รองศาสตราจารย์ (พิเศษ) พงศ์พิศน์ ปิยะพงศ์ วทม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

รองศาสตราจารย์แก้ว กังสดาลอำไพ Ph.D.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

.....

รองศาสตราจารย์อนุชาติ พวงสำลี Ph.D.

คณบดี

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งจาก ผศ. สุชาติ นวกวงษ์ ที่ให้ทั้งคำแนะนำ ข้อคิดเห็น กำลังใจ ตลอดจนไมตรีจิตที่งดงาม ที่ทำให้ผู้วิจัยตระหนักถึงความเป็น "ผู้ให้" ซึ่งถือเป็นความโชคดีที่ผู้วิจัยได้รับ รวมถึงความกรุณาที่ผู้วิจัยได้รับจาก ดร.ชาลี นาวานุเคราะห์ และ รศ.ดร. แก้ว กังสดาลอำไพ ผู้เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ กระทั่งงานวิจัยครั้งนี้เสร็จสิ้น

ขอขอบพระคุณรศ.(พิเศษ) พงศ์พิศน์ ปิยะพงศ์ และ อ.ดิเรกฤทธิ์ บัวเวช ที่ได้ให้ความกรุณาเสนอแนะในสิ่งอันเป็นประโยชน์ และได้เพิ่มเติมในส่วนที่ทำให้งานวิจัยครั้งนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณคุณวัลลิภา สุชาโต จากศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในรายละเอียดเรื่องข้าวฟ่าง และตัวอย่างข้าวฟ่าง ที่ใช้ในการทดลอง ขอขอบคุณ อ.รัตติยา คำชาวงษ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในด้านการประเมินผลทางการทดสอบชิม และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ชาว AT 11 ภาคพิเศษทุกคนที่เป็นกำลังใจให้แก่กัน ช่วยเหลือเกื้อกูลกัน ตั้งแต่เริ่มต้น กระทั่งวาระสำคัญในการทำวิทยานิพนธ์ได้ลุล่วง

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ และรำลึกถึงพระคุณ ครู – อาจารย์ ที่เป็นผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชา ตลอดจนบุคคลในครอบครัว กับสภาพแวดล้อมที่ขัดเกลาให้ผู้วิจัย มีความมานะมุ่งมั่น อดทนและมีกำลังใจที่จะฟันฝ่าอุปสรรคทั้งปวง อันเป็นผลทำให้งานวิจัยครั้งนี้ลุล่วง

มัลลิกา อาจแย้มสรวล

Copyright by Mahidol University

3937698 : ENAT/M : สาขาวิชา : เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร ;
วท.ม. (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)
คำสำคัญ : การใช้ประโยชน์ / แป้งข้าวฟ่าง / ทดแทน / แป้งสาลี / การอุตสาหกรรมครัวเรือน

มัลลิกา อาจแย้มสรวล : การศึกษาการใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวฟ่าง เพื่อทดแทนแป้งสาลีในการทำผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมบางชนิด เพื่อการอุตสาหกรรมครัวเรือน (SUBSTITUTION OF SORGHUM FLOUR FOR WHEAT FLOUR IN SOME HOMEMADE BAKERY PRODUCTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : สุชาติ นวกวงษ์, วท.ม. ชาลี นาวานุเคราะห์, Ph.D. แก้ว กังสดาลอำไพ, Ph.D. 218 หน้า ISBN 974 –665-806-9

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาทดลองการนำแป้งข้าวฟ่างมาทดแทนแป้งสาลีในการทำผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนม 4 ชนิด ได้แก่ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) โดนัท ครองแครงกรอบ และกลีบลำดวน เพื่อการอุตสาหกรรมครัวเรือน ผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด ดังกล่าวผลิตโดยใช้แป้งสาลีเป็นวัตถุดิบหลัก ซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ในขณะที่แป้งข้าวฟ่างเตรียมได้โดยใช้ข้าวฟ่างพันธุ์อู่ทอง 1 ที่สามารถปลูกได้ดีในประเทศไทย หากนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนม เชื่อว่าจะทำให้ลดต้นทุนการผลิต เพราะแป้งข้าวฟ่างมีราคาถูกกว่าแป้งสาลี และยังเป็นการนำเอาทรัพยากรข้าวฟ่างที่มีอยู่มากในประเทศนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

จากการวิจัยโดยการใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีตามลำดับ ทดแทน คือ ร้อยละ 25 ต่อ 75, 50 ต่อ 50 , 75 ต่อ 25 และ 100 ต่อ 0 พบว่าผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับมากที่สุด จากผู้บริโภคโดยการทดสอบชิม ส่วนผลิตภัณฑ์ โดนัท ครองแครงกรอบ และกลีบลำดวน ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 25 จะได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด และจากการจัดลำดับการยอมรับผลิตภัณฑ์ โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากการยอมรับของผู้บริโภคด้วยการทดสอบชิม 3 ซ้ำ พบว่า ผลิตภัณฑ์โดนัทได้รับคะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ 117.33 คะแนน ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ มีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ 113.00 คะแนน ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนมีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ 111.33 คะแนน และผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) มีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ 94.66 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 140 คะแนน สำหรับความเหมาะสมในการผลิตเพื่อลดต้นทุนการผลิตในแต่ละผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด พบว่าผลิตภัณฑ์โดนัท มีต้นทุนการผลิต 10.13 บาท/100 กรัม ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนมีต้นทุนการผลิต 10.45 บาท/100 กรัม ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) มีต้นทุนการผลิต 11.66 บาท/100 กรัม และผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ มีต้นทุนการผลิต 13.48 บาท / 100 กรัม ตามลำดับ ซึ่งเป็นราคาต้นทุนที่ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งสาลีล้วน

จากผลของการวิจัยสามารถนำไปเป็นแนวทางเพื่อการผลิตเป็นอุตสาหกรรมครัวเรือนเพื่อลดต้นทุนการผลิต หรือสามารถนำไปผลิตเพื่อบริโภคภายในครอบครัว

Copyright by Mahidol University

3937698 ENAT/M : MAJOR : APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELOPMENT; M.Sc. (APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELOPMENT)
KEY WORD : UTILIZATION / SORGHUM FLOUR / SUBSTITUTION/ WHEAT FLOUR / HOUSEHOLD INDUSTRY

MULLIKA ARDYAMSUAL : SUBSTITUTION OF SORGHUM FLOUR FOR WHEAT FLOUR IN SOME HOMEMADE BAKERY PRODUCTS.
THESIS ADVISOR : SUCHART NAWAGAWONG, M.Sc., KAEW KANGSADALAMPAI, Ph.D., CHALIE NAVANUGRAHA, Ph.D., 218p. ISBN 974-665-806-9

This study aims at making an experiment in using sorghum flour in substitution of wheat flour for 4 kinds of bakeries, namely : Curry Puff (chicken stuff), Doughnut, Crispy Krong Krang and Kleep Lam Duan. These four bakeris are normally produced by using imposted flour as the main ingredient. Sorghum flour which can be produced in Thailand is a very good substitute for wheat flour and can greatly reduce the production cost because it is much cheaper than wheat flour and is produced locally.

From the study, the proportion of the substitution between the sorghum and wheat flour may be 25% : 75%, 50% : 50%, 75% : 25% and 100% : 0%. Curry Puff (Chicken stuff) tastes the best when used in the proportion of 50%, whereas Doughnut, Crispy Krong Krang and Kleep Lam Duan are well liked by customers when the proportion is 25%. The product acceptance testing experiment ranks Doughnuts first with the score of 117.33. Chispy Krong Krangs second at 113.00, Kleep Lam Duans third at 111.33 and Curry Puffs fourth 94.66 from the total of 140.

Doughnut production cost is at 10.13 baht / 100 grams.

Kleep Lam Duan cost is at 10.45 baht / 100 grams.

Curry Puff cost is at 11.66 baht / 100 grams.

Chispy Krong Krang cost is at 13.48 baht / 100 grams. These four bakeries cost are less than that of whole wheat flour products.

The result obtained can be very useful in reducing cost of production as well as in home cooking.

Copyright by Mahidol University

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1. บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 แนวความคิดในการวิจัย	4
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	6
1.5 คำนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	6
1.6 วิธีการศึกษา	7
1.7 สมมุติฐานการศึกษา	8
1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	8
บทที่ 2. ทบทวนวรรณกรรม	9
2.1 ธัญชาติ	9
2.2 แหล่งปลูกข้าวฟ่าง	9
2.3 ประเภทของข้าวฟ่าง	15
2.4 ลักษณะของเมล็ดข้าวฟ่าง	15
2.5 พันธุ์และลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวฟ่าง	17
2.6 องค์ประกอบและคุณค่าทางอาหารของข้าวฟ่าง	20
2.7 การผลิตแป้งข้าวฟ่าง	21
2.8 การนำข้าวฟ่างมาใช้ประโยชน์	24
2.9 แหล่งปลูกข้าวสาลีและประเภทของข้าวสาลี	25

Copyright by Mahidol University

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	2.10 ลักษณะของเมล็ดข้าวสาลี	25
	2.11 องค์ประกอบและคุณค่าทางอาหารของข้าวสาลี	29
	2.12 การผลิตแป้งสาลี	31
	2.13 ส่วนประกอบทางเคมีของแป้ง (Starch)	33
	2.14 สิ่งที่มีผลต่อการหุงต้มแป้ง	35
	2.15 คุณลักษณะของแป้งสาลีและหน้าที่ของแป้งสาลีที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์	35
	2.16 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	36
บทที่ 3.	วิธีการวิจัย	39
	3.1 ระเบียบวิธีวิจัย	39
	3.2 ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง	39
	3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและคุณภาพของเครื่องมือ	39
	3.4 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย	40
	3.5 ขอบเขตของการวิจัย	54
บทที่ 4.	ผลการวิจัย	55
	4.1 ผลการศึกษาทดลองกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ขนมโดยใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี	55
	4.2 ผลการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านคุณสมบัติทางกายภาพโดยการยอมรับของผู้บริโภค	56
	4.3 ผลการศึกษาค่าใช้จ่ายต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ ทั้ง 4 ชนิดในห้องปฏิบัติการ	108
บทที่ 5.	อภิปรายผลการศึกษา	116
	5.1 การศึกษาทดลองกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ขนม โดยใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี	116

Copyright by Mahidol University

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.2 การศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ทางด้านคุณสมบัติทางกายภาพ โดยการยอมรับของผู้บริโภคจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส 128
5.3 การศึกษาต้นทุนการผลิตจากห้องปฏิบัติการเพื่อขยายผลและการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมครัวเรือน 148
บทที่ 6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 152
6.1 สรุปผลการศึกษา 152
6.2 ปัญหาอุปสรรคในการวิจัย 155
6.3 ข้อเสนอแนะ 156
รายการอ้างอิง 158
ภาคผนวก ก. ภาพการเตรียมแป้งข้าวฟ่าง การผลิตและตัวอย่างผลิตภัณฑ์ขนมจากแป้งข้าวฟ่าง 161
ภาคผนวก ข. การเตรียมการทดสอบทางประสาทสัมผัส 167
ภาคผนวก ค. ตาราง ก.1 Table of random numbers 176
ภาคผนวก ง. ตาราง ก.2 Table of random numbers-permutations of nine 179
ภาคผนวก จ. ผลการยอมรับผลิตภัณฑ์ ของผู้บริโภคและผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ 182
ประวัติผู้วิจัย 218

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1 – 1	ปริมาณแป้งที่ได้จากข้าวฟ่างทั้ง 2 พันธุ์	2
ตารางที่ 2 – 1	ข้าวฟ่าง : เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของประเทศไทยและประเทศผู้ผลิตที่สำคัญบางประเทศ พ.ศ. 2533-2537	11
ตารางที่ 2 – 2	ข้าวฟ่าง : เนื้อที่ ผลผลิตและผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ เป็นรายภาค ปีเพาะปลูก 2535/36 - 2538/39	14
ตารางที่ 2 – 3	ลักษณะบางประการของข้าวฟ่างพันธุ์ต่าง ๆ	19
ตารางที่ 2 – 4	ตารางแสดงคุณค่าทางอาหารของข้าวฟ่าง	20
ตารางที่ 2 – 5	ตารางแสดงคุณค่าทางอาหารในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม	21
ตารางที่ 2 – 6	ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวสาลี	28
ตารางที่ 2 – 7	ส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตในส่วนต่าง ๆ ของข้าวสาลี	29
ตารางที่ 2 – 8	องค์ประกอบของแป้งขนมปังในประเทศอังกฤษ (คิดที่ความชื้น 15%)	30
ตารางที่ 2 – 9	ความแตกต่างระหว่าง อะมิโลส และ อะมิโลเพคติน	34
ตารางที่ 2 – 10	ปริมาณอะมิโลสที่มีอยู่ในแป้งชนิดต่างๆ (ร้อยละ)	34
ตารางที่ 3 – 1	อัตราส่วนสูตรผสมแป้ง 2 ชนิดที่ใช้ในการทดลอง	42
ตารางที่ 3 – 2	แผนการทดลองโดยใช้แป้งข้าวฟ่าง	42
ตารางที่ 3 – 3	แผนการทดลองโดยใช้แป้งสาลี	43
ตารางที่ 4 – 1	คะแนนการยอมรับทางด้านสีของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)	58
ตารางที่ 4 – 2	คะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)	59
ตารางที่ 4 – 3	คะแนนการยอมรับทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)	61
ตารางที่ 4 – 4	คะแนนการยอมรับทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)	63
ตารางที่ 4 – 5	คะแนนการยอมรับด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์(ไส้ไก่)	65
ตารางที่ 4 – 6	คะแนนการยอมรับทางการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)	67
ตารางที่ 4 – 7	คะแนนการยอมรับทางด้านสี ของผลิตภัณฑ์ โดนัท	69
ตารางที่ 4 – 8	คะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์โดนัท	71

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4 – 9 คะแนนการยอมรับทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์โดนัท 73

ตารางที่ 4 – 10 คะแนนการยอมรับทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดนัท 76

ตารางที่ 4 – 11 คะแนนการยอมรับด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์โดนัท 78

ตารางที่ 4 – 12 คะแนนการยอมรับทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดนัท 80

ตารางที่ 4 – 13 คะแนนการยอมรับทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ 82

ตารางที่ 4 – 14 คะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ 84

ตารางที่ 4 – 15 คะแนนการยอมรับด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ 86

ตารางที่ 4 – 16 คะแนนการยอมรับทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ 88

ตารางที่ 4 –17 คะแนนการยอมรับด้านการยอมรับทั่วไป ของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ 90

ตารางที่ 4 – 18 คะแนนการยอมรับด้านการยอมรับทั่วไป ทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ 92

ตารางที่ 4 –19 คะแนนการยอมรับทางด้านสีของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน 94

ตารางที่ 4 – 20 คะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน 96

ตารางที่ 4 – 21 คะแนนการยอมรับทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน 99

ตารางที่ 4 – 22 คะแนนการยอมรับ ทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน 102

ตารางที่ 4 – 23 คะแนนการยอมรับด้านการยอมรับทั่วไป ของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน 104

ตารางที่ 4 – 24 คะแนนการยอมรับทางการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน 106

ตารางที่ 4 – 25 แสดงค่าใช้จ่ายต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ 1 กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) 109

ตารางที่ 4 – 26 แสดงค่าใช้จ่ายต้นทุนการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัท 111

ตารางที่ 4 – 27 แสดงค่าใช้จ่ายต้นทุนการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบ 113

ตารางที่ 4 – 28 แสดงค่าใช้จ่ายต้นทุนการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ 4 กลีบลำดวน 115

ตารางที่ ผ – 1 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) 183

ตารางที่ ผ – 2 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) 183

ตารางที่ ผ – 3 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) 184

ตารางที่ ผ – 4 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) 184

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ผ – 5 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) 185
ตารางที่ ผ – 6 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) 185
ตารางที่ ผ – 7 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) 186
ตารางที่ ผ – 8 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) 186
ตารางที่ ผ – 9 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) 187
ตารางที่ ผ – 10 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) 187
ตารางที่ ผ – 11 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ โดนัท 188
ตารางที่ ผ – 12 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ โดนัท 189
ตารางที่ ผ – 13 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ โดนัท 190
ตารางที่ ผ – 14 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ โดนัท 191
ตารางที่ ผ – 15 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ โดนัท 192
ตารางที่ ผ – 16 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ โดนัท 193
ตารางที่ ผ – 17 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ โดนัท 194
ตารางที่ ผ – 18 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ โดนัท 195
ตารางที่ ผ – 19 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ โดนัท 196
ตารางที่ ผ – 20 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ โดนัท 197
ตารางที่ ผ – 21 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ 198
ตารางที่ ผ – 22 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ 199
ตารางที่ ผ – 23 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ 200
ตารางที่ ผ – 24 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ 201
ตารางที่ ผ – 25 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ 202
ตารางที่ ผ – 26 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ 203
ตารางที่ ผ – 27 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ 204
ตารางที่ ผ – 28 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ 205
ตารางที่ ผ – 29 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ 206
ตารางที่ ผ – 30 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ 207

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ผ – 31 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน 208
ตารางที่ ผ – 32 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน 209
ตารางที่ ผ – 33 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน 210
ตารางที่ ผ – 34 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน 211
ตารางที่ ผ – 35 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน 212
ตารางที่ ผ – 36 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน 213
ตารางที่ ผ – 37 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน 214
ตารางที่ ผ – 38 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน 215
ตารางที่ ผ – 39 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน 216
ตารางที่ ผ – 40 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน 217

Copyright by Mahidol University

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1 – 1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	5
รูปที่ 1 – 2	ผังการผลิตของผลิตภัณฑ์ ขนม 4 ผลิตภัณฑ์	6
รูปที่ 2 – 1	ภาพตัดของเมล็ดข้าวฟ่าง แสดงส่วนต่าง ๆ ของเมล็ด (1)	16
รูปที่ 2 – 2	ภาพแสดงไดอะแกรมของเครื่องขัดเมล็ดข้าวฟ่างแบบ PRL Dehuller	22
รูปที่ 2 – 3	วิธีโม่แป้ง	23
รูปที่ 2 – 4	ภาพที่แสดงดอกไม้แห้งที่ประดิษฐ์จากข้าวฟ่าง (14)	24
รูปที่ 2 – 5	รูปร่างและภาพตัดขวางของเมล็ดข้าวสาลี	26
รูปที่ 2 – 6	ส่วนต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวสาลี	27
รูปที่ 2 – 7	ผลิตภัณฑ์จากแป้งสาลี (5)	32
รูปที่ 3 – 1	แสดงแผนการทดลองในการทำผลิตภัณฑ์ขนม 4 ชนิดโดยใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี	44
รูปที่ 3 – 2	ขั้นตอนการทดลอง ทำผลิตภัณฑ์ที่ 1กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) (Treatment 1) ทดลองทำ 2 ซ้ำ	46
รูปที่ 3 – 3	ขั้นตอนการทดลอง ทำผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัท (Treatment 2) ทดลองทำ 2 ซ้ำ	48
รูปที่ 3 – 4	ขั้นตอนการทดลอง ทำผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบ (Treatment 3) ทดลองทำ 2 ซ้ำ	50
รูปที่ 3 – 5	ขั้นตอนการทดลอง ทำผลิตภัณฑ์ที่ 4 กลีบลำดวน (Treatment 4) ทดลองทำ 2 ซ้ำ	52
กราฟที่ 4 – 1	คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสีของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)	58
กราฟที่ 4 – 2	คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์(ไส้ไก่)	60
กราฟที่ 4 – 3	คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์(ไส้ไก่)	62

Copyright by Mahidol University

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

กราฟที่ 4 – 4 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟพ์(ไส้ไก่) 64

กราฟที่ 4 – 5 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟพ์ (ไส้ไก่) 66

กราฟที่ 4 – 6 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของ แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟพ์(ไส้ไก่) 67

กราฟที่ 4 – 7 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ โดนัท 70

กราฟที่ 4 – 8 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ โดนัท 72

กราฟที่ 4 – 9 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์ โดนัท 74

กราฟที่ 4–10 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดนัท 77

กราฟที่ 4–11 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์ โดนัท 79

กราฟที่ 4–12 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของ แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดนัท 81

กราฟที่ 4–13 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ 83

กราฟที่ 4–14 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ 85

Copyright by Mahidol University

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

กราฟที่ 4–15 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ 87

กราฟที่ 4–16 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ 89

กราฟที่ 4–17 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ 91

กราฟที่ 4–18 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของ แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ 93

กราฟที่ 4–19 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน 95

กราฟที่ 4–20 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน 97

กราฟที่ 4–21 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน 100

กราฟที่ 4–22 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ทางการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน 103

กราฟที่ 4–23 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับ ร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ทางการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน 105

กราฟที่ 4–24 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน 107

Copyright by Mahidol University

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ ผ – 1	การเตรียมแป้งข้าวฟ่าง	162
รูปที่ ผ – 2	การเตรียมแป้งข้าวฟ่าง	163
รูปที่ ผ – 3	การเตรียมส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างกับแป้งสาลีตามอัตราส่วน	163
รูปที่ ผ – 4	ขั้นการผลิต	164
รูปที่ ผ – 5	ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)	164
รูปที่ ผ – 6	ผลิตภัณฑ์โดนัท	165
รูปที่ ผ – 7	ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ	165
รูปที่ ผ – 8	ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน	166

Copyright by Mahidol University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

วัตถุดิบหลักที่ใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์อาหารประเภทแป้งนั้น คือ ธัญพืชชนิดต่าง ๆ เช่น ข้าวเจ้า ข้าวสาลี ข้าวเหนียว ข้าวโพด และข้าวฟ่าง เป็นต้น แต่สำหรับ "ข้าวฟ่าง" การใช้ประโยชน์ยังค่อนข้างจำกัด และมักจะนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์เสียเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะ โค กระบือ แพะ แกะ เป็ด ไก่ และสุกร จะมีการใช้ข้าวฟ่างนำมาเป็นอาหารหลักของคนอยู่บ้างในบางประเทศ เช่น ในอาฟริกา การเตรียมอาหารใช้วิธีการอย่างง่าย ๆ ส่วนใหญ่เป็นข้าวบด หรือแป้งเปียกโดยผสมน้ำร้อนกับแป้งเข้าด้วยกัน บางครั้งก็มีการคั่วหรือต้มด้วย ประเทศไนจีเรียนำไปทำอาหารที่เรียกว่า "Tuwo" โดยใส่น้ำร้อนลงในแป้ง กวนให้เข้ากัน ปล่อยทิ้งไว้ให้เกิดเจล นำมาตัดเป็นชิ้นแล้วรับประทานกับน้ำซุป ในอินเดียมีการนำข้าวฟ่างมาบดหรือทุบให้แตก ทำเป็นก้อนแป้งโดยผสมกับน้ำ แล้วทำเป็นแผ่นกลมบาง ทำให้สุกบนแผ่นโลหะร้อน เรียกว่า "โรตี" (1) ประชากรในประเทศจีน อินเดีย และ แอฟริกาบางประเทศ ใช้ข้าวฟ่างเป็นส่วนประกอบอาหารชนิดต่าง ๆ เช่น พอร์ริจ (Porridge) ซึ่งเป็นข้าวต้มจากข้าวฟ่างกินกับนมและน้ำตาลเป็นอาหารเช้า (2) จากการศึกษาทดลองพบว่าข้าวฟ่างเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงข้าวโพด จึงน่าจะมีการนำข้าวฟ่างมาพัฒนาเป็นอาหารคนให้สามารถใช้ประโยชน์ให้กว้างขวางมากขึ้น เช่น นำมาทำผลิตภัณฑ์ประเภทขนม เพื่อใช้ทดแทนแป้งสาลี เป็นการลดปัญหาความไม่พอเพียงต่อการบริโภคแป้งสาลีภายในประเทศ เพราะประเทศไทยสามารถปลูกข้าวสาลีได้บ้าง แต่ในปริมาณที่น้อยมาก และข้าวสาลีที่ปลูกได้ ก็มีคุณภาพต่ำ จึงต้องมีการสั่งข้าวสาลีเข้ามา จากตัวเลขของกรมศุลกากร พบว่าประเทศไทยมีการสั่งข้าวสาลีเข้ามาเป็นมูลค่าถึงประมาณ 500 ล้านบาทต่อปี ฉะนั้นเพื่อที่จะลดเงินตราต่างประเทศที่จะต้องเสียไป หรือลดปริมาณการสั่งข้าวสาลีเข้าประเทศ และเพื่อให้มีการใช้วัตถุดิบที่ผลิตขึ้นได้เองภายในประเทศให้มากขึ้น จึงได้มีการศึกษาถึงการนำเอาแป้งชนิดอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากแป้งสาลีมาทดลองทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ (3)

Copyright by Mahidol University

จากปัญหาต้องนำเข้าแป้งสาลี ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สอดคล้องกับปัญหาที่ประเทศไทยได้นำเข้าข้าวฟ่างมาปลูกเพื่อทดลองใช้เป็นอาหารสัตว์ในปี พ.ศ. 2496 ในปัจจุบันมีพื้นที่เพาะปลูกประมาณ 1.1 ล้านไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 230,000 ตันต่อปี ข้าวฟ่างนับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ ที่ทำรายได้ให้กับประเทศปีละหลายสิบล้านบาท แต่ข้าวฟ่างประมาณเพียงร้อยละ 10 เท่านั้นที่ใช้ภายในประเทศ (1)

ในการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการทำแป้งจากข้าวฟ่างมีวิธีการเตรียมแป้งอยู่ 2 วิธีคือ

1) Dry milling

2) Wet milling

วิธี dry milling นั้น ขั้นแรกนำข้าวฟ่างมาร่อนผ่านตะแกรง เพื่อแยกสิ่งสกปรกออก จากนั้นนำข้าวฟ่างที่ร่อนแล้วมาบด นำแป้งที่ได้มาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh

วิธี wet milling นั้นหลังจากนำเมล็ดข้าวฟ่างมาแยกสิ่งสกปรกออกแล้วนำข้าวฟ่างมาแช่น้ำ ซึ่งมี potassium metabisulfite (KMS) ความเข้มข้น 0.2% ไว้ 1 คืน นำข้าวฟ่างที่แช่นี้มาล้างน้ำแล้วโม่อย่างหยาบ ๆ นำสารละลายแป้งที่ได้มาแยกเอา fiber ออก โดยเติมน้ำ คนให้ fiber ลอยขึ้นมาแล้วรินทิ้งไป ทำหลาย ๆ ครั้งจนได้แป้งขาว จากนั้นนำไปโม่ซ้ำอีกครั้งหนึ่ง ปล่อยให้สารละลายแป้งที่ได้ตกตะกอน รินน้ำใสออก นำแป้งที่ได้ไปอบที่ 50 องศาเซลเซียส จนแห้ง

จากการทดลองทำแห้งด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 2 วิธี พบว่า การทำแป้งด้วยวิธี dry milling จะได้ปริมาณแป้งสูงกว่าการใช้วิธี wet milling ดังแสดงในตารางที่ 1 - 1

ตารางที่ 1 – 1 ปริมาณแป้งที่ได้จากข้าวฟ่างทั้ง 2 พันธุ์

พันธุ์	วิธีการโม่	น้ำหนักข้าวฟ่าง (กก.)	น้ำหนักแป้ง (กก.)	% แป้ง
High Lysine	Dry milling	3	2.7	90.00
	Wet milling	3	1.4	46.66
TSS-5	Dry milling	3	2.6	86.66
	Wet milling	3	1.0	33.33

ที่มา : รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาการใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวฟ่างในการทำคุกกี้ กรุงเทพมหานคร ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและภาควิชาพืชไร่นามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2523 (3)

Copyright by Mahidol University

การที่ได้แป้งจากขบวนการทำแป้งแบบ wet milling น้อยกว่า อาจเป็นเพราะว่า สูญเสียบางส่วนไปกับน้ำที่ล้างแป้งด้วย แต่อย่างไรก็ดี วิธี wet milling จะให้แป้งซึ่งมีสีขาวกว่า การใช้วิธี dry milling ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ในขบวนการทำแป้งแบบ wet milling นั้น จะต้องมีการนำข้าวฟ่างมาแช่น้ำก่อน และในน้ำที่ใช้แช่นั้นจะมีการใส่ KMS เพื่อป้องกันการเสียด้วย KMS ที่ใส่ลงนี้จะมีคุณสมบัติในการช่วยฟอกสีด้วย ฉะนั้นจึงช่วยฟอกสีข้าวฟ่าง และในขบวนการทำแป้งแบบ wet milling นั้น สามารถจะแยก fiber ออกได้มากกว่าด้วย เพราะฉะนั้น จึงทำให้แป้งที่ได้ออกมาขาวกว่าแป้งที่ได้จากขบวนการทำแป้งแบบ dry milling (3)

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงพอสรุปสภาพปัญหาเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1.1.1 จากสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยสามารถปลูกข้าวสาลีได้บ้างแต่มีคุณภาพต่ำ ทำให้ไม่เพียงพอต่อการบริโภคภายในประเทศในขณะที่ข้าวฟ่าง เป็นพืชเศรษฐกิจแต่กลับใช้ประโยชน์ภายในประเทศได้ประมาณเพียงร้อยละ 10 เท่านั้น (1) เนื่องเพราะยังไม่สามารถพัฒนาการใช้ทรัพยากรพืชไร่ประเภทข้าวฟ่างให้กว้างขวางจากเดิมและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยเฉพาะการพัฒนาข้างฟ่างให้เป็นอาหารเพื่อการบริโภคของมนุษย์ ทั้งที่ข้าวฟ่างมีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับข้าวจ้าวและข้าวโพด

1.1.2 ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อการบริโภคของคนไทย โดยทั่วไปมักผลิตขึ้นโดยแป้งชนิดต่าง ๆ และมีผลิตภัณฑ์อาหารในจำนวนไม่น้อยที่ผลิตขึ้น โดยแป้งสาลีที่ประเทศไทยต้องนำเข้าจากต่างประเทศเป็นมูลค่าถึงปีละประมาณ 500 ล้านบาท อันมีผลต่อการเสียดุลการค้าของประเทศ (3)

1.1.3 คนไทยต้องบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งสาลี ในราคาสูงขึ้น เพราะประกอบด้วยวัตถุดิบจากการนำเข้าจากต่างประเทศ (3) แทนการใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในประเทศอย่างเพียงพอที่สามารถพัฒนาขึ้นใช้ทดแทนแป้งสาลีได้

Copyright by Mahidol University

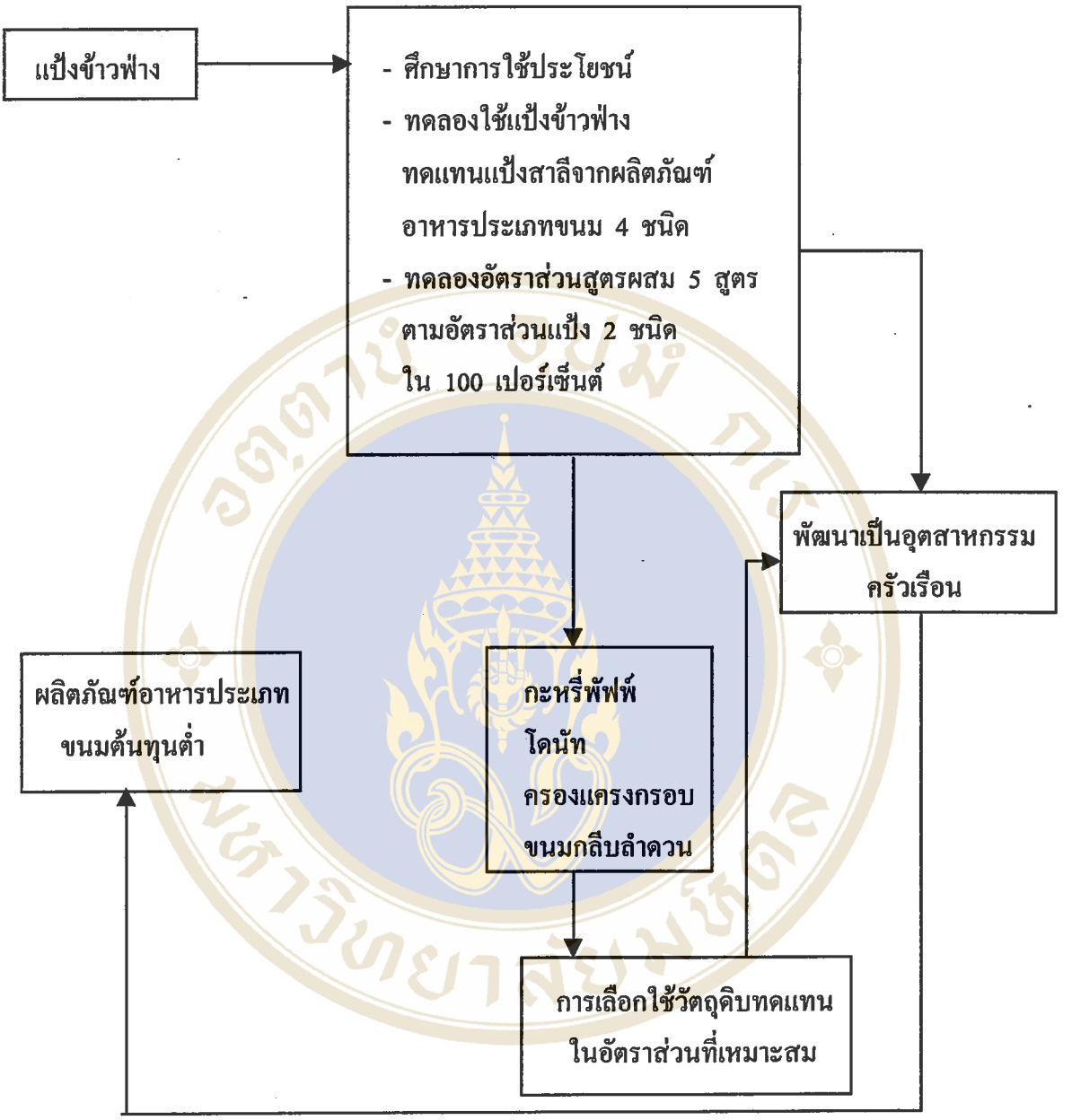
1.2 แนวความคิดในการวิจัย

ข้าวฟ่างจัดเป็นธัญพืชที่มีความสำคัญเป็นอันดับที่ห้าของโลกรองลงมาจากข้าวสาลี ข้าวเจ้า ข้าวโพด และข้าวบาร์เลย์ ข้าวฟ่างมีชื่อทางพฤกษศาสตร์ว่า **Sorghum Vulgare, Linn.** เป็นพืชตระกูลหญ้า นิยมปลูกทั่วไปในบริเวณที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส และมีช่วงเวลาที่ไม่มีน้ำแข็ง (frost-free season) เฉลี่ยตั้งแต่ 125 วันขึ้นไป สำหรับประเทศไทยนั้นข้าวฟ่างจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งด้วย ข้าวฟ่างมีองค์ประกอบทางเคมีหรือคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับข้าวโพด แต่เป็นที่น่าเสียดายที่มนุษย์นำข้าวฟ่างมาใช้ประโยชน์น้อยกว่าข้าวโพดมาก (4) จากสภาพปัญหาตามที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น จึงน่าจะมีวิธีการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากข้าวฟ่าง ให้กว้างขวางออกไป

การทดลองใช้แป้งผสม (composite flour) ทำผลิตภัณฑ์ขนมอบนั้นได้เริ่มมีขึ้น ตั้งแต่สมัยยุคกลาง (middle ages) แล้ว และในปี 1964 FAO ได้เริ่มโครงการใช้แป้งผสมขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ให้มีการใช้แป้งชนิดอื่น ๆ ที่เป็นวัตถุภายในประเทศแทนการใช้แป้งสาลีในการทำผลิตภัณฑ์ขนมอบ (3)

วิธีการนำแป้งข้าวฟ่างมาทดแทนแป้งสาลี ในการทำผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมเพื่อหาความเหมาะสมสำหรับการนำไปพัฒนาประกอบการเป็นอุตสาหกรรมครัวเรือนนั้น จึงน่าจะเป็นวิธีที่ช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่ในประเทศได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น ซึ่งการนำวัตถุดิบที่มีราคาถูก คือ ข้าวฟ่างมาแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูงขึ้นนั้น เป็นการกระตุ้นให้มีการใช้ประโยชน์จากข้าวฟ่างในการพัฒนาอาหารมากขึ้น เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ทำให้มีการใช้วัตถุดิบในประเทศมากขึ้น (4) อีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุนในการผลิต สำหรับการประกอบการเป็นอุตสาหกรรมครัวเรือน เนื่องจากว่าแป้งข้าวฟ่าง มีราคาถูกกว่าแป้งสาลี และแป้งข้าวฟ่างยังมีคุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกับแป้งข้าวเจ้า และแป้งข้าวโพดอีกด้วย

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

Copyright by Mahidol University

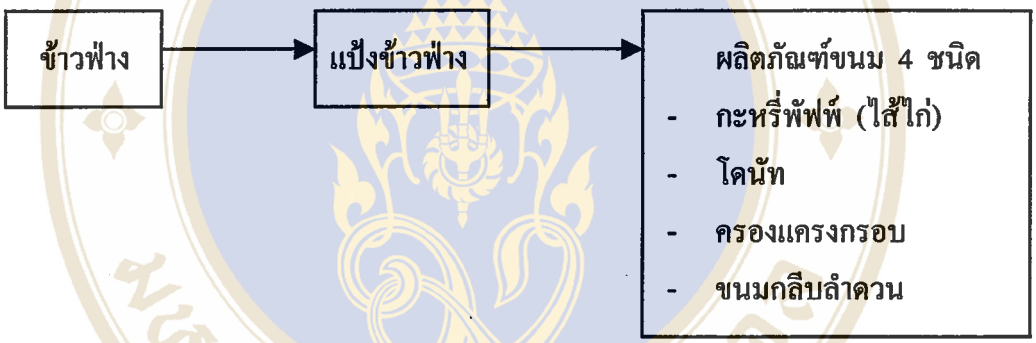
1.3 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1.3.1 เพื่อทดลองทำผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนม 4 ชนิด โดยใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี

1.3.2 เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมทั้ง 4 ชนิด เข้าสู่อุตสาหกรรมครัวเรือน

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1.4.1 ศึกษาทดลองขบวนการผลิต ของผลิตภัณฑ์ขนม 4 ผลิตภัณฑ์ ดังผังการผลิต



รูปที่ 1-2 ผังการผลิตของผลิตภัณฑ์ ขนม 4 ผลิตภัณฑ์

1.4.2 ศึกษาค่าใช้จ่ายเฉพาะในห้องปฏิบัติการ เพื่อการขยายผลและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมทั้ง 4 ชนิด เพื่อเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมครัวเรือน

1.5 คำนิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

คำหรือข้อความที่ใช้ในการศึกษา มีความหมายดังนี้

การศึกษา	หมายถึง	สิ่งหรือเรื่องที่ทำ หรือค้นคว้าที่เกี่ยวข้องกับการเล่าเรียน และอบรม
การใช้ประโยชน์	หมายถึง	การนำเอาสิ่งที่มีผลใช้ได้ดี, สิ่งที่เป็นผลดี หรือเป็นคุณ มาทำให้เกิดประโยชน์

Copyright by Mahidol University

แป้งข้าวฟ่าง	หมายถึง	การนำเมล็ดข้าวฟ่างที่มีเมล็ดขนาดเมล็ดพริกไทยไปผ่านขบวนการ 2 ขั้นตอน คือ การขัดเปลือกข้าวฟ่างเพื่อขจัดเปลือกออกแล้วผ่านขบวนการโม่
ทดแทน	หมายถึง	การนำเอาสิ่งหนึ่งสิ่งใดไปใช้แทนหรือเพิ่มเติมสิ่งที่เสียไป
ขนม	หมายถึง	ของกินที่ไม่ใช่กับข้าว มักปรุงด้วยแป้ง หรือข้าวกับกะทิหรือน้ำตาล
การประกอบการ	หมายถึง	สิ่งหรือเรื่องที่กระทำอันเป็นการรวบรวมหรือควบคุมเพื่อดำเนินการตามลำดับตั้งแต่ต้นจนจบขบวนการผลิต เป็นรูปร่างหรือผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ
อุตสาหกรรมครัวเรือน	หมายถึง	กิจกรรมที่ใช้ทุนและแรงงานเพื่อผลิตสิ่งของหรือจัดให้มีบริการภายในครอบครัวที่อยู่ในบ้านเรือนเดียวกัน
ลักษณะสัมผัส	หมายถึง	ลักษณะที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์อาจ ได้แก่ ความกรอบ ร่วนซุย หรือหนืดเหนียว

1.6 วิธีการศึกษา

1.6.1 ขั้นเตรียมการและออกแบบการวิจัย

1.6.2 ขั้นการทดลอง

1.6.3 ขั้นการวิเคราะห์ผล

Copyright by Mahidol University

1.7 สมมุติฐานการศึกษา

1.7.1 ผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตขึ้นจากการใช้แป้งข้าวฟ่าง เป็นแป้งหลักสามารถทดแทนผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้แป้งสาลีได้

1.7.2 คุณภาพทางกายภาพ (รสชาด กลิ่น สี และลักษณะสัมผัส) ของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากแป้งข้าวฟ่าง ไม่แตกต่างจากคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์แป้งสาลี

1.8 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.8.1 สามารถใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมทั้ง 4 ชนิด เป็นการพัฒนาการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างเพียงพอในประเทศให้กว้างขวางจากเดิม และก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.8.2 ลดปริมาณการใช้แป้งสาลี ในผลิตภัณฑ์อาหารตามอัตราส่วนการใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทน แป้งสาลีในระดับร้อยละที่สูงที่สุด เพื่อผลในการลดต้นทุนการผลิต

1.8.3 ได้ส่วนผสมที่เหมาะสม เป็นที่นิยมของผู้บริโภคและสามารถใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีได้

Copyright by Mahidol University

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 ธัญชาติ

ธัญชาติ หมายถึง เมล็ดของธัญพืชวงศ์หญ้า (Gramimeae) ซึ่งเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีหลายชนิด ได้แก่ ข้าว ข้าวสาลี ข้าวบาเลย์ ข้าวฟ่าง ข้าวไรย์ ข้าวโอ๊ต ข้าวมิลเลต และลูกเดือย (5) ข้าวฟ่างเป็นธัญพืชที่สำคัญชนิดหนึ่งของโลก ปลูกมากรองจากข้าวสาลี ข้าวเจ้า และข้าวโพด แพร่หลายทั่วไปในทุกทวีปในเขตร้อนและเขตกึ่งร้อน ตลอดจนเขตอบอุ่นของโลก ข้าวฟ่างเป็นธัญพืชที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ (6) ข้าวฟ่างสามารถนำมาแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้หลายชนิดทั้งที่เป็นอาหารคน อาหารสัตว์ ประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตที่ได้ นอกจากนี้ยังใช้ในรูปของหญ้าแห้ง หญ้าหมัก และทุ่งหญ้าสด และใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ได้แก่ ผลิตแป้ง น้ำมันบริโภค แป้งข้าวฟ่างที่ผลิตได้ ใช้ผสมไปในอาหารต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี เช่น ใช้เป็นสารที่ทำให้อาหารคงตัว (Stabilizer) ซุป (Soup) และใช้ทำขนมอบต่าง ๆ นอกจากนี้มีการใช้ข่าวฟ่างในอุตสาหกรรมการหมัก ใช้ผลิตแอลกฮอล์ น้ำส้มสายชู กรดแลกติก วิตามินบี 2 ยาปฏิชีวนะ ทำมอลท์ เพื่อใช้ในการผลิตเบียร์ และทำน้ำเชื่อมกลูโคส (2)

2.2 แหล่งปลูกข้าวฟ่าง

ข้าวฟ่างสามารถขึ้นได้ทั่วไปในทุกทวีปในบริเวณที่อุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูร้อนสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส สามารถปลูกได้ตั้งแต่พื้นที่ที่อยู่ในระดับน้ำทะเลจนกระทั่งถึง 1,500 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล ข้าวฟ่างขึ้นได้ดีในดินแทบทุกชนิดดินที่เหมาะสมสำหรับการปลูกข้าวฟ่างให้ได้ผลิตผลสูง คือดินที่มีลักษณะเป็นดินร่วนเหนียวหน้าดินลึก การระบายน้ำดี และมีความอุดมสมบูรณ์มาก ลักษณะความเป็นกรด – ด่างของดินไม่ค่อยจะกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของข้าวฟ่างเท่าใดนัก ข้าวฟ่างขึ้นได้ดีในดินที่มีค่าความเป็นกรด - ด่าง ตั้งแต่ 5.5 - 8.7 และสามารถทนต่อความเป็นเกลือได้ดีกว่าข้าวโพด

Copyright by Mahidol University

ข้าวฟ่างเป็นพืชที่ทนทานต่อสภาพแห้งแล้งได้ดี สามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนประมาณ 400 - 600 มิลลิเมตรต่อปี ใบและต้นข้าวฟ่างจะเหี่ยวและแห้งช้ากว่าข้าวโพด เนื่องจากมีสารคล้ายขี้ผึ้งเคลือบผิวใบและลำต้น ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียน้ำได้ นอกจากนี้ข้าวฟ่างยังมีระบบรากมากกว่าข้าวโพดจึงหาน้ำและอาหารได้ดีกว่า ทำให้ข้าวฟ่างทนแล้งได้ดีกว่าข้าวโพด (6)

พื้นที่เพาะปลูกข้าวฟ่างทั้งโลกใน พ.ศ. 2537 มีประมาณ 273 ล้านไร่ ผลิตข้าวฟ่างได้ประมาณ 60 ล้านตัน และได้ผลผลิตของข้าวฟ่างทั่วโลกประมาณ 223 กิโลกรัมต่อไร่ ดูจากตารางที่ 2 – 1 (7)

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2 – 1 ข้าวฟ่าง : เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของประเทศไทยและประเทศผู้ผลิตที่สำคัญบางประเทศ พ.ศ. 2533-2537

ประเทศ	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rais)					ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)					ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กก.) Yield per rai (kgs.)					Country
	2533 1990	2534 1991	2535 1992	2536 1993	2537 1994	2533 1990	2534 1991	2535 1992	2536 1993	2537 1994	2533 1990	2534 1991	2535 1992	2536 1993	2537 1994	
รวมทั้งโลก	252,796	261,046	282,063	259,237	272,775	56,716	54,768	69,417	57,027	60,890	224	210	246	220	223	World Total
แอฟริกา	94,869	118,831	128,600	117,925	131,306	11,710	15,430	15,537	14,565	15,833	123	130	121	124	121	Africa
ไนจีเรีย	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	4,185	4,346	4,100	4,000	4,000	167	174	164	160	160	Nigeria
ซูดาน	17,244	32,188	38,750	29,275	38,962	1,180	3,540	4,042	2,386	3,498	68	110	104	82	90	Sudan
บูร์กินาฟาโซ	7,812	8,513	8,838	8,125	8,438	751	1,238	1,292	1,228	1,200	96	145	146	151	142	Burkina Faso
เอธิโอเปีย	4,688	-	-	5,250	4,938	787	-	-	1,079	1,109	168	-	-	206	225	Ethiopia
มาลี	5,056	4,631	5,312	6,288	6,350	531	770	602	694	903	105	166	113	110	142	Mali
อียิปต์	838	850	931	912	962	630	676	766	779	717	752	795	823	854	745	Egypt
แทนซาเนีย	2,375	3,750	4,269	4,012	4,150	368	550	587	719	478	155	147	138	179	115	Tanzania
ยูกันดา	1,500	1,531	1,562	1,594	1,625	360	363	375	383	390	240	237	240	240	240	Uganda
ไนเจอร์	6,250	13,600	15,819	13,981	14,375	286	463	387	421	420	46	34	24	30	29	Niger
แคเมอรูน	3,206	3,250	3,125	3,125	3,188	350	400	380	390	400	109	123	122	125	125	Cameroon
อื่น ๆ	20,900	25,518	24,994	20,363	23,318	2,282	3,084	3,006	2,486	2,718	109	121	120	122	117	Others
อเมริกาเหนือ-กลาง	37,013	36,275	42,025	32,631	33,719	21,059	19,625	28,197	18,235	21,103	569	541	671	559	626	NC America
สหรัฐอเมริกา	22,988	24,963	30,481	22,550	22,681	14,562	14,856	22,227	13,569	16,638	633	595	729	602	734	U.S.A.
เม็กซิโก	11,363	8,631	8,600	7,231	8,112	5,978	4,250	5,353	4,085	3,869	526	492	622	565	477	Mexico
อื่น ๆ	2,662	2,681	2,944	2,850	2,926	519	519	617	581	596	195	194	210	204	204	Others
อเมริกาใต้	8,431	9,112	9,294	8,088	8,000	3,565	4,057	4,525	4,378	3,812	423	445	487	541	477	South America
อาร์เจนตินา	4,306	4,225	4,775	4,481	3,838	2,016	2,251	2,766	2,839	2,160	468	533	579	634	563	Argentina
โคลัมเบีย	1,706	1,606	1,531	1,262	1,394	777	738	752	633	680	455	460	491	502	488	Colombia
เวเนซูเอลา	1,100	1,656	1,431	962	1,306	376	577	511	367	446	342	348	357	381	342	Venezuela
บราซิล	3	1,088	1,025	781	944	236	258	282	251	290	273	237	275	321	307	Brazil
อื่น ๆ	456	537	532	602	518	160	233	214	288	236	351	434	402	478	456	Others

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2 – 1 ข้าวฟ่าง : เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ของประเทศไทยและประเทศผู้ผลิตที่สำคัญบางประเทศ พ.ศ. 2533-2537 (ต่อ)

ประเทศ	เนื้อที่เก็บเกี่ยว (1,000 ไร่) Harvested area (1,000 rais)					ผลผลิต (1,000 ตัน) Production (1,000 tons)					ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (กก.) Yield per rai (kgs.)					Country
	2533 1990	2534 1991	2535 1992	2536 1993	2537 1994	2533 1990	2534 1991	2535 1992	2536 1993	2537 1994	2533 1990	2534 1991	2535 1992	2536 1993	2537 1994	
เอเชีย	108,408	92,903	97,494	96,912	95,788	18,756	14,065	18,869	18,499	18,602	173	151	194	191	194	Asia
อินเดีย	90,613	77,250	81,912	80,894	80,000	11,878	8,100	12,957	11,803	12,500	131	105	158	146	156	India
จีน	9,819	8,838	8,275	8,906	8,288	5,777	5,053	4,779	5,612	4,915	588	572	578	630	593	China
เยเมน	3,169	2,388	2,706	2,856	2,800	441	247	459	465	444	139	103	170	163	159	Yemen
ปากีสถาน	2,606	2,394	2,519	2,281	2,444	239	225	238	212	230	92	94	94	93	94	Pakistan
ไทย	1,177	1,203	1,081	912	1,144	237	250	250	208	300	201	208	231	228	262	Thailand
อื่น ๆ	1,024	830	1,001	1,063	1,112	184	190	186	199	213	180	229	186	187	192	Others
ยุโรป	981	1,025	1,088	1,006	862	540	743	841	801	606	550	725	773	796	703	Europe
ฝรั่งเศส	419	450	631	519	300	264	394	565	507	266	630	876	895	977	887	France
อิตาลี	150	169	188	244	238	114	150	179	226	228	760	888	952	926	958	Italy
สเปน	106	119	56	31	165	89	104	49	22	74	840	874	875	710	448	Spain
อื่น ๆ	306	287	213	212	159	73	95	48	46	38	239	331	225	217	239	Others
โอเซียนเนีย	2,381	2,362	3,562	2,675	3,100	946	751	1,448	549	934	397	318	407	205	301	Oceania
ออสเตรเลีย	2,381	2,362	3,556	2,669	3,094	946	751	1,447	548	933	397	318	407	205	302	Australia
อื่น ๆ	-	-	6	6	6	-	-	1	1	1	-	-	167	167	167	Others
รัสเซีย	713	538	-	-	-	140	97	-	-	-	196	180	-	-	-	Russia

แหล่งข้อมูล : ประเทศไทย, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
ประเทศอื่น, รายงานผลผลิตประจำปีของเอฟ.เอ.โอ. 1994 ใน (7)

Source : Thailand, Office of Agricultural Economics
Other, FAO Production Yearbook 1994.

Copyright by Mahidol University

สำหรับประเทศไทยสามารถปลูกข้าวฟ่างได้เกือบทุกภาคยกเว้นภาคใต้ จากสถิติปี พ.ศ. 2538/39 ประเทศไทยมีเนื้อที่ปลูกข้าวฟ่างทั้งหมด 886,781 ไร่ โดยในภาคเหนือมีเนื้อที่ปลูกข้าวฟ่าง ถึงประมาณร้อยละ 55 และภาคกลางมีเนื้อที่ปลูกถึงประมาณร้อยละ 42 ทั้งนี้ในภาคกลางจะให้ผลผลิตเฉลี่ยถึง 246 ก.ก.ต่อไร่ ดูจากตารางที่ 2 – 2 (7)

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2 – 2 ข้าวฟ่าง : เนื้อที่ ผลผลิตและผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ เป็นรายภาค ปีเพาะปลูก 2535/36 - 2538/39

ภาค	เนื้อที่ปลูก (ไร่) Planted area (rais)				เนื้อที่เก็บเกี่ยว (ไร่) Harvested area (rais)				ผลผลิต (ตัน) Production (tons)				ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่ (ก.ก.) Yield per rai (kgs.)				Region
	2535/36 1992/93	2536/37 1993/94	2537/38 1994/95	2538/39 1995/96	2535/36 1992/93	2536/37 1993/94	2537/38 1994/95	2538/39 1995/96	2535/36 1992/93	2536/37 1993/94	2537/38 1994/95	2538/39 1995/96	2535/36 1992/93	2536/37 1993/94	2537/38 1994/95	2538/39 1995/96	
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	27,489	21,129	20,355	19,826	26,179	16,260	17,283	18,856	5,675	3,826	3,940	4,472	217	235	228	237	North-Eastern
เหนือ	630,426	561,794	577,555	494,753	578,896	466,633	557,079	450,778	131,725	107,040	116,740	106,796	228	229	210	237	Northern
กลาง	510,171	513,949	506,584	372,202	476,659	429,984	470,876	336,714	112,587	97,617	107,241	82,671	236	227	228	246	Central Plain
ใต้	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Southern
รวมทั้งประเทศ	1,168,086	1,096,872	1,104,494	886,781	1,081,734	912,877	1,045,238	806,348	249,987	208,483	228,121	193,939	231	228	218	241	Whole Kingdom

แหล่งข้อมูล : ประเทศไทย, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

ประเทศอื่น, รายงานผลผลิตประจำของ เอฟ.เอ.โอ. 1994. ใน (7)

Copyright by Mahidol University

2.3 ประเภทของข้าวฟ่าง

จากความแตกต่างของรูปทรงต้น และการใช้ประโยชน์ของข้าวฟ่าง อาจแบ่งข้าวฟ่างออกได้ 3 ประเภท คือ

1. ข้าวฟ่างเมล็ด (grain sorghum) เป็นข้าวฟ่างที่สามารถกะเทาะเมล็ดออกจากเปลือกหุ้มได้โดยง่าย และปลูกเพื่อเอาเมล็ด (8) มาใช้เป็นอาหารทั้งอาหารมนุษย์และอาหารสัตว์ และเป็นชนิดที่ปลูกในประเทศไทยเป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ ข้าวฟ่าง พันธุ์อู่ทอง 1 พันธุ์เฮการี (hegari) เป็นต้น (6)

2. ข้าวฟ่างหวาน (sorgo หรือ sweet sorghum) ข้าวฟ่างชนิดนี้มีลำต้นหวาน และเมล็ดห่อหุ้มด้วยกาบหุ้มเมล็ด (glumes) (8) ลำต้นมักสูงกว่า 2 เมตร นอกจากนี้ยังอาจใช้ทำแอลกอฮอล์ หญ้าหมัก หรือปลูกให้สัตว์กินสด ๆ (4)

3. ข้าวฟ่างหญ้า (grass sorghum) มีลักษณะคล้ายหญ้าทั่วไป (8) เป็นข้าวฟ่างที่ใช้ใบและลำต้นเลี้ยงสัตว์โดยเฉพาะ อาจจะใช้ทำหญ้าหมัก หญ้าแห้ง ตัดต้นสดให้สัตว์กินหรือปลูกทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ มีลำต้นและใบเล็ก ยาวเรียวเหมือนหญ้า (4) เมล็ดค่อนข้างเล็ก แต่มีขนาดใหญ่กว่าเมล็ดหญ้าทั่ว ๆ ไป ตัวอย่างข้าวฟ่างชนิดนี้ ได้แก่ หญ้าซูดาน หญ้าซูแดกซ์ (Sudax) ซึ่งเป็นลูกผสมระหว่างข้าวฟ่างกับหญ้าซูดาน (sudan grass) (6) และหญ้าจอห์นสัน (johnson grass) ซึ่งเป็นหญ้าอาหารสัตว์ที่นิยมกันมากในต่างประเทศ (4)

สำหรับข้าวฟ่างเมล็ด จะมีลักษณะของช่อดอก และเมล็ดแตกต่างกันอย่างมาก และ Harlan ใช้ลักษณะเหล่านี้แบ่งข้าวฟ่างเมล็ดออกเป็น 5 พวกใหญ่ ๆ คือ ไบคัลเลอร์ กินี คอดาตัม คาเฟอร์ และเดอร์รา พวกข้าวฟ่างเมล็ด โดยทั่วไปจะมีช่อใหญ่ มีอัตราส่วนของเมล็ดต่อต้น และใบมากกว่าข้าวฟ่างหวาน (8)

2.4 ลักษณะของเมล็ดข้าวฟ่าง

ข้าวฟ่างเมล็ด นอกจากมีความผันแปรในลักษณะทางต้นแล้ว ก็ยังมีความผันแปรในลักษณะเมล็ดอย่างมาก เมล็ดพันธุ์ข้าวฟ่างที่ต่างกันอาจมีสีชมพู แดง น้ำตาล เหลือง หรือขาว ลักษณะแป้งในเมล็ดอาจยุ่ยคล้ายชอล์กหรือแข็ง รูปร่างของเมล็ดอาจกลม กลมรี หรือกลมแบน

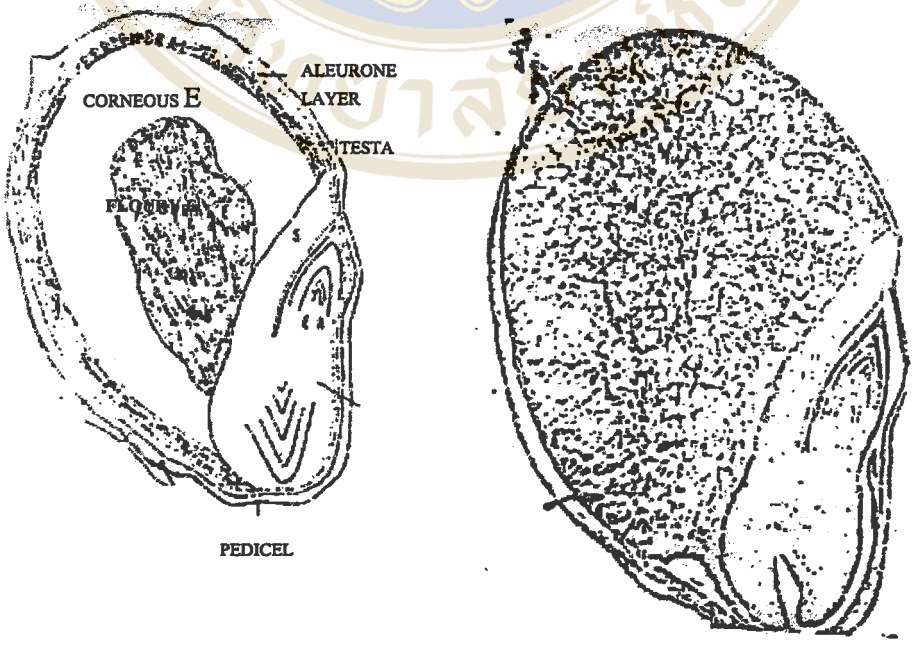
เมล็ดข้าวฟ่างสีขาวและเหลือง ได้รับความนิยมในการใช้เป็นอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากพวกที่มีสีแดง ชมพู น้ำตาล มักมีรสขม อันเนื่องมาจากสารแทนนิน ซึ่งอาจอยู่ในส่วนเปลือกนอกเมล็ด (seed coat) และสามารถแยกออกได้โดยการขัดสี แต่ถ้าอยู่ในเปลือกใน (testa) การแยกเอา

Copyright by Mahidol University

ออกจากเมล็ดด้วยเครื่องเท่าที่มีอยู่ในปัจจุบันทำได้ยาก สารแทนนินที่มีรสขมเหล่านี้จะเป็นตัวลดการย่อยของโปรตีน ทำให้คุณค่าทางอาหารของข้าวฟ่างลดลง (8)

ข้าวฟ่างที่ซื้อขายกันอยู่เป็นเนื้อข้าว มีน้ำหนัก 1 ปอนด์ ต่อข้าว 12,000 – 30,000 เมล็ด เมล็ดมีลักษณะกลมแบน ยาว 4.0 มิลลิเมตร กว้าง 3.5 มิลลิเมตร และหนา 2.5 มิลลิเมตร แต่ละเมล็ดมีน้ำหนักระหว่าง 20 – 32 มิลลิกรัม เนื้อประกอบด้วย 3 ส่วน คือ เยื่อหุ้มรังไข่ เนื้อเมล็ด และคัพภะ

เนื้อเมล็ดประกอบด้วย aleurone layer, peripheral, corneous และ floury endospems (รูปที่ 2 – 1) aleurone layer เป็นเซลล์ชั้นเดียว เป็นเซลล์ที่มีลักษณะเหมือนบล็อกขนาดเล็ก มีโปรตีน ไขมัน เถ้า วิตามิน และเอนไซม์สูงมาก ส่วนที่เหลือ คือ peripheral, corneous และ floury portions รวมกันเรียกว่า starchy endosperm ส่วนที่เป็น peripheral portion อยู่ได้ aleurone layer เป็นเซลล์หลายชั้น แตกต่างไปจากเซลล์ส่วนอื่น ๆ มาก ชั้นกลาง คือ floury เนื้อเมล็ดและชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นทั้งสองดังกล่าว คือ corneous endosperm แต่ก็มีข้าวฟ่างที่มีเพียง floury endosperm หรือ corneous endosperm เพียงอย่างเดียว โดยปกติแล้ว ปริมาณของส่วนที่เป็น floury endosperm หรือ corneous endosperm ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม ในส่วนที่เป็น starchy endosperm ประกอบด้วยเซลล์ที่มีแป้งอยู่ด้วย และมีโปรตีนจับอยู่รอบ ๆ แต่ก็มีโปรตีนบางส่วนอยู่ในรูปของเม็ดกลม ๆ กระจัดกระจายอยู่ใน endosperm คัพภะฝังอยู่ในเนื้อแน่นมาก ไม่สามารถเอาออกได้ในขณะนำไปใช้ประโยชน์



รูปที่ 2 – 1 ภาพตัดของเมล็ดข้าวฟ่าง แสดงส่วนต่าง ๆ ของเมล็ด (1)

Copyright by Mahidol University

2.5 พันธุ์และลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวฟ่าง

2.5.1 พันธุ์เฮกการีหนัก (Late hegari)

เป็นพันธุ์ข้าวฟ่างที่มีเมล็ดค่อนข้างใหญ่ (2) คัดเลือก และประเมินผลผลิตและแนะนำให้เกษตรกรปลูก โดยกรมกสิกรรม ตั้งแต่ปี 2506 เป็นสายพันธุ์แท้เมล็ดใหญ่สีขาวขุ่น (9)

2.5.1.1 ลักษณะประจำพันธุ์ มีต้นสูงมากกว่า 2 เมตร อายุเก็บเกี่ยว 100 – 120 วัน รวงค่อนข้างแน่น น้ำหนัก 1,000 เมล็ด 35 กรัม (9)

2.5.1.2 ผลผลิตและคุณภาพ มีผลผลิตเฉลี่ย 400 – 600 กก./ไร่ โปรตีน 9.9% มีแทนนินประมาณ 0.19% (9)

2.5.1.3 ฤดูปลูกที่เหมาะสม เหมาะสำหรับปลูกในปลายฤดูฝน ตั้งแต่ปลายเดือน กรกฎาคม ถึงต้นเดือนกันยายน (10)

2.5.2 พันธุ์เฮกการีเบา (Early hagari)

ลักษณะโดยทั่วไปคล้ายเฮกการีหนัก แต่มีอายุเก็บเกี่ยวเร็วกว่า (2) เป็นข้าวฟ่างพันธุ์แท้ เมล็ดสีขาว กรมวิชาการเกษตร (กรมกสิกรรม) แนะนำให้เกษตรกรปลูกในปี พ.ศ. 2506 (10)

2.5.2.1 ลักษณะประจำพันธุ์ มีต้นสูงประมาณ 150 – 200 ซม. ต้นมีสีม่วงแดง (9) มีลักษณะเด่น คือ ต้นเตี้ย อายุสั้น (10) รวงค่อนข้างแน่น อายุเก็บเกี่ยว 90 – 100 วัน เมล็ดสีขาวขุ่น มีจุดประ น้ำหนัก 1,000 เม็ด หนัก 20 กรัม (9)

2.5.2.2 ผลผลิตและคุณภาพ ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ย 200 – 400 กก./ไร่ (2) มีแทนนินประมาณ 0.35% (9)

2.5.2.3 ฤดูปลูกที่เหมาะสม เหมาะกับการปลูกในระยะปลายฤดูฝน (10) เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนกันยายน (9)

2.5.3 พันธุ์อู่ทอง 1 (U-Thong 1)

ได้รับการพิจารณารับรองพันธุ์จากกรมวิชาการเกษตรปี พ.ศ. 2525 (10) ทำการคัดเลือกที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี เป็นพันธุ์ที่มีเมล็ดสีเหลือง เดิมชื่อพันธุ์ DA 80 (2)

2.5.3.1 ลักษณะประจำพันธุ์ มีลำต้นเตี้ย ประมาณ 150 – 160 ซม. (2) อายุสั้น ต้นสีน้ำตาลอ่อน รวงค่อนข้างโปร่ง เมล็ดสีเหลืองอ่อน อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 90 วัน น้ำหนัก 1000 เมล็ด 34 กรัม (9)

Copyright by Mahidol University

2.5.3.2 ผลผลิตและคุณภาพ ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ย 550 กก./ไร่ มีความต้านทานต่อโรคราสนิม (10) โปรตีน 9.7% แทนนินประมาณ 0.01% (9)

2.5.3.3 ฤดูกาลปลูกที่เหมาะสม ปลายฤดูฝนตั้งแต่ปลายเดือนกรกฎาคม ถึงกลางเดือน กันยายน (9)

2.5.4 พันธุ์สุพรรณบุรี 60 (Suphanburi 60)

เป็นข้าวฟ่างพันธุ์แท้สีแดง ได้รับการรับรองโดยกรมวิชาการเกษตร เมื่อปี พ.ศ. 2530 (10) เป็นพันธุ์ที่ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ DA. 80 กับสายพันธุ์ SW 20 (9) และเป็นพันธุ์ที่ทำการคัดเลือกที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรีมีลักษณะสม่ำเสมอ ลำต้นตั้งตรง แข็งแรง (2)

2.5.4.1 ลักษณะประจำพันธุ์ สูงประมาณ 150 ซม. ต้นสีน้ำตาลอ่อน อายุเก็บเกี่ยวประมาณ 90 วัน รวงค่อนข้างโปร่ง เมล็ดสีแดง น้ำหนัก 1000 เมล็ด 30 กรัม

2.5.4.2 ผลผลิตและคุณภาพ ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ย ประมาณ 450 – 500 กก./ไร่ โปรตีน 9.5% แทนนินประมาณ 0.16% (9)

2.5.4.3 ฤดูปลูกที่เหมาะสม ปลายฤดูฝนตั้งแต่ปลายเดือนกรกฎาคม ถึงเดือนกันยายน (9)

2.5.5 พันธุ์สุพรรณบุรี 1 (Suphanburi 1)

เป็นข้าวฟ่างพันธุ์แท้เมล็ดสีแดง (10) มีชื่อเดิมว่า UT 203-2 B หรืออู่ทอง 203 (2) เป็นพันธ์ที่ได้จากการผสมระหว่างพันธุ์ต้นหวาน M 91019 กับสายพันธุ์ เวสต์อัฟริกัน อายุสั้น ได้ผ่านการคัดเลือกการประเมินผลผลิตและเสนอเพื่อรับรองพันธุ์ในปี 2536 ใช้ประโยชน์ได้ทั้งเมล็ดแห้งและต้นสด (11) สามารถนำต้นสดไปเลี้ยงสัตว์ได้ดีเช่นเดียวกับหญ้า(10)

2.5.5.1 ลักษณะประจำพันธุ์ มีต้นสูงประมาณ 200 ซม. – 230 ซม. มีน้ำในลำต้นมากและหวาน (2) มีต้นสีเหลือง อายุเก็บเกี่ยว 90 วัน รวงยาวโปร่ง เมล็ดสีแดงน้ำหนัก 1000 กรัม เมล็ด 32 กรัม (9)

2.5.5.2 ผลผลิตและคุณภาพ

ก. ผลผลิตเมล็ดเฉลี่ย 464 กก./ไร่ มีโปรตีน 9% มีแทนนินต่ำประมาณ 0.2%

ข. ผลผลิตต้นสดเฉลี่ย 4.15 ตัน/ไร่ น้ำในลำต้นหวานประมาณ 15 องศาบริก (11) ต้นสดมีปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกต่ำโดยเฉลี่ยประมาณ 2.15 มิลลิกรัม ต่อน้ำหนักแห้ง 100 กรัม ซึ่งต่ำมากไม่เป็นพิษต่อสัตว์ และผลผลิตโปรตีนต่อไร่ เฉลี่ย 79 กก.(10)

Copyright by Mahidol University

2.5.5.3 ฤดูปลูกที่เหมาะสม ปลายฤดูฝนตั้งแต่ปลายเดือนกรกฎาคม ถึงกลางเดือนกันยายน (9)

ตารางที่ 2 – 3 ลักษณะบางประการของข้าวฟ่างพันธุ์ต่าง ๆ

ลักษณะ	พันธุ์				
	สุพรรณบุรี 1	สุพรรณบุรี 60	อู่ทอง 1	เฮกการีหนัก	เฮกการีเบา
ความสูงต้น (ซม.)	200	160	150	200	170
การหักล้มของต้น	ต้านทาน	ต้านทาน	ต้านทาน	ไม่ต้านทาน	ไม่ต้านทาน
อายุดอกบาน 50% (วัน)	58	56	56	58	55
อายุเก็บเกี่ยว (วัน)	95	95	90	120	100
ลักษณะรวง	ค่อนข้างโปร่ง	ค่อนข้างโปร่ง	ค่อนข้างโปร่ง	แน่น	แน่น
ความสม่ำเสมอ	ดีมาก	ดีมาก	ดีมาก	ปานกลาง	ปานกลาง
สีเมล็ด	แดง	แดง	เหลืองอ่อน	ขาวขุ่น	ขาวขุ่นมีจุดประ
น้ำหนัก 1,000 เมล็ด (กรัม)	32	30	34	35	20
ผลผลิต (กก./ไร่)	464	500	550	500	400
โปรตีน (%)	9.05	9.49	9.67	9.89	-
ไขมัน (%)	2.49	2.57	2.32	3.35	-
คาร์โบไฮเดรต (%)	71.75	77.58	72.53	72.97	-
แป้ง (%)	70.17	76.50	69.75	68.62	-
แทนนิน (%)	0.408	0.164	0.104	0.190	0.350

ที่มา: เอกสารวิชาการ การปลูกพืชไร่ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (11)

Copyright by Mahidol University

2.6 องค์ประกอบและคุณค่าทางอาหารของข้าวฟ่าง

ข้าวฟ่างนับเป็นแหล่งอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่สำคัญ เพราะมีปริมาณแป้งสูงถึง 75.8 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักเมล็ดแห้ง น้ำมัน 3.6 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 12.3 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้บางสายพันธุ์ยังมีน้ำในลำต้นที่มีความหวานสูงถึง 20 องศาบริกซ์ กรดไฮโดรไซยานิกที่ข้าวฟ่างอายุ 60 วัน หลังงอกต่ำเพียง 2.5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด 100 กรัม (10) ชาวอัฟริกาบางประเทศ และประชากรบางส่วนของประเทศอินเดียใช้เป็นอาหารหลักเช่นเดียวกับประชากรในเอเชียบริโภคข้าว คุณค่าทางอาหารของข้าวฟ่างจะใกล้เคียงกับข้าวโพด ซึ่งมีสารอาหารและองค์ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ คือ

2.6.1 คาร์โบไฮเดรต ข้าวฟ่างเป็นอาหารจำพวกแป้ง มีสารอาหารคาร์โบไฮเดรต อยู่ประมาณร้อยละ 70 - 90 เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญโดย 1 กรัมให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี่

2.6.2 โปรตีน ข้าวฟ่างมีโปรตีนประมาณร้อยละ 9 โปรตีนจากข้าวฟ่างเป็นโปรตีนที่ไม่สมบูรณ์เพราะขาดกรดอะมิโนที่จำเป็นสำหรับมนุษย์คือ Lysine ซึ่งเป็นกรดอะมิโนที่ธัญพืชทุกชนิดขาด

2.6.3 ไขมัน เมล็ดข้าวฟ่างมีไขมันอยู่ประมาณร้อยละ 2.5 สามารถสกัดเป็นน้ำมันบริโภคได้ โดยเป็นน้ำมันที่มีกรดไขมันที่จำเป็นชนิดไม่อิ่มตัว คือ กรดลิโนเลอิกอยู่สูง กรดนี้จะช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด โดยรวมกับคอเลสเตอรอล เป็น คอเลสตอรอลเอสเทอร์

2.6.4 วิตามิน ข้าวฟ่างมีวิตามินบี 1 และวิตามินบี 2 ในปริมาณ 0.18 - 0.33 มิลลิกรัม คือ 100 กรัม นอกจากนี้ยังมีไนอะซีนในปริมาณถึง 3.9 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม

2.6.5 เกลือแร่ ข้าวฟ่าง มีส่วนประกอบเกลือแร่ที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก แต่มีในปริมาณน้อย (2)

ตารางที่ 2 – 4 ตารางแสดงคุณค่าทางอาหารของข้าวฟ่าง

	ความชื้น (กรัม)	แคลอรี่ (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	ไฟเบอร์ กรัม	โปรตีน (กรัม)	แคลเซียม (มิลลิกรัม)	ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	เหล็ก (มิลลิกรัม)	วิตามิน				
										เอ (I.U.)	บี 1 (มิลลิกรัม)	บี 2 (มิลลิกรัม)	ไนอาซีน (มิลลิกรัม)	ซี (มิลลิกรัม)
ข้าวฟ่าง (Sorghum, whole grain)	12.0	342	3.7	72.7	2.2	10.0	22	242	3.8	0	0.33	0.18	3.9	0
ข้าวฟ่าง, โรงสี (Sorghum, milled)	14.3	357	2.4	74.7	0.6	7.6	17	196	3.6	0	0.10	0.03	3.0	0

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2530 ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทย (12)

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2 – 5 ตารางแสดงคุณค่าอาหารในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม

คุณค่าทางโภชนาการ	ข้าวเจ้า	ข้าวโพด	ข้าวฟ่าง	ข้าวสาลี
ความชื้น (กรัม)	11.8	13.5	14.3	14 □
แคลอรี (ยูนิต)	366	363	357	-
ไขมัน (กรัม)	0.8	1	2.4	2.9*
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	80.4	85.1	74.7	74.1*
ไฟเบอร์ (กรัม)	0.3	0	0.6	2.17 □
โปรตีน (กรัม)	6.4	0.3	7.6	16.0*
แคลเซียม (กรัม)	24	0	17	27.9 □
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	135	0	196	350 □
เหล็ก (มิลลิกรัม)	1.9	0	3.6	3.08 □
วิตามิน บี 1 (มิลลิกรัม)	0.1	0.1	0.1	-
วิตามิน บี 2 (มิลลิกรัม)	0.05	0	0.03	-

ที่มา : กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2530 (12)

* S_1 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร (5)

□ S_2 ข้าวสาลี : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (13)

2.7 การผลิตแป้งข้าวฟ่าง

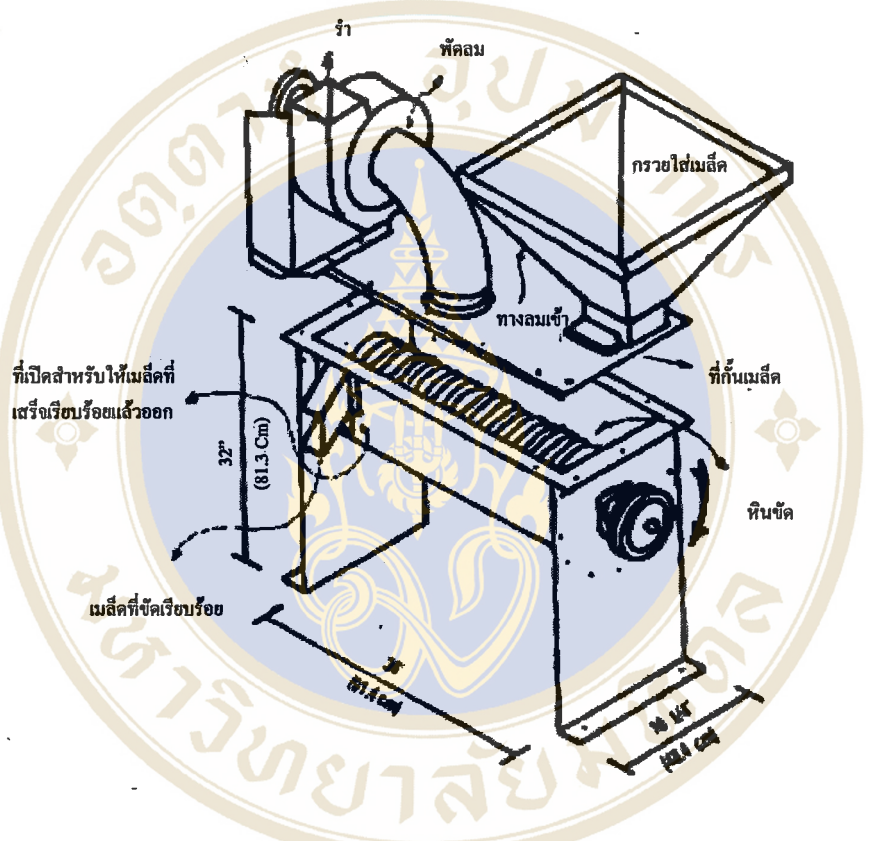
การผลิตแป้งข้าวฟ่าง มีขั้นตอนดังนี้

2.7.1 การแปรรูปข้าวฟ่างนั้นทำทั้งแบบการบดแห้งและการบดเปียก สำหรับการบดข้าวฟ่างแบบแห้ง มีจุดมุ่งหมายเพื่อแยกเปลือกและคัพภะออกจากเนื้อเมล็ด แล้วบดเนื้อเมล็ดให้เป็นแป้ง โดยใช้วิธีการ 2 ขั้นตอนคือ

2.7.1.1 การขัดผิวเมล็ด ด้วยเครื่องขัดเช่นเดียวกับการขัดสีข้าวหรือข้าวบาร์เลย์ แล้วแยกเปลือกและคัพภะออกจากเนื้อเมล็ด โดยการร่อนผ่านตะแกรง

Copyright by Mahidol University

2.7.1.2 การบดเนื้อเมล็ด ส่วนเนื้อเมล็ดที่ผ่านการขัดสี จะเข้าสู่เครื่องบดให้เป็นแป้งหยาบ (grits) หรือแป้งละเอียด (flour) เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมทำเบียร์ หรือผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ (5) เครื่องมือขัดผิวเมล็ดข้าวฟ่าง ซึ่งมีหลาย ๆ แบบ แต่ละแบบจะมีหลักการทำงานคล้าย ๆ กัน คือ ประกอบไปด้วย กรวยใส่เมล็ด (hoper) และหินขัด ซึ่งถูกฉุดให้หมุนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือแรงฉุดจากเครื่องยนต์ ตัวอย่างเครื่องขัดเมล็ดข้าวฟ่างดังแสดงให้เห็นในรูป (2)



รูปที่ 2 – 2 ภาพแสดงไดอะแกรมของเครื่องขัดเมล็ดข้าวฟ่างแบบ PRL Dehuller
ที่มา : Reichert, 1982 ใน (2)

2.7.2 การโม่ทำได้ 2 วิธี คือ

2.7.2.1 วิธีโม่เปียก Wet milling)

2.7.2.2 วิธีโม่แห้ง (Dry milling)

ในปัจจุบันการโม่เปียกไม่นิยมทำกันมากนัก เนื่องจากมีปัญหาหลายประการ ประการแรกแยกแป้งออกจากโปรตีนได้ยาก ประการที่สองแยกคัพภะจากเนื้อข้าวได้ยาก ประการที่สามแป้งมักมีสีทำให้ต้องผ่านกระบวนการฟอกสี ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ยุ่งยาก และประการสุดท้ายผลได้ต่ำมาก (1)

Copyright by Mahidol University

วิธีโม่เปียกมีวิธีการเป็นขั้นตอนดังนี้

เมล็ดข้าวฟ่างที่ขัดเปลือกแล้ว

แช่น้ำ

โม่

ทับน้ำให้แห้ง

ตากหรืออบให้แห้ง

บดหรือโม่

แป้งข้าวฟ่าง

วิธีโม่แห้งทำได้โดยวิธีการดังนี้ คือ

เมล็ดข้าวฟ่างที่ขัดเปลือกแล้ว

บดหรือโม่

แป้งข้าวฟ่าง

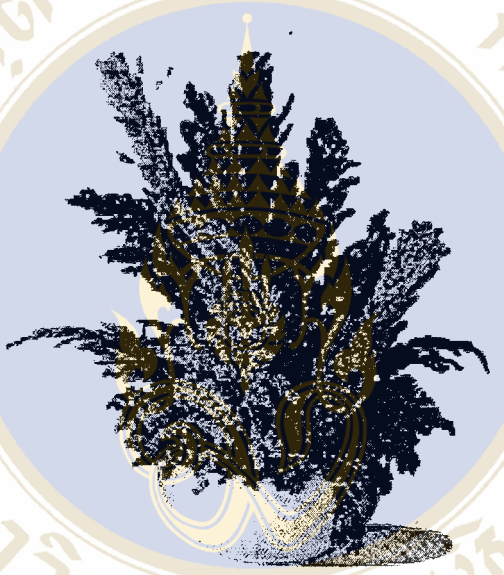
รูปที่ 2 – 3 วิธีโม่แป้ง

Copyright by Mahidol University

2.8 การนำข้าวฟ่างมาใช้ประโยชน์

2.8.1 การทำดอกไม้แห้งจากช่อข้าวฟ่าง

ข้าวฟ่างสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายทาง ทุกส่วนของต้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น เมล็ดใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ และใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ลำต้นสดและใบใช้ เป็นอาหารสดสำหรับสัตว์ และใช้ทำเป็นหญ้าหมัก นอกจากนั้นเมื่อไถกลบลงไปในดินก็จะทำให้โครงสร้างดินดีขึ้น ช่อข้าวฟ่างก็เป็นอีกส่วนที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยการประดิษฐ์เป็นดอกไม้แห้ง (14)



รูปที่ 2 – 4 ภาพที่แสดงดอกไม้แห้งที่ประดิษฐ์จากข้าวฟ่าง (14)

2.8.2 ใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ได้แก่ ผลิตแป้ง น้ำมันบริโภค การใช้เป็นอาหารสัตว์ แป้งข้าวฟ่างที่ผลิตได้ใช้ผสมลงไปในอาหารต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี เช่น ใช้เป็นสารที่ทำให้อาหารคงตัว (stabilizer) ซุป (Soup) และใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมอบต่าง ๆ นอกจากนี้มีการใช้ข้าวฟ่างในอุตสาหกรรมการหมักใช้ผลิตแอลกอฮอล์ น้ำส้มสายชู กรดแลกติก วิตามินบี 2 ยาปฏิชีวนะ ทำมอลท์เพื่อใช้ในการผลิตเบียร์ และทำน้ำเชื่อมกลูโคส (2)

Copyright by Mahidol University

2.9 แหล่งปลูกข้าวสาลีและประเภทของข้าวสาลี

ข้าวสาลี (Triticum spp) เป็นธัญชาติเก่าแก่ที่มนุษย์รู้จักมาแต่โบราณ มีปลูกในประเทศอิหร่าน อียิปต์ กรีก และประเทศยุโรปต่าง ๆ นานมาแล้ว ในปัจจุบันขยายพื้นที่ไปตามส่วนต่าง ๆ ของโลกมากขึ้น แม้แต่ในประเทศไทย ก็มีการทดลองปลูกมานานกว่า 50 ปีแล้ว (15) จนกระทั่งได้มีการศึกษาทดลองเพื่อให้ผลผลิตข้าวสาลีเพิ่มขึ้นโดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ในแปลงเกษตรกร กิ่งอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ เมื่อปี พ.ศ. 2529 ถึง 2533(16) เพราะปัจจุบันมีเกษตรกรทางภาคเหนือปลูกข้าวสาลีเป็นพืชเสริมรายได้มากขึ้นตามลำดับ (15)

ข้าวสาลีที่นิยมปลูกเพื่อบริโภคมี 3 สายพันธุ์ คือ Triticum vulgare หรือTriticum aestivum (5) เป็นพันธุ์ที่ใช้ขนมปัง (bread wheat) (15) มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบประมาณ 9-13% พันธุ์ Triticum Compactum (5) เป็นพันธุ์ที่ใช้ทำขนมเค้ก (15) เพราะเป็นข้าวสาลีชนิดอ่อน ให้เนื้อแป้งที่อ่อนและละเอียดปลูกน้อยกว่าชนิดทั่วไปมีโปรตีนต่ำ 8-11% อาจใช้เป็นแป้งผสมกับข้าวสาลีชนิดทั่วไปทำเป็นแป้งอเนกประสงค์ (5) พันธุ์ Triticum durum คือพันธุ์ที่ใช้ทำมะกะโรนี (15) เพราะเป็นข้าวสาลี ซึ่งมีลักษณะพิเศษคือมีเนื้อแป้งสีเหลืองอัมพันตามธรรมชาติ และมีปริมาณโปรตีนสูงใกล้เคียงกับข้าวสาลีชนิดทั่วไป (5)

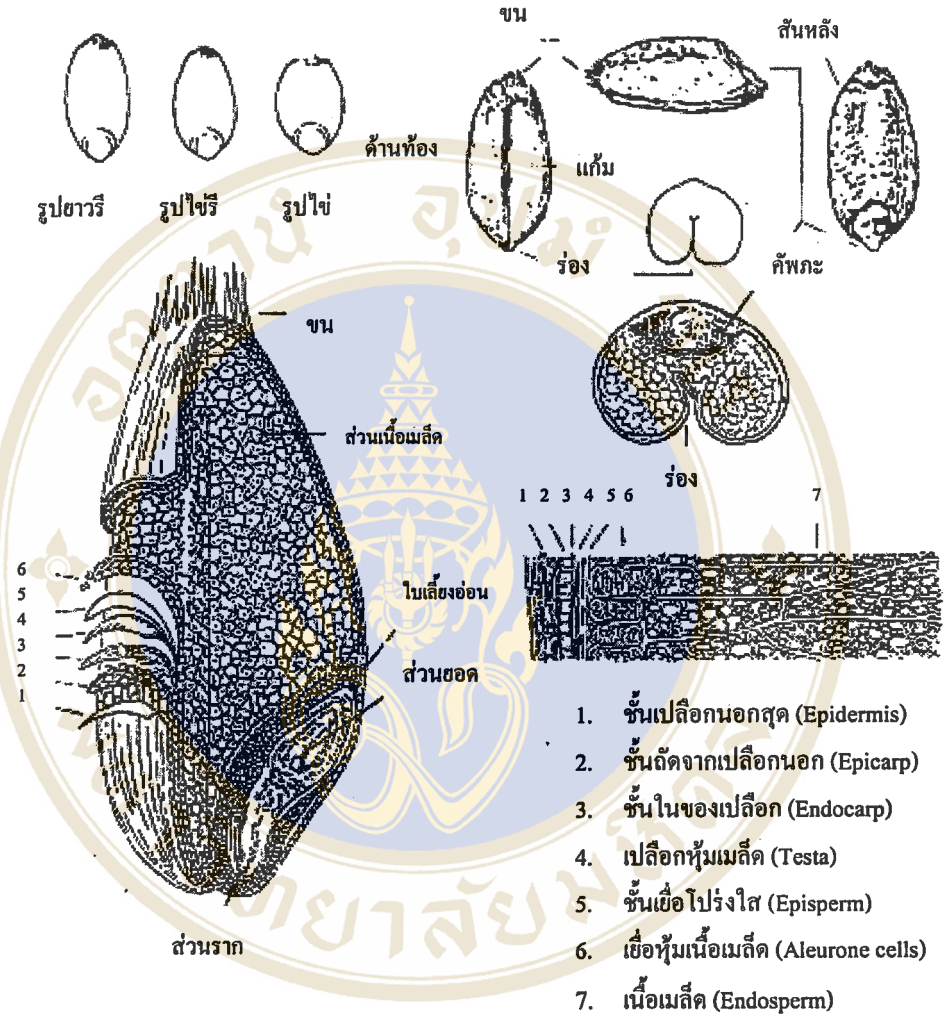
2.10 ลักษณะของเมล็ดข้าวสาลี

ลักษณะของเมล็ดข้าวสาลีที่มนุษย์นำมาบริโภคเป็นส่วนใหญ่ แบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ ด้านสันหลัง (dorsal side) ซึ่งจะเป็นส่วนที่อยู่ติดกับเลมมา (lemma) มีลักษณะโค้งเป็นสัน ส่วนอีกด้านคือด้านท้อง (ventral side) อยู่ติดกับพาเลีย (palea) มีลักษณะเป็นร่อง (crease) โดยที่บริเวณที่อยู่สองข้างร่องจะนูนเรียกว่าแก้ม (cheeks) ทางโคนของเมล็ดด้านสันหลังจะเป็นคัพภะ (germ) และส่วนปลายเมล็ดทางยอดจะมีขนสั้น ๆ (beard) ติดอยู่ เมล็ดข้าวสาลีนี้จะมีความกว้างประมาณ 3 มิลลิเมตร และยาวประมาณ 4-8 มิลลิเมตร รูปร่างยาวรีคล้ายรูปไข่ เมื่อตัดตามขวางจะมีรูปคล้ายหัวใจมีร่องด้านหนึ่ง (รูปที่ 2 – 5 และ รูปที่ 2 – 6) ส่วนต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวสาลีแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ เปลือกหุ้มผลและเมล็ด ดังแสดงในตารางที่ 2 – 5 (13)

Copyright by Mahidol University

ข้าวสาลี

รูปร่างของเมล็ด



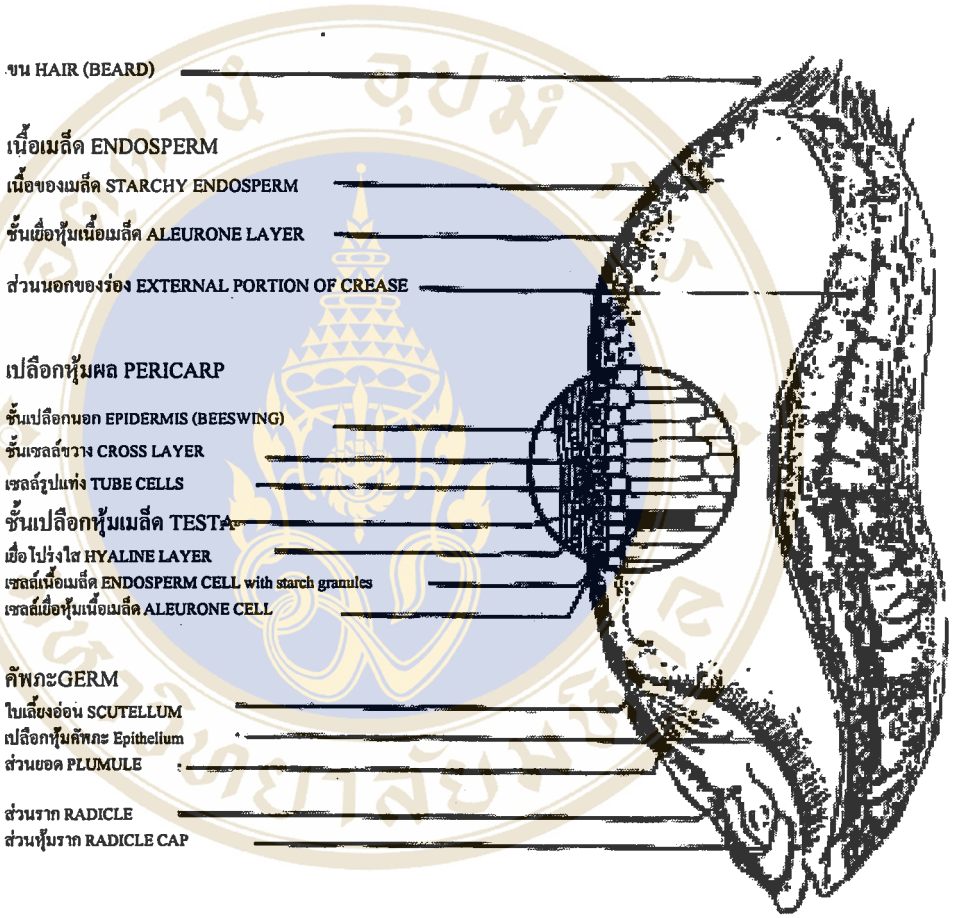
รูปที่ 2 – 5 รูปร่างและภาพตัดขวางของเมล็ดข้าวสาลี

ที่มา : Charley , 1982 (13)

Copyright by Mahidol University

ผล

(Kernel หรือ caryopsis)



รูปที่ 2 – 6 ส่วนต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวสาลี

ที่มา : Kent 1983 ใน 13

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2 – 6 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเมล็ดข้าวสาลี

ผล (Kernel หรือ caryopsis)

รำ (bran)

1. เปลือกหุ้มผล (pericarp หรือ fruit coat)
   - ก. ชั้นนอก
     - ชั้นเปลือกนอกสุด (epidermis หรือ epicarp)
     - ชั้นถัดจากเปลือกนอก (hypoderm)
     - ชั้นของเซลล์ที่มีผนังบาง (remnants of the – walled cells)
   - ข. ชั้นใน
     - เซลล์ระหว่างกลาง (intermediate – cells)
     - เซลล์ขวาง (cross cells)
     - เซลล์รูปแท่ง (tube cells)
2. เมล็ด (seed)
   - ก. เปลือกหุ้มเมล็ดและชั้นของรงควัตถุ
   - ข. เยื่อโปร่งใส (nucellar หรือ hyaline layer)
   - ค. เนื้อเมล็ด (endosperm)
     - เยื่อหุ้มเนื้อเมล็ด (aleurone layer)
     - สตาร์ชในเนื้เมล็ด (starchy endosperm)
   - ง. คัพภะ (germ หรือ embryo)
     - ใบเลี้ยงอ่อน (scutellum หรือ cotyledon)
     - แกนกลางของคัพภะ (embryonic axis)
     - ส่วนยอด (plumule)
     - ส่วนรากแขนง (secondary root)
     - ส่วนรากแก้ว (primary root)
     - รอยต่อ (epiblast)

ที่มา : Kent, 1983 ใน 13

Copyright by Mahidol University

2.9 องค์ประกอบและคุณค่าทางอาหารของข้าวสาลี

เนื้อเมล็ดเป็นส่วนที่มีมากที่สุดในเมล็ดข้าวสาลี จึงทำให้มีองค์ประกอบ ในแต่ละส่วนแตกต่างกันตั้งแต่ส่วนที่อยู่ด้านนอกใกล้กับบริเวณเปลือกไปถึงส่วนกลางของเมล็ด เช่น โปรตีน และเถ้าจะมีมากในเนื้อเมล็ดบริเวณที่อยู่ใกล้เปลือกและมีน้อยกว่าในบริเวณถัดไปตรงข้ามกับคาร์โบไฮเดรตซึ่งจะมีมากในบริเวณที่อยู่ตรงกลาง และส่วนเนื้อเมล็ดนี้เป็นส่วนที่มนุษย์นำมาบริโภคโดยตรงมากที่สุด

คาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลักที่มีในเนื้อเมล็ดมากที่สุดโดยมีสตาร์ชเป็นองค์ประกอบหลักของคาร์โบไฮเดรต (95.8%) ดังตาราง 2 – 6 (13)

ตารางที่ 2 – 7 องค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรตในส่วนต่าง ๆ ของข้าวสาลี

ชนิดของคาร์โบไฮเดรต	ร้อยละในคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด		
	เนื้อเมล็ด	คัพภะ	รำ
ฮีมิเซลลูโลส	2.4	15.3	43.1
เซลลูโลส	0.3	16.8	35.2
สตาร์ช	95.8	31.5	14.1
น้ำตาล	1.5	36.4	7.6
คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด	86.0	50.5	70.0

ที่มา : Pomeranz, 1971 (13)

แป้งสาลีที่โม่หรือบดจากข้าวสาลีทั้งเมล็ด จะมีคุณค่าทางโภชนาการมากกว่าแป้งที่สกัดเฉพาะส่วนเนื้อในเมล็ดยิ่งได้แป้งขาวมากขึ้น ยิ่งมีคุณค่าทางโภชนาการลดลง ดังแสดงในตารางที่ 2 – 7

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 2 – 8 องค์ประกอบของแป้งขนมปังในประเทศอังกฤษ (คิดที่ความชื้น 15%)

	ข้าวสาลีทั้งหมดของอังกฤษ	ข้าวสาลีผสมทั้งเมล็ด	แป้งสีน้ำตาล	แป้งสีขาว
อัตราการสกัด,%	100	100	85-90	72
โปรตีน,%	8.9	12.0	11.8	11.3
ไขมัน,%	2.2	2.4	1.6	1.0
คาร์โบไฮเดรต,%	67.0	64.3	68.5	71.5
เส้นใยหยาบ,%	1.8	2.0	1.09	0.12
เส้นใยอาหาร,%	11.2	11.2	7.87	3.15
เถ้า,%	1.5	1.5	1.37	0.66
ไทอะมีน, มก./100ก.	0.29	0.40	0.42	0.31
กรดนิโคตินิก, มก./100 ก.	4.8	5.5	4.2	2.0
ไรโบฟลาวิน, มก./100 ก.	0.12	0.12	0.06	0.03
แคลเซียม, มก./100 ก.	35	30	150	140
เหล็ก, มก./100 ก.	3.0	3.5	3.6	2.2
โซเดียม, มก./100 ก.	3.4	3.3	4.0	3.0
โพแทสเซียม, มก./100 ก.	361	329	280	130
แมกนีเซียม, มก./100 ก.	106	129	110	36
ทองแดง, มก./100 ก.	0.65	0.625	0.35	0.22
ฟอสฟอรัส, มก./100 ก.	340	345	270	130
คลอรีน, มก./100 ก.	35	37	45	62
แมงกานีส, มก./100 ก.	2.8	3.4	2.5	0.8

ที่มา : Kent, 1983 ใน (13)

Copyright by Mahidol University

2.12 การผลิตแป้งสาลี

กรรมวิธีการผลิตแป้งสาลี คือ แช่ข้าวสาลี แล้วโม่บดให้ละเอียดแช่น้ำกรองเอาตะกอนแป้งออก ฟอกสีให้ขาว ชนิดของแป้งสาลีมีหลายชนิดตามลักษณะที่จะนำไปใช้ให้เหมาะกับผลิตภัณฑ์ขนมต่าง ๆ (17)

ข้าวสาลีที่นำมาโม่เป็นแป้งสาลีนั้นแบ่งเป็น 2 ประเภท ตามความแข็ง และสีของเมล็ด จัดเป็นข้าวสาลีชนิดแข็ง (Hard wheat) กับข้าวสาลีชนิดอ่อน (Soft wheat)

ข้าวสาลีชนิดแข็ง เมื่อนำมาโม่จะได้แป้งสาลีชนิดแข็ง ซึ่งเป็นแป้งที่มีโปรตีนสูง เหมาะสำหรับใช้ในการทำผลิตภัณฑ์พวกขนมปัง (18) ซึ่งจะมีโปรตีนเกิน 18.5 % ขึ้นไป ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี และจะมีเถ้า 0.4 % แป้งขนมปังควรมีการดูดซึมน้ำได้สูง และมีความทนทานต่อการผสมได้ดี ซึ่งหมายถึงว่า สามารถยืดเวลาการผสมได้โดยที่กลูเต็นไม่ฉีกขาด (19) ส่วนข้าวสาลีชนิดอ่อน เมื่อนำมาโม่จะได้แป้งสาลีชนิดอ่อน ซึ่งมีโปรตีนต่ำ (18) กว่า 10% และมีเถ้า 0.4% (19) แป้งจะมีความสามารถในการดูดซึมน้ำ ได้ต่ำกว่าแป้งชนิดแข็ง ไม่เหมาะที่จะทำขนมปัง เพราะไม่สามารถนวดผสมให้เป็นก้อนแป้งได้ แต่จะเหมาะสำหรับใช้ทำผลิตภัณฑ์ขนมเค้กและคุกกี้ (18)

ในการโม่ข้าวสาลีนั้นไม่นิยมขัดสีผิวเมล็ดเพราะข้าวสาลีมีลักษณะเป็นร่องทำให้การขัดสีให้ขาวทั้งเมล็ดยาก จึงต้องใช้วิธีโม่แยกเปลือกออกแล้วจึงบดเนื้อเมล็ดให้เป็นแป้ง ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

2.12.1 การทำความสะอาด เป็นการแยกสิ่งเจือปนและป้องกันการสึกหรอของเครื่องโม่

2.12.2 การปรับสภาพความชื้นของเมล็ด เพื่อให้ข้าวสาลีมีความชื้นที่เหมาะสม ผิวเปลือกดูดความชื้นจนมีความเหนียว ส่วนเนื้อเมล็ดจะร่วน เมื่อเข้าเครื่องโม่จะแยกเปลือกออกจากแป้งได้ง่าย ทำโดยการเติมน้ำลงในข้าวสาลีจนมีความชื้น 16-17% ทิ้งไว้ให้มีความชื้นสมดุลระยะเวลาหนึ่ง (8-72 ชั่วโมง) จึงผ่านไปยังระบบการโม่ต่อไป

2.12.3 การโม่ข้าวสาลี เพื่อแยกเปลือกออกจากเนื้อเมล็ด และบดเนื้อเมล็ดให้ละเอียดเป็นแป้ง

การโม่แป้งสาลี ประกอบด้วยเครื่อง 3 ระบบ คือ

1) ระบบการบด มี 2 ลักษณะคือ ลูกกลิ้งบดแตกมีลักษณะผิวลูกกลิ้งคล้ายฟันเลื่อย จัดเป็นคู่หมุนเข้าหากันด้วยอัตราเร็วต่างกัน ทำให้เกิดแรงดึงฉีกเมล็ดให้แตกออก ส่วนเนื้อที่แยกจากเปลือกจะเข้าสู่คู่ลูกกลิ้งบดละเอียดซึ่งมีผิวเรียบทำการบดเนื้อเมล็ดให้ละเอียดจนเป็นแป้ง

Copyright by Mahidol University

2) ระบบการร่อน เพื่อคัดแยกขนาดของแป้งที่บดจากลูกกลิ้งบดละเอียด แล้วส่งไปยังคู่ลูกกลิ้งที่เหมาะสม หรือแยกเป็นแป้งได้เลย

3) ระบบการทำให้บริสุทธิ์ เป็นการแยกผงรำที่ปนอยู่กับแป้งออกโดยใช้ลมเป่าในการร่อนแยก ทำให้ได้แป้งบริสุทธิ์ขึ้น

2.12.4 การบรรจุ นำแป้งที่โม่ได้ บรรจุลงถังแป้ง เพื่อส่งโรงงาน หรือบรรจุถุงพลาสติกขนาดต่าง ๆ เพื่อส่งขายยังร้านค้าหรือโรงงานขนาดย่อย (5)

รูปที่ 2 – 7 ผลิตภัณฑ์จากแป้งสาลี (5)

แป้งที่มีคุณภาพดีมาจากส่วนเอนโดสปอร์มของเมล็ดเท่านั้น ไม่มีส่วนคัพภะหรือรำเจือปนอยู่เลย บดอย่างละเอียด และร่อนผ่านตะแกรงจนได้ขนาดที่ต้องการ ฟอกสีให้ขาวสะอาดแป้งสาลีที่มีจำหน่ายมีหลายชนิด

1) แป้งสำหรับทำขนมปัง (bread flour) มักทำจากข้าวสาลีอย่างหนัก (20) มีโปรตีนสูง 12-14% โม่จาก ข้าวสาลีชนิดแข็งพวก Hard Red Spring หรือ Hard Red Winter (8) หนัก 112 กรัมต่อหนึ่งถ้วยตวง เหมาะสำหรับทำขนมปังโดยเฉพาะ

2) แป้งทำขนมเค้ก (cake flour) ทำจากข้าวสาลีอย่างเบาเป็นแป้งที่ละเอียดที่สุดมีโปรตีนต่ำ (20) ประมาณ 7% - 9% โม่จากข้าวสาลีชนิดอ่อนพวก Soft Wheat และSoft Red Winter (18) หนัก 96 กรัม ต่อหนึ่งถ้วยตวง เหมาะสำหรับทำขนมเค้กที่สุด

Copyright by Mahidol University

สำนักหอสมุด

3) แป้งสำหรับทำเพสตรี (pastry flour) ทำจากข้าวสาลีอย่างเบา เป็นแป้งที่ค่อนข้างละเอียด หนัก 100 กรัม ต่อหนึ่งถ้วยตวงเหมาะสำหรับทำขนมทุกชนิดยกเว้นขนมปัง

4) แป้งอเนกประสงค์ (all purpose flour) ทำจากข้าวสาลีอย่างหนัก และอย่างเบาปนกัน (20) มีโปรตีน สูงปานกลางประมาณ 10 – 11% (18) หนัก 110 กรัม ต่อหนึ่งถ้วยตวง ทำอาหารได้ทุกชนิด แต่เมื่อใช้ทำเค้กก็ไม่ดีเท่าขนมเค้กที่ทำจากแป้งเค้ก และเมื่อใช้ทำขนมปัง ก็ไม่ดีเท่าขนมที่ทำจากแป้งขนมปังโดยเฉพาะ เมื่อใช้แป้งอเนกประสงค์ทำขนมเค้กควรลดส่วนลง 2 ช้อนโต๊ะต่อแป้ง 1 ถ้วยตวง

5) แป้งที่ขึ้นเอง (self – rising flour) เป็นแป้งที่ใส่ผงฟูในอัตราส่วนที่พอเหมาะ นิยมเติมโซดา และแคลเซียมฟอสเฟสลงไป

6) แป้งเสริมวิตามิน (enriched flour) คือแป้งสาลีที่เติมวิตามินและเกลือแร่ลงด้วย

7) แป้งกลูเตน (gluten flour) เป็นแป้งผสมกลูเตนจนมีโปรตีนประมาณร้อยละ 41 (20)

2.11 ส่วนประกอบทางเคมีของแป้ง (Starch)

แป้งเกิดขึ้นในเนื้อเยื่อของพืชและอยู่ในลักษณะเม็ดแข็ง (Starch granule) ภายในลิวโคพลาสต์ (leucoplast) ของเซลล์แป้งเป็นโมเลกุลใหญ่จัดอยู่ในจำพวกน้ำตาลหลายชั้น (17) แป้งต่างชนิดกันจะมีส่วนประกอบต่างกัน จึงทำให้แป้งมีคุณสมบัติทั้งทางด้านคุณค่าทางโภชนาการ ทางด้านเคมี และทางด้านกายภาพ ต่างกันด้วยโดยทั่วไปแป้งจะมีส่วนประกอบของคาร์โบไฮเดรตมากที่สุด รองลงมาคือโปรตีน นอกจากนี้มีไขมัน เซลลูโลส เถ้า ไวตามิน สารสีเอนไซม์ ความชื้นหรือน้ำมีประมาณ 2-3% คาร์โบไฮเดรตในแป้งอยู่ในรูปของแป้งสตาร์ช (21) โครงสร้างของแป้งประกอบด้วยกลูโคส หลายหน่วยมาเชื่อมต่อกันเป็นเส้นขาว แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

2.13.1 อะมิโลส (amylose) ประกอบด้วยกลูโคส ประมาณ 200-2,100 หน่วย เกาะกันเป็นเส้น

2.13.2 อะมิโลเพคติน (anylopectin) ประกอบด้วยกลูโคส เกาะกันเป็นแขนง ๆ ละ 20-25 หน่วย (17)

Copyright by Mahidol University

i 13079887

ตารางที่ 2 – 9 ความแตกต่างระหว่าง อะมิโลส และ อะมิโลเพกติก

อะมิโลส	อะมิโลเพกติก
1. ละลายน้ำได้ดีกว่า	1. ละลายน้ำได้น้อยกว่า
2. เมื่อต้มในน้ำหนืดข้นน้อยกว่าแต่ขุ่นกว่า	2. หนืดข้นมากกว่า และใส
3. ให้สีน้ำเงินแก่กับไอโอดีน	3. ให้แดงม่วงหรือสีน้ำตาล
4. ประกอบด้วยโมเลกุลที่ต่อกันเป็นเส้นตรง	4. โมเลกุลต่อกันคล้ายกิ่งไม้
5. ประกอบด้วยกลูโคส 200 – 2,100 หน่วย	5. แต่ละกิ่งมีกลูโคส 20-25 หน่วย
6. ต้มแล้วทิ้งไว้จับเป็นวุ้นได้	6. ไม่จับตัวเป็นวุ้น

ที่มา : ศิริลักษณ์ สินธวาลัย 2525 : 80 ใน (17)

แป้งจากพืชต่างชนิดกันสัดส่วนของอะมิโลส และอะมิโลเพคตินต่างกัน แป้งที่มีอะมิโลเพคตินมาก จะให้แป้งเปียกที่หนืดใส ข้นมาก ถ้าต้องการลักษณะอาหารให้เหนียวข้น แต่ไม่เป็นวุ้น เช่นไส้ของพาย น้ำผัดราดหน้า เต้าส่วน ก็ควรใช้แป้งที่มีอะมิโลเพคตินสูง ปกติแล้วแป้งที่ได้จากพวกรากจะมีอะมิโลเพคตินสูงกว่า ที่ได้จากเมล็ดธัญพืช (21)

ตารางที่ 2 – 10 ปริมาณอะมิโลสที่มีอยู่ในแป้งชนิดต่างๆ

ร้อยละ

ชนิดของแป้ง	ปริมาณอะมิโลส
แป้งข้าวโพด	26
แป้งข้าวบาร์เลย์	27
แป้งข้าวฟ่าง	27
แป้งสาลี	25
แป้งมันฝรั่ง	23
แป้งมันเทศ	20
แป้งมันสำปะหลัง	18

ที่มา : Whistler ,R.D. and Smart, C.L., Polysaccharide Chemistry, Academic Press, Inc. New York, 1953, p.242 ใน (20)

Copyright by Mahidol University

2.14 สิ่งที่มีผลต่อการหุงต้มแป้ง

2.14.1 ความเข้มข้นของแป้ง ยิ่งมากยิ่งหนืดข้นมาก เพราะเม็ดแป้งพองตัวแต่ถ้ามากเกินไป แป้งบางส่วนไม่ได้รับน้ำก็จะไม่พองตัว (21)

2.14.2 ชนิดของแป้ง แป้งแต่ละชนิดเกิดการเป็นวุ้นได้ดีไม่เท่ากัน แป้งที่มีอะมิโลเพกตินมาก อุ้มน้ำได้มากกว่า (17) จะข้นใสส่วนแป้งที่มีอะมิโลสมากกว่าจะขุ่นข้นน้อยกว่า และจับตัวคล้ายวุ้นได้

2.14.3 อุณหภูมิและเวลาในการต้มแป้ง ถ้าไฟแรงจะได้แป้งเปียกที่ข้นกว่า และเป็นเงาใส (21) เม็ดแป้งที่มีขนาดใหญ่จะพองตัวและใสขึ้นที่อุณหภูมิต่ำกว่าเม็ดแป้งที่มีขนาดเล็กกว่า

2.14.4 การคน เมื่อแรกให้ความร้อนควรจะคนเพื่อให้แป้งกระจายไปทั่ว จะช่วยเร่งการเกิดเป็นวุ้น แต่ถ้าคนแรงเกินไปหรือนานเกินไปจะทำให้โมเลกุลของอะมิโลเพกตินขาดได้เช่นกัน จึงทำให้แป้งเปียกที่ได้เหลว (17) จะดูใสขึ้นหรือที่เรียกว่าแป้งคืนตัว

2.14.5 ความเป็นกรดด่างจะทำให้เม็ดแป้งสลายตัวให้ส่วนที่เล็กลงจึงมีผลต่อการพองตัว ความข้นลดลง แม้จะพองตัวใสเร็ว ถ้าจะต้องใส่สิ่งมีฤทธิ์เป็นกรดในส่วนผสมแป้งกวน เช่น ไส้พายมะนาว ควรเติมน้ำมะนาวในตอนท้าย (21)

2.14.6 สารอื่น ๆ การเติมน้ำตาลทำให้วุ้นที่ได้ใสและนุ่มขึ้นแต่การเติมมากเกินไปน้ำตาลไปรวมตัวกับน้ำแทนแป้ง วุ้นจึงไม่แข็งเท่าที่ควร การเติมกรดจะทำให้วุ้นที่ได้เหนียวลดลงเพราะกรดจะย่อยสลายโมเลกุลของอะมิโลเพกติน (17)

2.15 คุณลักษณะของแป้งสาลี และหน้าที่ของแป้งที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ส่วนใหญ่แล้วแป้งสาลี เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการช่วยให้เกิดโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์คงรูปอยู่ได้เมื่ออบเสร็จเป็นส่วนผสมหลักที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทุกชนิด และเพื่อที่จะทำผลิตภัณฑ์ให้ได้ผลดี ควรใช้แป้งที่มีคุณลักษณะดังนี้

2.15.1 สีของแป้ง (Color) สีของแป้งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แป้งที่ดีควรมีสีขาว ซึ่งต้องผ่านการฟอกสีก่อน

2.15.2 กำลังของแป้ง (Strength) หมายถึงพลังที่แป้งสามารถจะอุ้มก๊าซที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักได้ดี เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีการขึ้นฟู และมีปริมาตรดี

Copyright by Mahidol University

2.15.3 ความทนต่อสภาพต่าง ๆ ของแป้ง (Tolerance) หมายถึงลักษณะของแป้งที่มีความสามารถทนต่อสภาพการผสมนาน ๆ ทนต่อการรีด และกระบวนการอื่นๆ โดยที่กลูเต็นไม่ฉีกขาด จะทำให้แป้งหมักได้นาน และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาตรดี

2.15.4 ความสามารถในการดูดซึมน้ำของแป้งสูง (High Water Absorption) แป้งที่ดูดซึมน้ำได้มากจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาตรมากขึ้น เนื้อในขนมไม่แห้ง ทำให้มีคุณภาพในการเก็บได้ดี

2.15.5 ความสม่ำเสมอเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของแป้ง (Uniformity) หมายถึง ความสม่ำเสมอของสี ขนาดของเม็ดแป้ง และทั่ว ๆไป มีผลที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำแต่ละครั้งไม่เหมือนกัน (18)

2.16 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากความพยายามในการที่จะนำเอาข้าวฟ่างมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะการนำมาประกอบอาหาร โดยอาศัยพื้นฐานจากข้อสังเกตเบื้องต้นที่ประเทศไทย เป็นประเทศที่สามารถปลูกข้าวฟ่างได้ดี ในหลาย ๆ พื้นที่และเป็นพืชที่มีความสามารถในการให้ผลผลิตค่อนข้างสูง (8) ตามที่ได้กล่าวในรายละเอียดแล้วข้างต้น จึงทำให้มีผู้สนใจศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับข้าวฟ่างไว้ดังนี้

ศิวาพร, เนื้อทอง, วิชัย และ กฤษฎา (2523) ได้รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาการใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวฟ่างในการทำคุกกี้ โดยทดลองนำแป้งที่ทำจากข้าวฟ่าง 4 พันธุ์ มาทำคุกกี้แป้งผสมระหว่างแป้งข้าวฟ่างกับแป้งสาลี พบว่าข้าวฟ่างพันธุ์ L– Hegari สามารถใช้ผสมได้ถึงร้อยละ 50 แล้วคุณภาพยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ข้าวฟ่างพันธุ์ High Lysine กับแป้งสาลีจะมีสีใกล้เคียงกับคุกกี้ที่ทำจากแป้งสาลีล้วน และผสมได้ถึงร้อยละ 75 แป้งข้าวฟ่างพันธุ์ KU92 ผสมกับแป้งสาลีคุกกี้ที่ได้จะมีสีออกน้ำตาล และมีรสขมเล็กน้อย และสามารถผสมได้ถึงร้อยละ 50 แป้งข้าวฟ่างพันธุ์ Local Indian ผสมกับแป้งสาลีคุกกี้ที่ได้จะมีสีคล้ายแป้งสาลี และสามารถใช้แป้งข้าวฟ่างผสมถึงร้อยละ 75 แล้วคุกกี้ที่ได้ยังมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (3)

นอกจากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการทำคุกกี้แป้งผสมระหว่างแป้งข้าวฟ่างกับแป้งสาลีแล้ว ด้วยเหตุผลที่ว่าแป้งข้าวฟ่างมีปริมาณโปรตีนน้อย ก่อนหน้านั้น ปิยนันท์ (2520) ได้ทำการศึกษาวิจัย การใช้แป้งข้าวฟ่างในการทำคุกกี้เสริมโปรตีนเพราะคุกกี้ที่ทำจากแป้งข้าวฟ่างผสมกับแป้งสาลีมีปริมาณโปรตีนน้อยร้อยละ 5 – 6 จึงเสริมด้วยงา ปลาป่น แป้งถั่วเหลือง ที่สกัดเอาไขมันออก และแป้งถั่วเหลืองชนิดไขมันเต็มในแป้งข้าวฟ่าง 4 พันธุ์ โดยการจัดระดับของแป้งข้าวฟ่างและแหล่งโปรตีนเหล่านี้ ให้มีโปรตีนในคุกกี้โดยเฉลี่ยร้อยละ 10 – 12 พบว่าการใส่ปลาป่น แป้งถั่วเหลืองที่

Copyright by Mahidol University

สกัดเอาไขมันออก และแป้งถั่วชนิดไขมันเต็มในคุกกี้ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และมีคุณค่าทางอาหารสูง (22)

ศิวาพร (2537) ได้ศึกษาทดลองผลิตมะกะโรนีข้าวฟ่างโดยใช้แป้งข้าวฟ่างผสมแป้งสาลีในอัตราส่วนต่าง ๆ พบว่า มะกะโรนี ที่ผู้บริโภคยอมรับนั้น สามารถใช้แป้งข้าวฟ่างผสมได้สูงถึงร้อยละ 25 ส่วน ผลจากการวิเคราะห์สารที่ละลายน้ำเมื่อต้มน้ำหนัก หลังจากต้มแล้วและการพองตัวของมะกะโรนีข้าวฟ่าง ปรากฏว่า ได้มาตราฐานตามมาตราฐานผลิตภัณฑ์มะกะโรนี ของสำนักงานมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.475-2526) สำหรับสีของมะกะโรนีข้าวฟ่างจะคล้ำกว่ามะกะโรนีแป้งสาลี อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งจะอยู่ในช่วง 50-55° ซ. (23)

นอกจากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำเอาแป้งข้าวฟ่างมาทดแทนแป้งสาลีในการทำคุกกี้ คุกกี้เสริมโปรตีน หรือ การผลิตมะกะโรนีข้าวฟ่างแล้วยังได้มีการวิจัย และทดลองนำเอาแป้งข้าวฟ่างมาแปรรูปเป็นอาหารอีกหลายชนิดทั้งอาหารคาวและอาหารหวาน โดยเฉพาะการนำเอาแป้งข้าวฟ่างมาทดแทนแป้งข้าวเจ้าและแป้งชนิดอื่นด้วย

ศิวาพร (2533) ได้พัฒนาแปรรูปแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งข้าวเจ้าในการทำผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวข้าวฟ่าง ในอัตราส่วนข้าวฟ่างต่อปลายข้าว 1:1 (24)

ศิวาพร, เนื้อทอง, วิชัย และ กฤษฎา (2533) ได้พัฒนา ผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดที่ใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งชนิดอื่น เช่น การใช้แป้งข้าวฟ่างกับแป้งมัน ในอัตราส่วน 1:1 ทดแทนแป้งข้าวเหนียว ในการทำขนมบัวลอยเผือก ครองแครงกะทิสด

การใช้แป้งข้าวฟ่างกับแป้งข้าวเหนียวในอัตราส่วน 1:1 ในการทำขนมต้มขาว ขนมเหนียว ขนมถั่วแปบ แป้งจี่หวาน ขนมเข่ง ขนมเทียน

การใช้แป้งข้าวฟ่างกับแป้งข้าวเจ้า ในอัตราส่วน 1:1 ทดแทนแป้งมันในการทำข้าวเกรียบ (3)

ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก (2535) ได้ศึกษาวิจัยการใช้ข้าวเพื่อทำขนมไทย เพื่อหาคุณสมบัติทางเคมี และศึกษาผลการเก็บรักษาข้าวที่มีความเหมาะสมในการทำขนมแต่ละประเภท ซึ่งจะเป็นข้อมูลในการเลือกข้าวให้เหมาะสม ในการทำขนมชนิดนั้น และคุณสมบัติทางเคมีของแป้งที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการเก็บรักษาซึ่งจะมีผลกระทบกับคุณภาพของขนม (25)

อภิรดี และ อัครวุฒิ (2538) ได้ทำการทดลองนำแป้งถั่วมะแฮะไปผสมในการทำเส้นบะหมี่ โดยในอัตราส่วนของเส้นบะหมี่มีแป้งมะแฮะผสมอยู่ร้อยละ 20 ผลการทดลองพบว่า คุณภาพของเส้นบะหมี่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค (26)

Copyright by Mahidol University

วิเชียร (2525) ได้ทดลองนำแป้งถั่วมะแฮะมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ซ่าหริ่ม ปรากฏว่า ซ่าหริ่มที่ทำจากแป้งถั่วมะแฮะพันธุ์ต่าง ๆ เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เช่นเดียวกับซ่าหริ่มที่ทำจากแป้งถั่ว (27)

สมชาย (2522) ได้ทดลองใช้แป้งถั่วมะแฮะผสมกับแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 10 ทำคุกกี้ ผลปรากฏว่า ผลิตภัณฑ์คุกกี้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในด้านต่าง ๆ เช่น สี กลิ่น รสชาด และความกรอบ แม้จะเก็บไว้นานถึง 45 วัน (28)

Copyright by Mahidol University

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ในการทดลองทำผลิตภัณฑ์ขนม 4 ชนิด โดยใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีตามอัตราส่วนสูตรผสมแป้งข้าวฟ่างต่อแป้งสาลีในระดับที่แตกต่างกัน และหาการยอมรับในผลิตภัณฑ์แต่ละระดับ

3.2 ประชากรและการสุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร ผู้ทดสอบชิมที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนหญิงระดับชั้น ปวช. (ประกาศนียบัตรวิชาชีพ) กลุ่มผู้เรียนประเภทวิชาคหกรรม จำนวน 240 คน จากวิทยาลัยอาชีวศึกษาสระบุรี โดยวิธีสุ่ม ผู้ทดสอบชิม (Paired Difference Test) จำนวน 20 คน ให้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิด ๆ ละ 3 ครั้ง

3.2.2 วิธีสุ่ม ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบชิมเป็นผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ผลิตขึ้นและสุ่ม
ชิมโดย วิธีสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling)

- สุ่มหมายเลขตัวอย่างอาหารจากรหัสตัวอย่างผลิตภัณฑ์โดย Table of random number
- สุ่มลำดับตัวอย่างผลิตภัณฑ์โดย Table of random numbers permutation of nine

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และคุณภาพของเครื่องมือ

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบทดสอบชิมโดยผู้ทดสอบการชิมเป็นเครื่องวัดจากแบบประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์แบบ Hedonic Rating Scale

3.4.2 คุณภาพของเครื่องมือ วิเคราะห์โดยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบชิมมาหาค่า

Copyright by Mahidol University

ความแปรปรวนโดยวิเคราะห์ความแตกต่างของแต่ละระดับ (สูตรส่วนผสม) โดยใช้วิธี Duncan'New Multiple Range Test (DMRT)

3.4 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

3.4.1 ขั้นตอนการเตรียมการศึกษาหาข้อมูลเบื้องต้นและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำการศึกษาทดลองจากข้อมูลทุติยภูมิโดยเฉพาะเรื่องข้าวฟ่าง กระบวนการผลิตแป้งข้าวฟ่าง ประโยชน์ของแป้งข้าวฟ่างกับการพัฒนานำมาทำเป็นอาหารของคนที่นอกเหนือจากการนำข้าวฟ่างมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารสัตว์ คุณค่าทางโภชนาการของแป้งข้าวฟ่างตลอดจนศึกษาถึงกระบวนการผลิต ในการทำผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ จากแป้งข้าวฟ่างโดยการค้นคว้าจากห้องสมุดหรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ห้องสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และขอข้อมูลจากสถาบันที่เคยทำการวิจัยและทดลอง เช่น สถาบันวิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี

3.4.2 ขั้นตอนการสำรวจข้อมูล

3.4.2.1 การสำรวจกระบวนการเตรียมแป้งข้าวฟ่าง ก่อนการทำผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมทั้ง 4 ชนิด

3.4.2.2 ศึกษาและวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และองค์ประกอบคุณค่าทางโภชนาการของข้าวฟ่าง

3.4.2.3 ศึกษาอัตราส่วนสูตรส่วนผสมระหว่างร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลีในอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อกระบวนการและวิธีการผลิต ซึ่งทำการศึกษาโดยทดลองทำผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมทั้ง 4 ชนิด แต่ละชนิดจะทำการทดลองทำผลิตภัณฑ์ละ 5 สูตรส่วนผสม โดยวางแผนการทดลองในขั้นตอนนี้ 2 ซ้ำ แล้วใช้แบบสอบถาม กับผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์เป็นเครื่องวัด

3.4.2.4 สำรวจคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมทั้ง 4 ชนิด ที่ได้จากกระบวนการตามข้อ 3.4.2.3 โดยการตรวจวัดคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์มาตราฐานมีจำหน่ายในท้องตลาด โดยการวางแผนการสำรวจในขั้นตอนนี้ 3 ซ้ำ

3.4.2.5 บันทึกการใช้ทรัพยากรที่ใช้ในกระบวนการผลิต จากผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมทั้ง 4 ชนิด ตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มต้นการผลิตจนจบกระบวนการ เช่น การใช้ปริมาณเชื้อเพลิง กระแสไฟฟ้า รวมถึงปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในแต่ละผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

3.4.3 ขั้นตอนการทดลองและออกข้อกำหนด

3.4.3.1 การศึกษาการใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวฟ่างเพื่อทดแทนแป้งสาลีใน

Copyright by Mahidol University

การทำผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนม ในจำนวนขนมทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ กะหรี่พัฟฟ์ โดนัท ครองแครง กรอบ และขนมกลีบลำดวน เพื่อหาชนิดขนมที่เหมาะสมสำหรับการประกอบการเพื่อพัฒนาเป็นอุตสาหกรรมครัวเรือนนี้ จะทำการทดลองโดยหาระดับปริมาณอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่างที่เหมาะสมที่ทดแทนแป้งสาลีจากสูตรเดิมร้อยละ 100 ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนม ทั้ง 4 ชนิด โดยแต่ละชนิดจะทำการทดลองหาระดับปริมาณอัตราส่วน เป็น 5 สูตร ทั้งนี้เพื่อหาการยอมรับโดยใช้การทดสอบชิมประเมินทางด้าน สี กลิ่น รสชาด ตลอดจนลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ปรากฏ

3.4.4 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ก. ตัวแปรอิสระ

- ประเภทของแป้งข้าวฟ่าง (ใช้แป้งข้าวฟ่างพันธุ์อู่ทอง 1)
- ประเภทของแป้งสาลี (ใช้แป้งสาลีที่มีจำหน่ายตามท้องตลาด)
- จำนวนร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง
- จำนวนร้อยละของแป้งสาลี
- ชนิดของผลิตภัณฑ์ที่จะทำการวิจัย

ข. ตัวแปรตาม

- รสชาดของผลิตภัณฑ์
- กลิ่นของผลิตภัณฑ์
- สีของผลิตภัณฑ์
- การยอมรับของผู้บริโภค

การทดลองในขั้นตอนนี้จะทำการทดลอง 2 ซ้ำ(replication) ใช้แผนการทดลอง ในอัตราส่วนผสมตามตาราง ที่ 3 – 1

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 3 – 1 อัตราส่วนสูตรผสมแป้ง 2 ชนิดที่ใช้ในการทดลอง

หน่วย : เปอร์เซ็นต์

สูตรส่วนผสมแป้ง สูตรที่	อัตราส่วนสูตรส่วนผสมแป้ง 2 ชนิดใน 100 เปอร์เซ็นต์		สัญลักษณ์ กำหนดเพื่อการวิจัย
	แป้งข้าวฟ่าง	แป้งสาลี	
1	0	100	X_1
2	25	75	X_2
3	50	50	X_3
4	75	25	X_4
5	100	0	X_5

ตารางที่ 3 – 2 แผนการทดลองโดยใช้แป้งข้าวฟ่าง

หน่วย : ชิ้น

สูตรส่วนผสมแป้ง สูตรที่	จำนวนขนมกะหรี่พัฟพ์		จำนวนโดนัท		จำนวนครองแครงกรอบ		จำนวนกลีบลำดวน	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
1	50	50	50	50	50	50	50	50
2	50	50	50	50	50	50	50	50
3	50	50	50	50	50	50	50	50
4	50	50	50	50	50	50	50	50
5	50	50	50	50	50	50	50	50

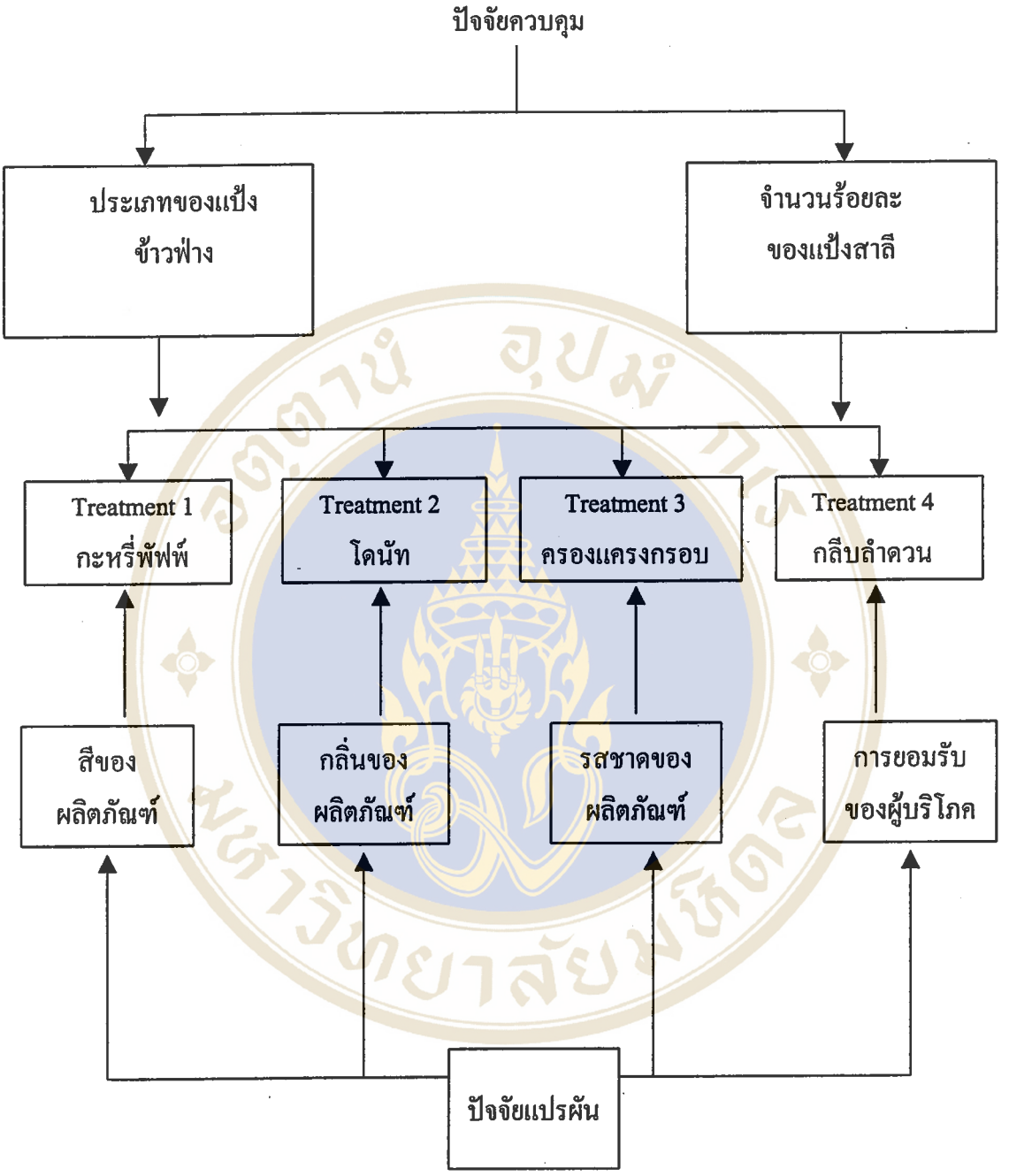
Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 3 – 3 แผนการทดลองโดยใช้แป้งสาลี

หน่วย : ชิ้น

สูตรส่วนผสมแป้งสูตรที่	จำนวนขนมกะหรี่พัฟฟ์		จำนวนโดนัท		จำนวนครองแครงกรอบ		จำนวนกลีบลำดวน	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
1	50	50	50	50	50	50	50	50
2	50	50	50	50	50	50	50	50
3	50	50	50	50	50	50	50	50
4	50	50	50	50	50	50	50	50
5	50	50	50	50	50	50	50	50

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3-1 แสดงแผนการทดลองในการทำผลิตภัณฑ์ขนม 4 ชนิด
โดยใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี

Copyright by Mahidol University

การทดลองการทำผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมทั้ง 4 ชนิด โดยใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี มีลำดับขั้นการทดลองดังต่อไปนี้

ก. **การทำผลิตภัณฑ์ขนม กะหรี่พัฟฟ์** ใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี (Treatment 1) โดยการทดลองหาอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวฟ่างกับแป้งสาลีในปริมาณที่เหมาะสมตามขั้นตอนการผลิต คือ

Treatment 1.1 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 0 ต่อแป้งสาลี ร้อยละ 100

Treatment 1.2 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 25 ต่อแป้งสาลี ร้อยละ 75

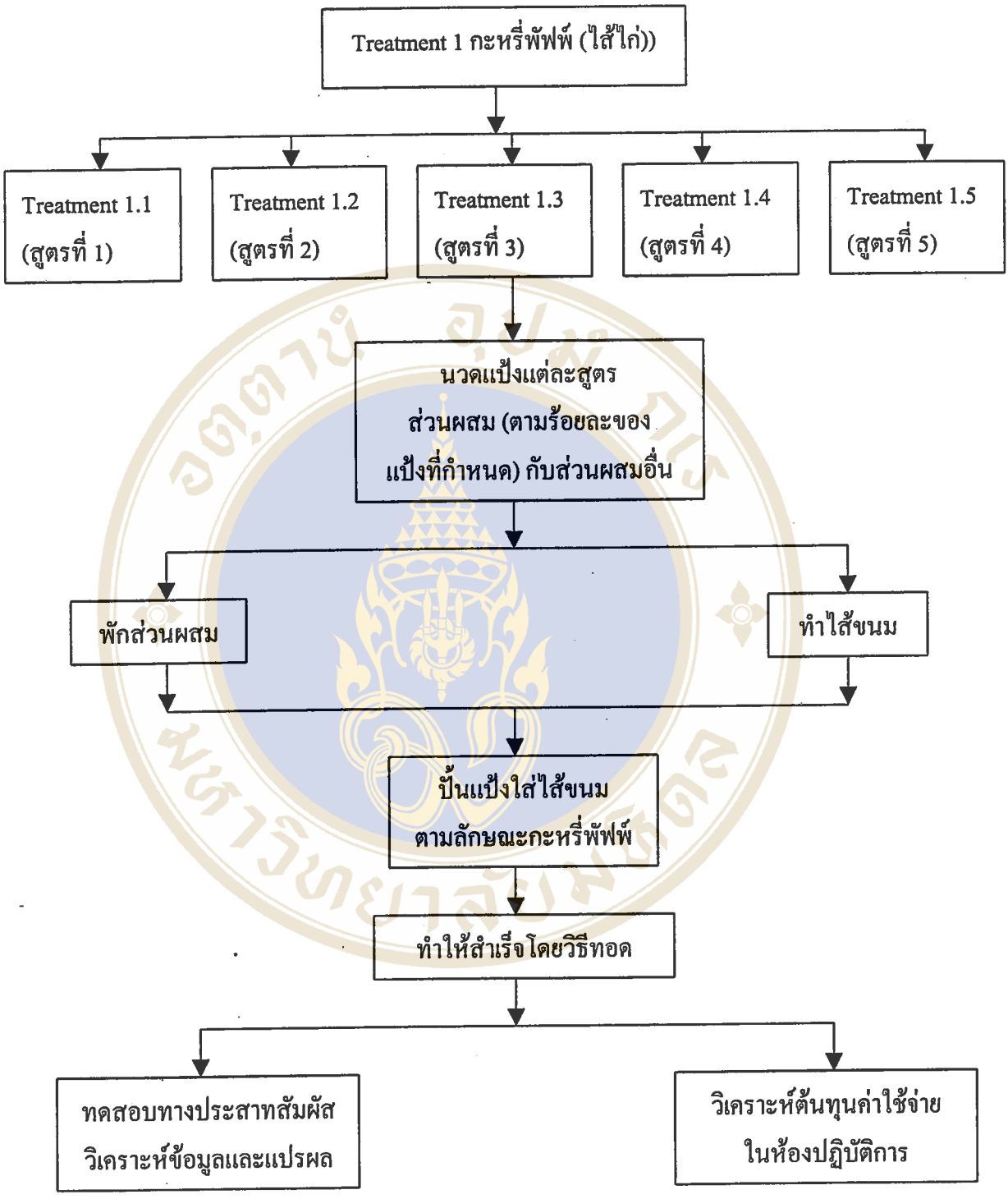
Treatment 1.3 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 50 ต่อแป้งสาลี ร้อยละ 50

Treatment 1.4 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 75 ต่อแป้งสาลี ร้อยละ 25

Treatment 1.5 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 100

- ขั้นตอนการนวดแป้งกับส่วนผสมอื่นจาก Treatment 1.1 ถึง Treatment 1.5 โดยมีกระบวนการและการใช้วัตถุดิบที่เหมือนกัน
- ขั้นตอนการพักส่วนผสมกำหนดระยะเวลาเท่ากันตั้งแต่ Treatment 1.1 ถึง Treatment 1.5
- ขั้นตอนการทำไส้ขนม ใช้สูตรส่วนผสมเดียวในการนำไปใช้กับ Treatment 1.1 ถึง Treatment 1.5
- ขั้นตอนการปั้นแป้ง และใส่ไส้ขนมตามลักษณะกะหรี่พัฟฟ์ใช้กระบวนการเดียวกันตั้งแต่ Treatment ที่ 1.1 ถึง Treatment 1.5
- ขั้นตอนการทำให้สำเร็จโดยวิธีทอดใช้กระบวนการเดียวกันตั้งแต่ Treatment 1.1 ถึง Treatment 1.5
- ทดสอบทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ข้อมูลและแปรผล
- วิเคราะห์ต้นทุนค่าใช้จ่ายในห้องปฏิบัติการ ตามตารางที่ 3-2

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3 – 2 ขั้นตอนการทดลอง ทำผลิตภัณฑ์ที่ 1กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) (Treatment 1) ทดลองทำ 2 ซ้ำ

Copyright by Mahidol University

ข. การทำผลิตภัณฑ์ขนม โดนัท ใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี (Treatment 2) โดยการทดลองหาอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวฟ่างกับแป้งสาลี ในปริมาณที่เหมาะสมตามขั้นตอนการผลิต คือ

Treatment 2.1 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 0 ต่อแป้งสาลี ร้อยละ 100

Treatment 2.2 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 25 ต่อแป้งสาลี ร้อยละ 75

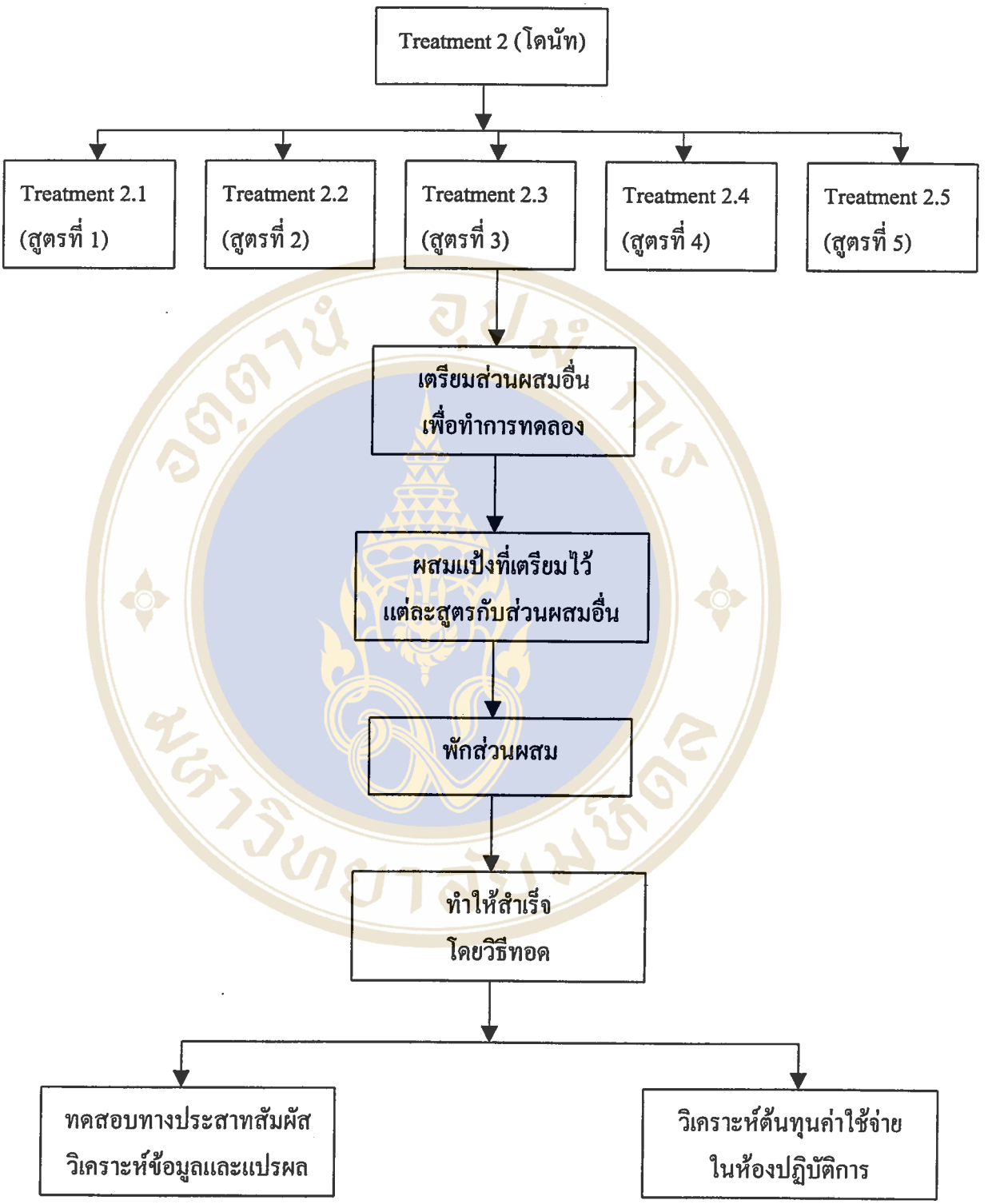
Treatment 2.3 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 50 ต่อแป้งสาลี ร้อยละ 50

Treatment 2.4 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 75 ต่อแป้งสาลี ร้อยละ 25

Treatment 2.5 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 100

- ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสมอื่นเพื่อใช้ประกอบการทดลองทำผลิตภัณฑ์ขนมโดนัทตั้งแต่ Treatment 2.1 ถึง Treatment 2.5
- ขั้นตอนการผสมแป้งตามอัตราส่วนตั้งแต่ Treatment 2.1 ถึง Treatment 2.5 กับส่วนผสมอื่น
- ขั้นตอนการพักส่วนผสม โดยกำหนดระยะเวลาเท่ากันตั้งแต่ Treatment 2.1 ถึง Treatment 2.5
- ขั้นตอนการทำให้สำเร็จโดยวิธีทอด ใช้กระบวนการเดียวกันตั้งแต่ Treatment 2.1 ถึง Treatment 2.5
- ทดสอบทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ข้อมูลและแปรผล
- วิเคราะห์ต้นทุนค่าใช้จ่ายในห้องปฏิบัติการตามตารางที่ 3-3

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3 – 3 ขั้นตอนการทดลอง ทำผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัท (Treatment 2) ทดลองทำ 2 ซ้ำ

Copyright by Mahidol University

ค. การทำผลิตภัณฑ์ขนมครองแครงกรอบ ใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี (Treatment 3) โดยการทดลองหาอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวฟ่างกับแป้งสาลี ในปริมาณที่เหมาะสม ตามขั้นตอนการผลิต คือ

Treatment 3.1 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 0 ต่อแป้งสาลี ร้อยละ 100

Treatment 3.2 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 25 ต่อแป้งสาลี ร้อยละ 75

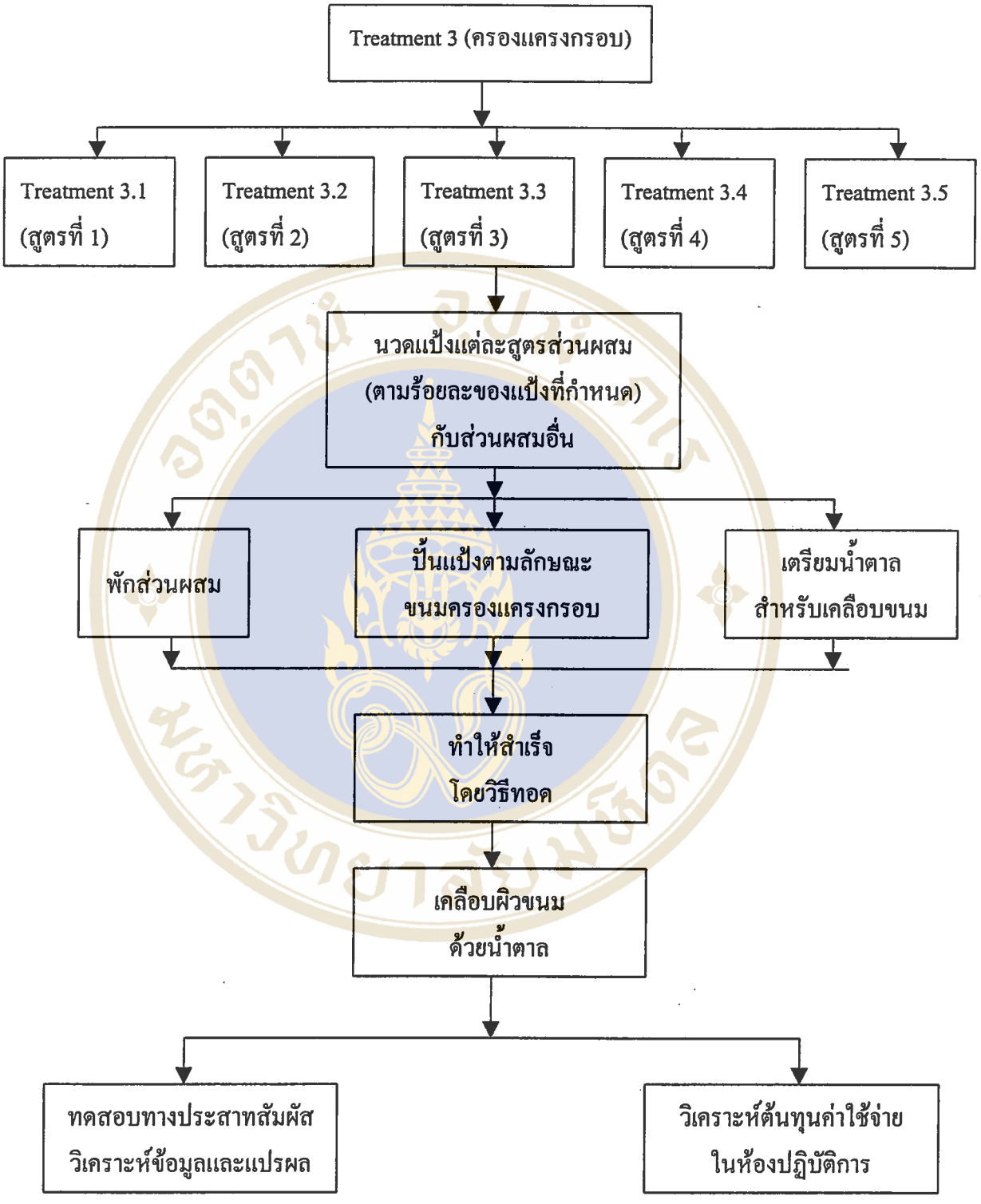
Treatment 3.3 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 50 ต่อแป้งสาลี ร้อยละ 50

Treatment 3.4 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 75 ต่อแป้งสาลี ร้อยละ 25

Treatment 3.5 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 100

- ขั้นตอนการนวดแป้งกับส่วนผสมอื่นจาก Treatment 3.1 ถึง Treatment 3.5 โดยมีกระบวนการและการใช้วัตถุดิบที่เหมือนกัน
- ขั้นตอนการพักส่วนผสม โดยกำหนดระยะเท่ากันตั้งแต่ Treatment 3.1 ถึง Treatment 3.5
- ขั้นตอนการเตรียมน้ำตาลสำหรับเคลือบผิวขนม, ปั้นแป้งตามลักษณะขนมครองแครงกรอบ
- ขั้นตอนการทำให้สำเร็จโดยวิธีทอด ใช้กระบวนการเดียวกันตั้งแต่ Treatment 3.1 ถึง Treatment 3.5
- ขั้นตอนการเคลือบผิวขนมด้วยน้ำตาล
- ทดสอบทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์ข้อมูลและแปรผล
- วิเคราะห์ต้นทุนค่าใช้จ่ายในห้องปฏิบัติการ ตามตารางที่ 3-4

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3 – 4 ขั้นตอนการทดลอง ทำผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบ (Treatment 3) ทดลองทำ 2 ซ้ำ

Copyright by Mahidol University

ง. การทำผลิตภัณฑ์ขนมกลีบลำดวน ใช้แป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลี (Treatment 4) โดยการทดลองหาอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวฟ่างกับแป้งสาลี ในปริมาณที่เหมาะสมตามขั้นตอนการผลิต คือ

Treatment 4.1 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 0 ต่อแป้งสาลี ร้อยละ 100

Treatment 4.2 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 25 ต่อแป้งสาลี ร้อยละ 75

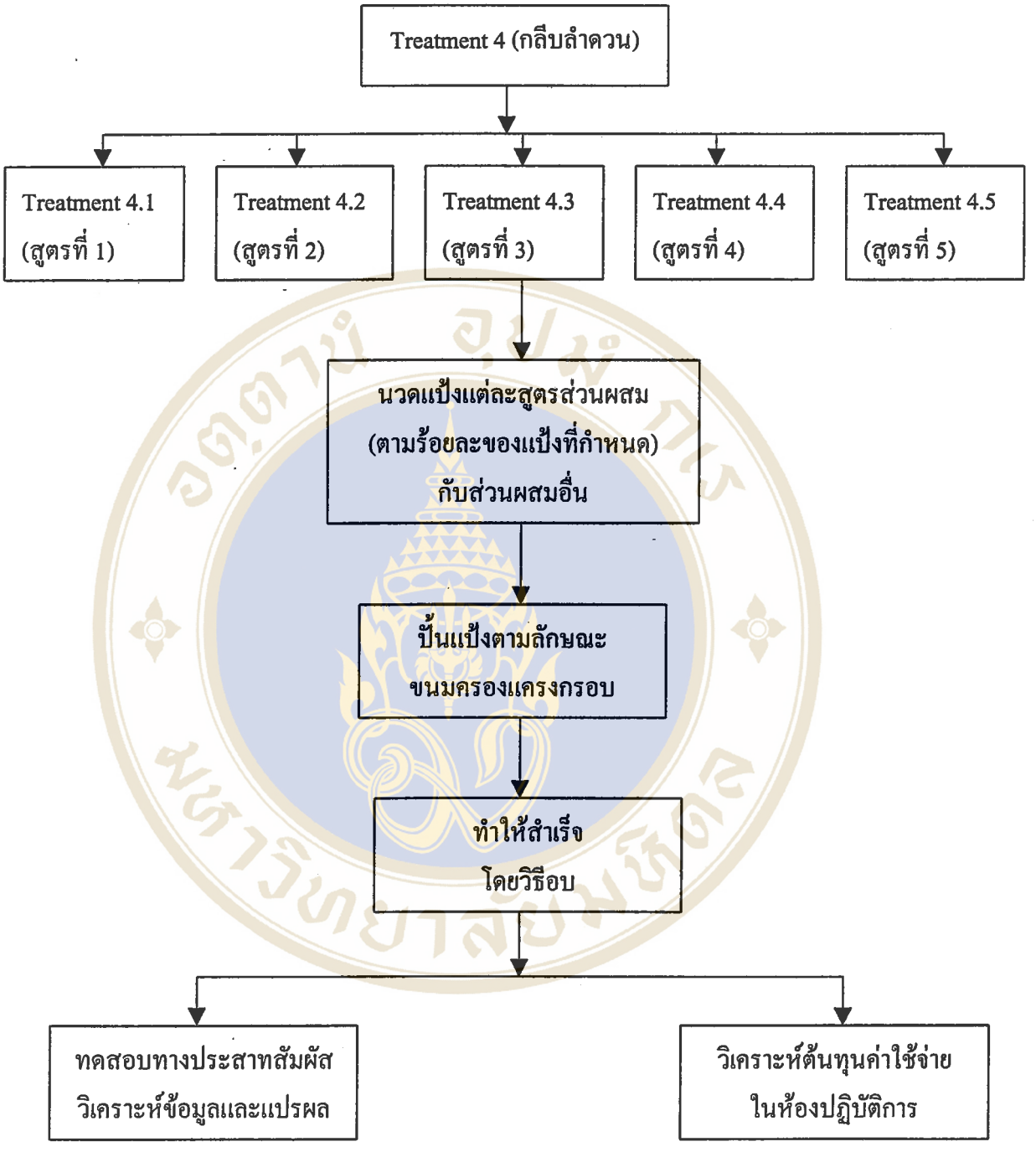
Treatment 4.3 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 50 ต่อแป้งสาลี ร้อยละ 50

Treatment 4.4 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 75 ต่อแป้งสาลี ร้อยละ 25

Treatment 4.5 เตรียมส่วนผสมแป้งที่ใช้ทำการทดลองตามอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 100

- ขั้นตอนการนวดแป้งกับส่วนผสมอื่นจาก Treatment 4.1 ถึง Treatment 4.5 โดยมีกระบวนการและใช้วัตถุดิบที่เหมือนกัน
- ขั้นตอนการปั้นแป้งใช้กระบวนการเดียวกันตั้งแต่ Treatment 4.1 ถึง Treatment 4.5
- ขั้นตอนการทำให้สำเร็จโดยวิธีอบ ใช้กระบวนการเดียวกันตั้งแต่ Treatment 4.1 ถึง Treatment 4.5
- ทดสอบทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ข้อมูลและแปรผล
- วิเคราะห์ต้นทุนค่าใช้จ่ายในห้องปฏิบัติการ ตามตารางที่ 3-5

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3 – 5 ขั้นตอนการทดลอง ทำผลิตภัณฑ์ที่ 4 กลีบลำดวน (Treatment 4) ทดลองทำ 2 ซ้ำ

Copyright by Mahidol University

3.4.3.2 การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ในการศึกษาคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมทั้ง 4 ชนิด จะทำการศึกษา 2 ด้าน คือ

ก. ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านคุณสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

- ลักษณะสัมผัส
- กลิ่น
- สี
- รสชาด

ข. ศึกษาการยอมรับในผลิตภัณฑ์ (sensory evaluation) โดยการทดสอบชิมเพื่อทำการวัดผลในผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด โดยประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์แบบ Hedonic Rating Scale โดยเรียงลำดับจากน้อยไปหามากหรือจากมากไปหาน้อย จากกลุ่มผู้ทดสอบชิม จำนวน 20 คน (ให้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด ๆ ละ 2 ครั้ง และจะเก็บผลิตภัณฑ์ที่เหลือจากการสุ่มตัวอย่างไว้เป็นเวลา 2 – 3 วัน สำหรับการทดสอบชิมอีกครั้ง เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพหลังจากเก็บไว้ในระยะเวลาใกล้เคียงกับสถานประกอบการณ์) จากนั้นนำคะแนนที่ได้ไปหาการยอมรับทางด้านสถิติของผลิตภัณฑ์โดยใช้แผนการทดลองชิมแบบ Ramdom Complete Block Design (RCBD)

3.4.5 ขั้นตอนการเก็บและบันทึกข้อมูล

3.4.5.1 เก็บรวบรวมข้อมูลกระบวนการเตรียมแป้งข้าวฟ่าง และกระบวนการเตรียมแป้งสาลี ที่เหมาะสมเพื่อการนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ ขนมทั้ง 4 ชนิด

3.4.5.2 เก็บรวบรวมข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพ และองค์ประกอบคุณค่าทางโภชนาการ ระหว่างแป้งสาลีที่มีจำหน่ายอยู่ตามท้องตลาด กับแป้งข้าวฟ่างพันธุ์อู่ทอง 1 เพื่อเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการ แล้วทำการบันทึกข้อมูล

3.4.5.3 เก็บรวบรวมข้อมูลอัตราส่วนสูตรส่วนผสมระหว่างแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด หาระดับอัตราส่วน แป้งที่เหมาะสมจาก 5 ระดับ ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์เพื่อหาการยอมรับของผู้บริโภค จากคะแนนทางสถิติ แล้วทำการบันทึกข้อมูล

3.4.5.4 เก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้การเปรียบเทียบระหว่างผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด ที่วิเคราะห์ผลการทดสอบชิมจากข้อ 3.4.4.3 แล้ว ในระดับอัตราส่วนแป้งที่เหมาะสม กับผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยการวิเคราะห์ผลจากการทดสอบชิมอีก 3 ซ้ำ แล้วทำการบันทึกข้อมูล

3.4.5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล การใช้ทรัพยากรในกระบวนการผลิตจากผลิต

Copyright by Mahidol University

ภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ จำนวนบุคลากรปริมาณการใช้เชื้อเพลิง ก ระแสไฟฟ้า ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ แต่ละผลิตภัณฑ์ฯ บันทึกรายละเอียดข้อมูล เพื่อประเมินต้นทุนการผลิต

3.4.6 ขั้นตอนการประมวลและวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.6.1 วิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ จากแป้งข้าวฟ่างเชิงกายภาพโดยพิจารณาจาก

1) ลักษณะสัมผัส
2) กลิ่น
3) สี
4) รสชาด

3.4.6.2 วิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ จากคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ประเภทขนมทั้ง 4 ชนิด ในจำนวนชนิดละ 50 ชิ้น เพื่อหาความแตกต่างระหว่างขนมจากแป้งข้าวฟ่าง กับผลิตภัณฑ์มาตรฐาน โดยใช้การชิม

3.4.6.3 การวิเคราะห์เชิงสถิติ เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้านรสชาด คุณสมบัติทางกายภาพ และการยอมรับโดยจะวิเคราะห์ความแปร ปรวนด้วย ตาราง ANOVA ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วย Dancan's New Multiple Rang Test (DMRT)

3.4.6.4 การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต โดยวิเคราะห์หาต้นทุนที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิด จากห้องปฏิบัติการดังนี้

การคิดค่าแรงงาน เป็นรายชั่วโมง ในอัตราชั่วโมงละ 20.25 บาท

การคิดค่ากระแสไฟฟ้า ในการผลิต ผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด จะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า 2 ชนิด คือ เตาไฟฟ้า ขนาด 1,500 วัตต์ และเตาอบไฟฟ้าขนาด 1,700 วัตต์ โดยในการคิดค่าไฟฟ้าจะคิดจากปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์

การคิดค่าวัตถุดิบ ค่าวัตถุดิบทุกชนิดที่ใช้ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด จะคิดจากราคาวัตถุดิบที่ซื้อในราคาขายปลีกจากท้องตลาด

3.5 ขอบเขตของการวิจัย

ทำการวิจัยภายใต้การทดลองจากห้องปฏิบัติการ

Copyright by Mahidol University

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการศึกษาโดยทดลองใช้ประโยชน์จากแป้งข้างฟ่างทดแทนแป้งสาลี ในการทำผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนม 4 ชนิด ได้แก่ กะหรี่พัฟพ์ (ไส้ไก่) โดนัท ครองแครงกรอบ และขนมกลีบลำดวน ได้ผลการวิจัยตามลำดับดังนี้

4.1 ผลการศึกษาทดลองกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ขนมโดยใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี

ในการทดลองผลิต ผลิตภัณฑ์ขนม 4 ชนิด ที่มีระดับการนำปริมาณแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่แตกต่างกันตามลำดับแป้งข้าวฟ่างที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี จากร้อยละ 25, 50, 75, และทดแทนในจำนวนเต็มร้อยละ 100 นั้น จากการทดลองกระบวนการผลิตโดยอาศัยพื้นฐานเดิมของกระบวนการผลิตในแต่ละชนิดของผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ 1 กะหรี่พัฟพ์ (ไส้ไก่) ผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัท ผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบ และ ผลิตภัณฑ์ที่ 4 ขนมกลีบลำดวน ในขั้นต้นปรากฏผลการทดลองดังนี้

ผลิตภัณฑ์ที่ 1 กะหรี่พัฟพ์ (ไส้ไก่) สามารถใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ได้ 2 ระดับส่วนผสม คือในระดับ แป้งข้าวฟ่างที่สามารถทดแทนแป้งสาลีได้เพียงร้อยละ 25 และ 50 ไม่ถึงระดับที่ร้อยละ 75 และ ร้อยละ 100 ไม่สามารถผลิตได้ตามกระบวนการผลิต เพราะคุณสมบัติไม่เกาะติดของแป้งข้าวฟ่าง ผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัท สามารถใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีได้ ตั้งแต่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25, 50, 75, และ 100 ตามลำดับ, ผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบ สามารถใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีได้ในระดับที่ร้อยละ 25, 50 และ 75 ไม่ถึงระดับร้อยละ 100 เพราะคุณสมบัติที่ร่วนไม่เกาะติดของแป้งข้าวฟ่าง ผลิตภัณฑ์ที่ 4 ขนมกลีบลำดวน สามารถใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีได้ ตั้งแต่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25, 50, 75, และ 100 ตามลำดับ

Copyright by Mahidol University

จากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ตามกระบวนการพื้นฐานเดิมตามท้องตลาดและจากการเปรียบเทียบ จากตัวผลิตภัณฑ์เดิมที่ใช้แป้งสาลีทั้งร้อยละ 100 พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิดมีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปทางด้านสี,อย่างชัดเจนตามปริมาณของระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ใช้ทดแทน สำหรับลักษณะทางด้านกลิ่น รสชาด ลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไม่ชัดเจนมากนัก ดังรายละเอียด ด้านการยอมรับทั่วไปของผู้ทดสอบชิมที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิด ตามลำดับการยอมรับดังนี้

ลำดับที่ 1 ผลิตภัณฑ์โดนัท มีคะแนนการยอมรับทั่วไปเท่ากับ 117.33 คะแนน
ลำดับที่ 2 ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ มีคะแนนการยอมรับทั่วไปเท่ากับ 113.00คะแนน
ลำดับที่ 3 ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน มีคะแนนยอมรับทั่วไปเท่ากับ 111.33คะแนน
ลำดับที่4 ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) มีคะแนนยอมรับทั่วไปเท่ากับ 94.66 คะแนน

4.2 ผลการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านคุณสมบัติทางกายภาพโดยการยอมรับของผู้บริโภค

ในการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางด้านคุณสมบัติทางกายภาพในด้านลักษณะสัมผัส กลิ่น สี รสชาด จากการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมทั้ง 4 ชนิด โดยการทดสอบชิมจากกลุ่มผู้ทดสอบชิม จำนวน 20 คน ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้น ปวช. (ประกาศนียบัตรวิชาชีพ) จากกลุ่มผู้เรียนประเภทวิชาคหกรรมวิทยาลัยอาชีวศึกษาสระบุรี โดยการให้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด ๆ ละ 2 ครั้งและเก็บผลิตภัณฑ์ที่เหลือจากการสุ่มตัวอย่างไว้เป็นเวลา 2-3 วัน สำหรับการทดสอบชิมอีกครั้ง เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพหลังจากเก็บไว้ในระยะเวลาใกล้เคียงกับสถานประกอบการ

ในการทดสอบชิม ใช้แบบประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ แบบ Hedonic Rating Scale และใช้แบ่งระดับคะแนนด้วย 7 Point Hedonic Scale ดังนี้

7	=	ชอบมาก	6	=	ชอบปานกลาง
5	=	ชอบเล็กน้อย	4	=	รู้สึกเฉย ๆ
3	=	ไม่ชอบเล็กน้อย	2	=	ไม่ชอบปานกลาง
1	=	ไม่ชอบมาก			

ในการคำนวณหาค่าเฉลี่ยระดับคะแนน การยอมรับของผู้บริโภคทางด้านคุณสมบัติทางกายภาพ ตามหัวข้อ ด้านสี กลิ่น รสชาด ลักษณะสัมผัส และการยอมรับทั่วไป นั้น คำนวณได้จากค่า

Copyright by Mahidol University

ระดับคะแนนจากกลุ่มผู้ทดสอบชิมจำนวน 20 คน เปรียบเทียบจากค่าระดับคะแนนรวมสูงสุด คือ 7 × 20 = 140 คะแนน

จากนั้นนำค่าคะแนนรวมจากการทดสอบชิมทั้ง 3 ครั้ง มาหาค่าระดับคะแนนเฉลี่ย แยกเป็นการทดสอบในแต่ละด้าน เช่น ด้านสี กลิ่น รสชาด ลักษณะสัมผัส และการยอมรับทั่วไป ดังรายละเอียด ผลการศึกษาดังนี้

4.2.1 ผลการศึกษาผลิตภัณฑ์ที่ 1 กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

จากการทดลองการทำผลิตภัณฑ์กะหรี่ พัฟฟ์ (ไส้ไก่) โดยเริ่มทำผลิตภัณฑ์ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างจากร้อยละ 0 , 25, 50, 75 จนถึงระดับที่ร้อยละ 100 ผลการทดลองการผลิตพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ 1 กะหรี่ พัฟฟ์(ไส้ไก่) ผลิตได้ในระดับที่ใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ได้ 2 ระดับทดแทนคือในระดับที่ร้อยละ 25 และ 50 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลอง ไปศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านต่าง ๆ โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากผลิตภัณฑ์ 3 สูตรส่วนผสมจากระดับแป้งข้าวฟ่างจากร้อยละ 0 , 25 และ 50 ตามลำดับ

ได้ผลการทดสอบการยอมรับทางด้านคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ และการยอมรับทั่วไปตามหัวข้อดังนี้

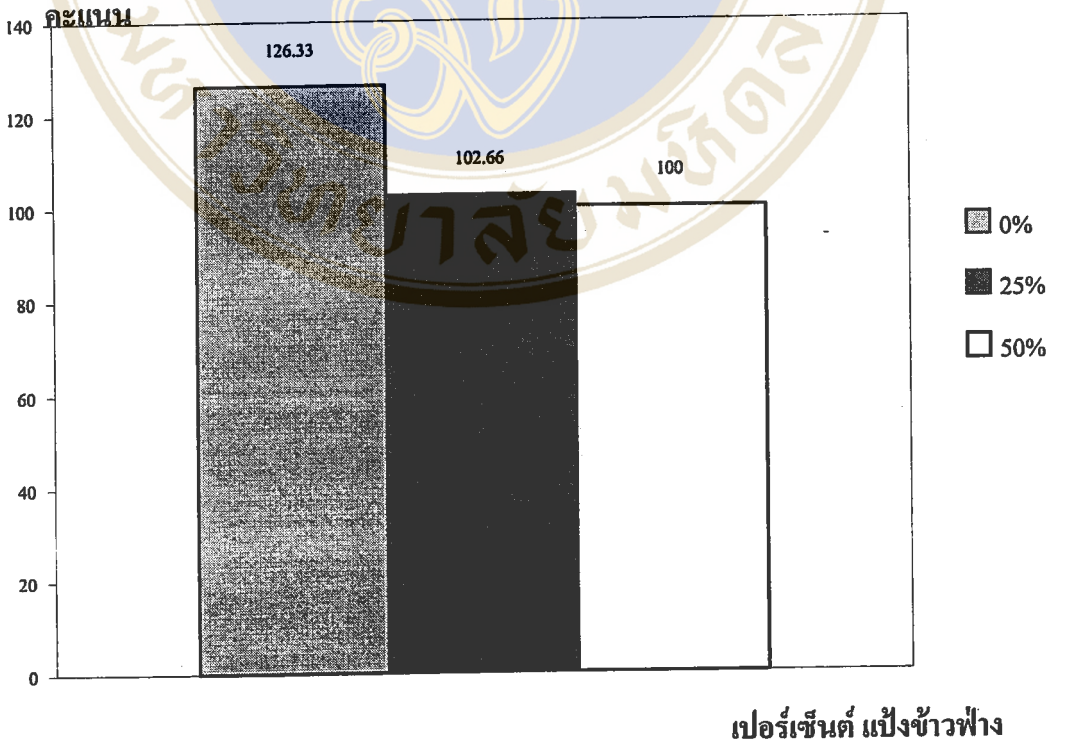
4.2.1.1 คุณสมบัติด้านสีของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) พบว่า การยอมรับของผู้ทดสอบชิม ยอมรับมากที่สุดจากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ด้วยคะแนนการยอมรับ 102.66 คะแนน เมื่อเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้ที่ 10 YR 5/6 สีน้ำตาลปนเหลือง (yellowish brown) ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิมด้วยคะแนนการยอมรับ 126.33 คะแนน เมื่อเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้ที่ 10 YR 5/6 สีน้ำตาลปนเหลือง (yellowish brown) ดังแสดงในตารางที่ 4-1

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-1 คะแนนการยอมรับทางด้านสีของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

หน่วย : คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	สี	คะแนนการยอมยอมรับเฉลี่ย
0	สีออกเหลืองทองถึงเหลืองออกน้ำตาลที่ 10YR 5/8 น้ำตาลปนเหลือง (yellowish brown)	126.33
25	สีออกเหลืองเข้ม ถึงน้ำตาลอ่อนที่ 10YR 5/6 น้ำตาลปนเหลือง (yellowish brown)	102.66
50	สีออกน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเกือบเข้ม 10YR 5/4 น้ำตาลปนเหลือง (yellowish brown)	100.00



กราฟที่ 4-1 คะเนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี

ทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสีของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์(ไส้ไก่)

Copyright by Mahidol University

สรุป จากตารางที่4-1 และกราฟที่ 4-1 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัส***ทางด้านสี*** ของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์(ไส้ไก่) นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ทางด้านสี ในแต่ละสูตรส่วนผสมตามระดับร้อยละของ แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี พบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25 มีความแตกต่างกันทางด้านสีอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างกันทางด้านสีอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างกันทางด้านสี ดังตารางที่ ผ – 2

4.2.1.2 คุณสมบัติทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

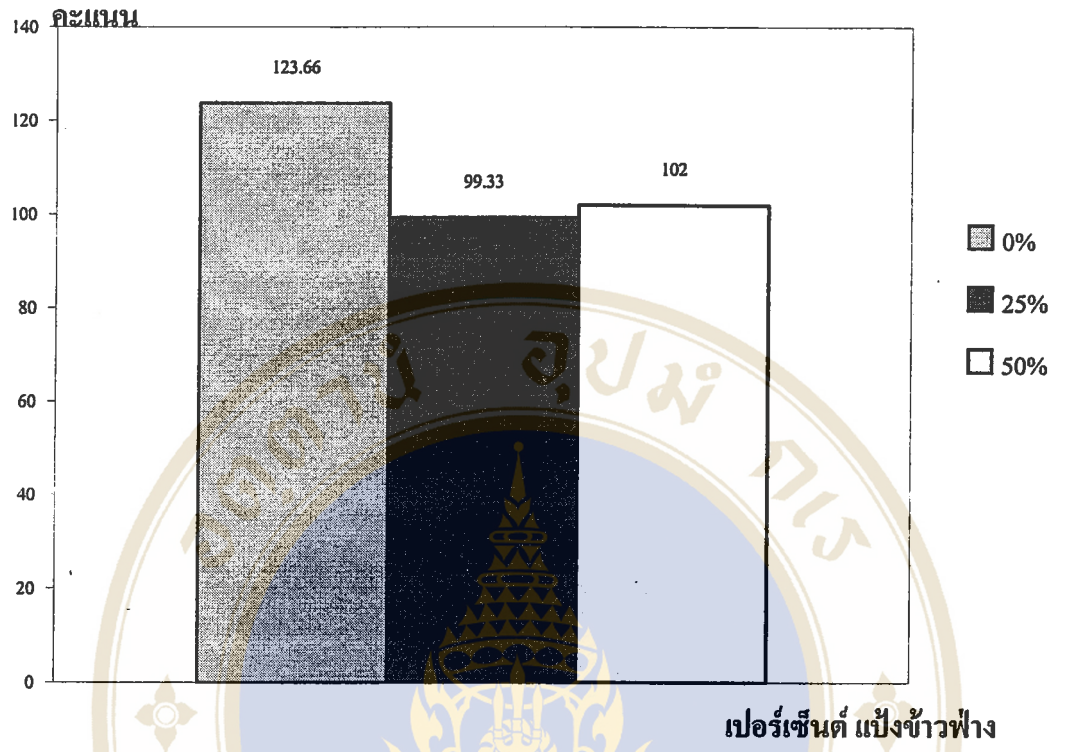
พบว่าการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ยอมรับมากที่สุด จากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 50 ด้วยคะแนนการยอมรับ 102.00 คะแนน ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับ 123.66 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 คะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

หน่วย : คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	กลิ่น	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย
0	ที่ตัวแป้งไม่มีกลิ่นของข้าวฟ่าง	123.66
25	ที่ตัวแป้งมีกลิ่นของข้าวฟ่างเล็กน้อย	99.33
50	ที่ตัวแป้งมีกลิ่นของข้าวฟ่างปานกลาง	102.00

Copyright by Mahidol University



กราฟที่ 4 -2 คะเนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟพ์(ไส้ไก่)

สรุป จากตารางที่ 4-2 และกราฟที่ 4-2 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัส **ทางด้านกลิ่น** ของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟพ์ (ไส้ไก่) นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ทางด้านกลิ่น ในแต่ละสูตรส่วนผสมตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี พบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25 มีความแตกต่างทางด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างทางด้านกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างทางด้านกลิ่น ดังตารางที่ ผ – 4

4.2.1.3 คุณสมบัติด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟพ์ (ไส้ไก่)

พบว่า การยอมรับของผู้ทดสอบชิม ยอมรับมากที่สุด จากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทน แป้งสาลีที่ร้อยละ 50 ด้วยคะแนนการยอมรับ 95.33 คะแนน ในขณะที่สูตรส่วนผสม

Copyright by Mahidol University

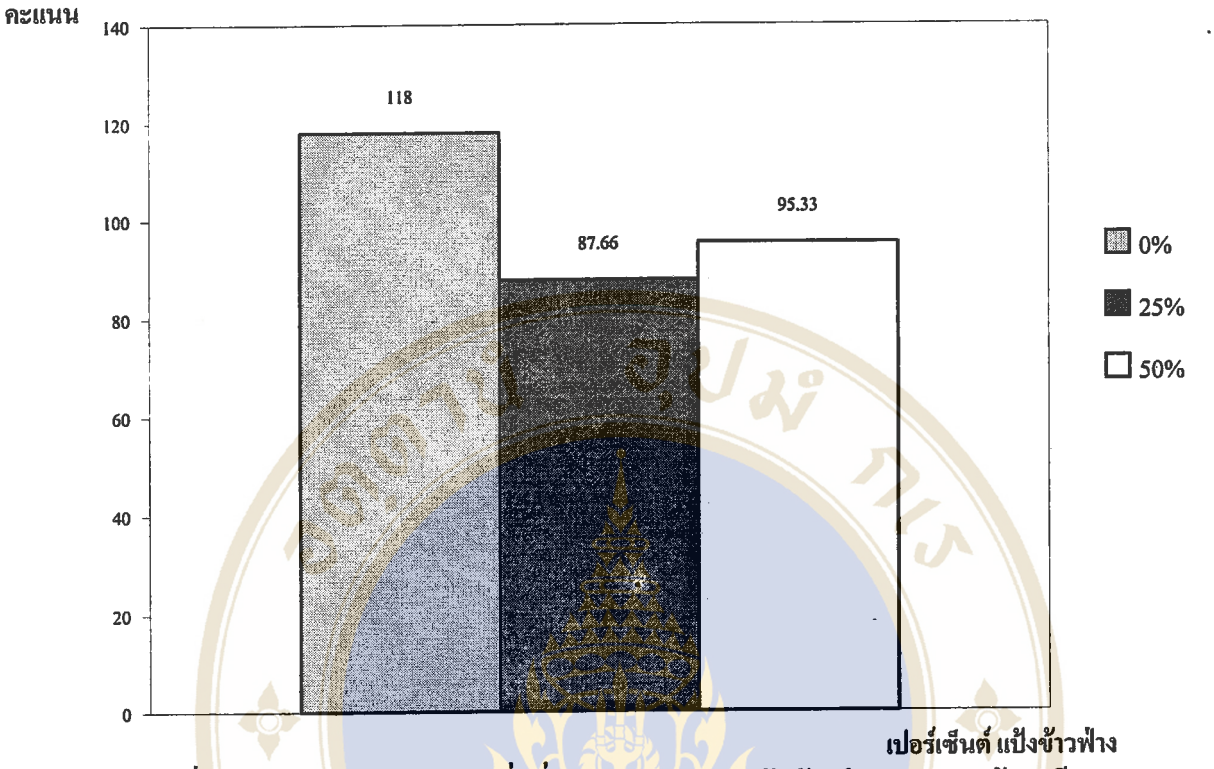
ผลิตภัณฑ์ ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับ 118.00คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 คะแนนการยอมรับทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟพ์ (ไส้ไก่)

หน่วย : คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้างฟ่าง ที่ทดแทนแป้งสาลี	รสชาด	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย
0	เป็นไปตามลักษณะของส่วนที่เป็นไส้ขนมโดยมีส่วนประกอบเป็นส่วนแป้งตามลักษณะผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟพ์ (ไส้ไก่)พื้นฐานเดิม	118.00
25	เป็นไปตามลักษณะของส่วนที่เป็นไส้ขนม โดยมีส่วนประกอบเป็นส่วนแป้งข้าวฟ่างเล็กน้อย	87.66
50	เป็นไปตามลักษณะของส่วนที่เป็นไส้ขนม โดยมีส่วนประกอบเป็นส่วนแป้งข้าวฟ่าง 50	95.33

Copyright by Mahidol University



กราฟที่ 4 -3 คะเนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์(ไส้ไก่)

สรุป จากตารางที่ 4-3 และกราฟที่ 4-3 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านรสชาด ของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ทางด้านรสชาด ในแต่ละสูตรส่วนผสมตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี พบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25 มีความแตกต่างทางด้านรสชาดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างทางด้านรสชาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างทางด้านรสชาด ดังตารางที่ ผ – 6

4.2.1.4 ด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

พบว่าการยอมรับของผู้ทดลองชิม ยอมรับมากที่สุดจากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ด้วยคะแนนการยอมรับ 100.00 คะแนน ในขณะที่สูตรส่วนผสม

Copyright by Mahidol University

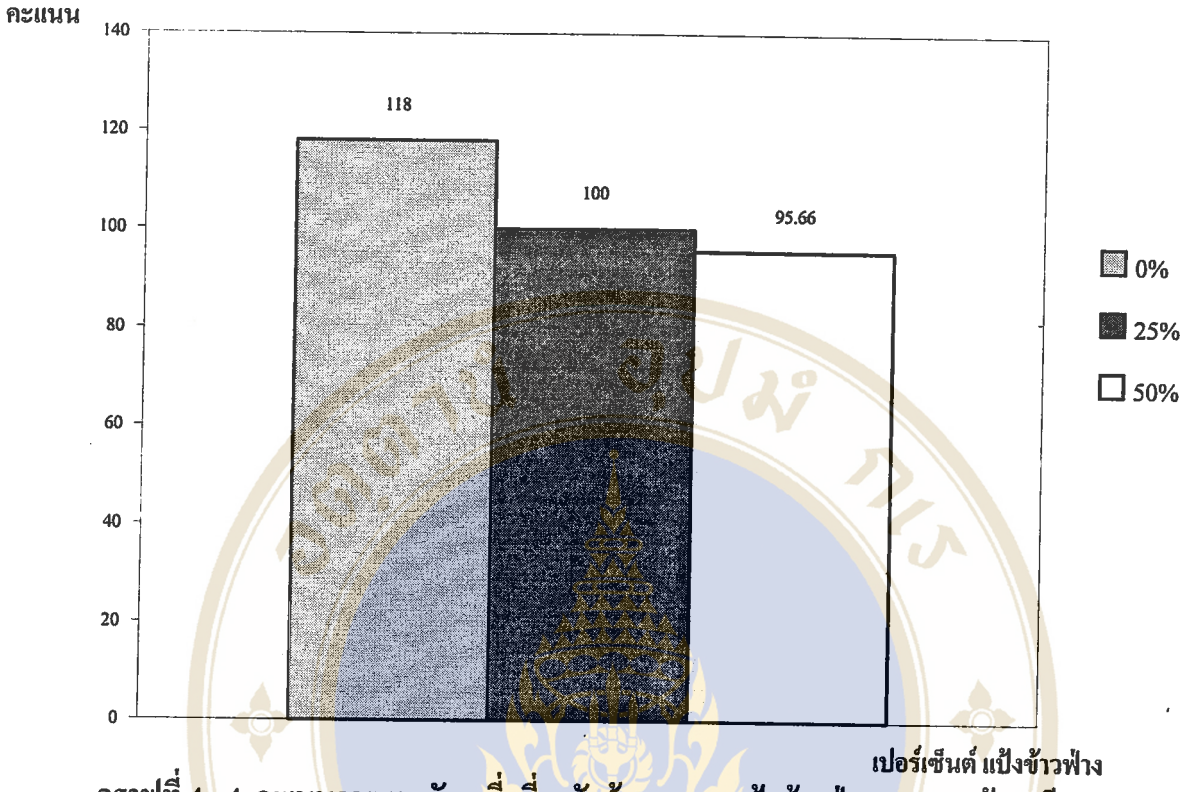
ผลิตภัณฑ์ ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับ 118.00 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 คะแนนการยอมรับทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

หน่วย : คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	ลักษณะสัมผัส	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย
0	ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบเป็นไปตามลักษณะผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) พื้นฐานเดิม	118.00
25	ผลิตภัณฑ์มีลักษณะรูปทรงใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส่ไก่) พื้นฐานเดิมมากที่สุด	100.00
50	ผลิตภัณฑ์มีลักษณะรูปทรงใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์พื้นฐานเดิมค่อนข้างมาก	95.66

Copyright by Mahidol University



กราฟที่ 4 - 4 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์(ไส้ไก่)

สรุป จากตารางที่4-4 และกราฟที่ 4-4 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะสัมผัส ของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์(ไส้ไก่) นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ทางด้านลักษณะสัมผัส ในแต่ละสูตรส่วนผสมตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี พบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25 มีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะสัมผัส ดังตารางที่ ผ – 8

Copyright by Mahidol University

4.2.1.5 ด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

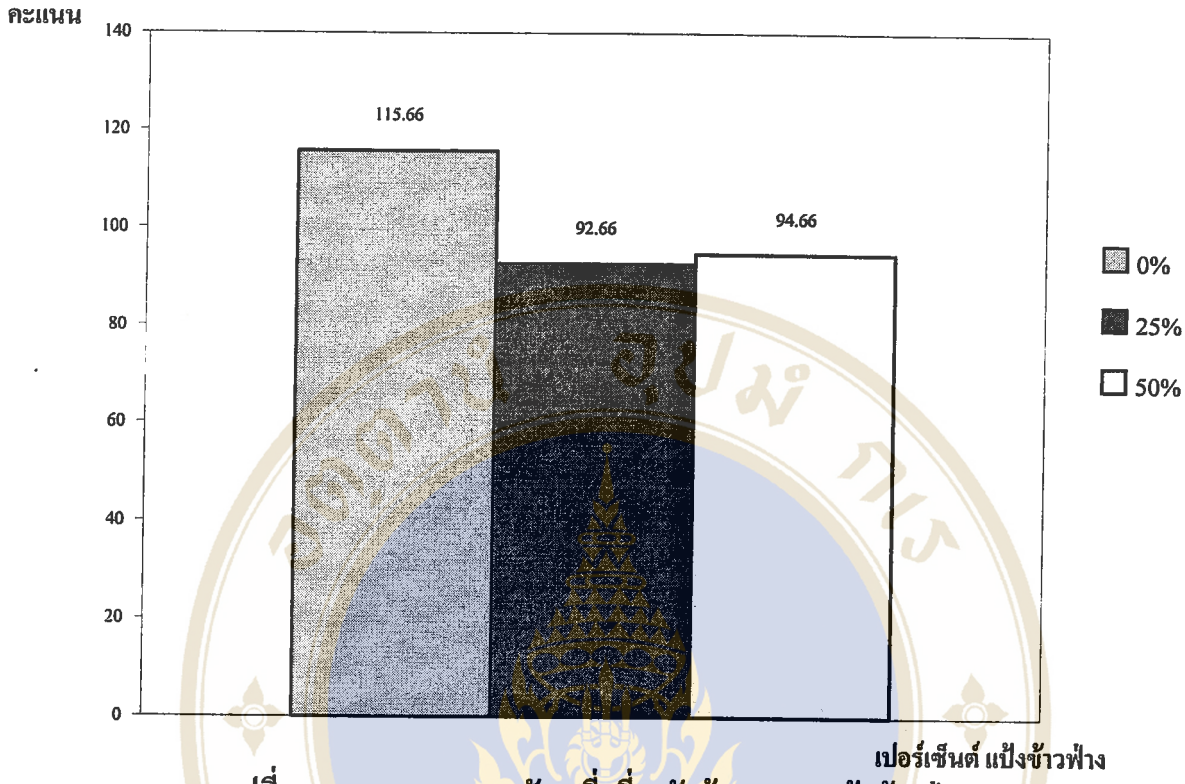
พบว่าการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ยอมรับมากที่สุด จากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทน แป้งสาลีที่ร้อยละ 50 ด้วยคะแนนการยอมรับ 94.66 คะแนน ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับ ของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับ 115.66 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 คะแนนการยอมรับด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์(ไส้ไก่)

หน่วย : คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	การยอมรับทั่วไป	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย
0	ได้รับการยอมรับมากที่สุด	115.66
25	ได้รับการยอมรับน้อยเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ร่วนเล็กน้อย	92.66
50	ได้รับการยอมรับเป็นอันดับที่2 รองจากผลิตภัณฑ์ที่สูตรส่วนผสมพื้นฐานเดิม เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ร่วนเล็กน้อย	94.66

Copyright by Mahidol University



กราฟที่ 4 - 5 คะเนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์(ไส้ไก่)

สรุป จากตารางที่ 4-5 และกราฟที่ 4-5 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้าน การยอมรับทั่วไป ของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) นำไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้ Dancan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ทางด้านการยอมรับทั่วไป ในแต่ละสูตรส่วนผสม ตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี พบว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25 มีความแตกต่างทางด้านการยอมรับทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างทางด้านการยอมรับทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างทางด้านการยอมรับทั่วไป ดังตารางที่ ผ – 10

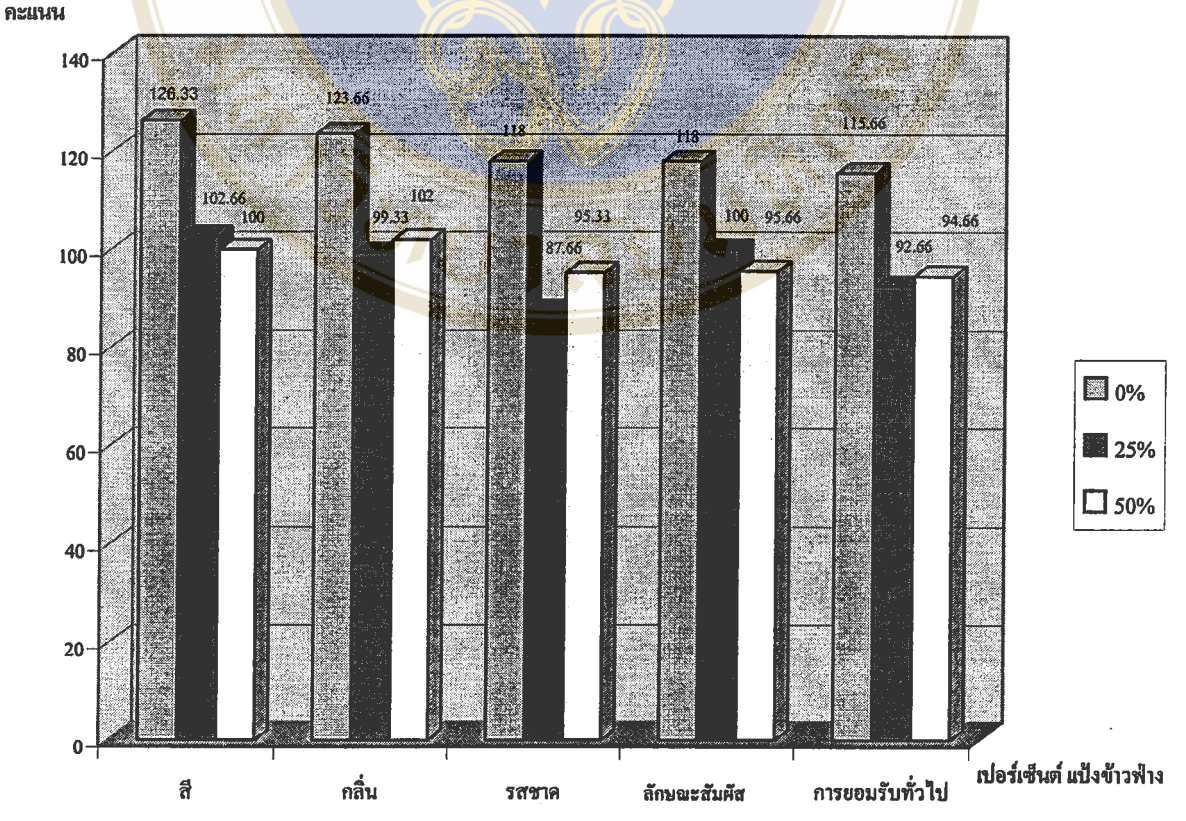
Copyright by Mahidol University

และจากคะแนนการยอมรับทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ในแต่ละด้าน สามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 4-6 และกราฟที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 คะแนนการยอมรับทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

หน่วย : คะแนน

คะแนนการทดสอบทางด้าน	คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี		
	0	25	50
สี	126.33[a]	102.66[b]	100[b]
กลิ่น	123.66[a]	99.33[b]	102[b]
รสชาด	118[a]	87.66[b]	95.33[b]
ลักษณะสัมผัส	118[a]	100[b]	95.66[b]
การยอมรับทั่วไป	115.66[a]	92.66[b]	94.66[b]



กราฟที่ 4-6 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์(ไส้ไก่)

Copyright by Mahidol University

จากตารางคะแนนการยอมรับทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ในแต่ละด้าน ตามค่าเฉลี่ยแนวนอนแถวเดียวกันด้วยอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 ($P > 0.05$) และแถวที่ตัวอักษรต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 ($P < 0.05$)

4.2.2 ผลการศึกษา ผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัท

จากการทดลองการทำผลิตภัณฑ์ โดนัทโดยใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ในอัตราส่วนสูตรผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี โดยเริ่มทำผลิตภัณฑ์ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างจากร้อยละ 0 , 25, 50, 75 จนถึงระดับที่ ร้อยละ 100 ผลการทดลองการผลิตพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัท ผลิตได้ในระดับที่ใช้แป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลีได้ทั้ง 4 ระดับ ร้อยละทดแทนคือเป็นระดับที่ร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลอง ไปศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านต่าง ๆ โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผลิตภัณฑ์ 5 สูตร ส่วนผสมที่ระดับแป้งข้าวฟ่างจากร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 ตามลำดับ

ได้ผลการทดสอบ การยอมรับทางด้านคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ และการยอมรับทั่วไปตามหัวข้อดังนี้

4.2.2.1 คุณสมบัติด้านสีของผลิตภัณฑ์โดนัท

พบว่าการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ยอมรับมากที่สุดจากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ด้วยคะแนนการยอมรับ 115.66 คะแนน เมื่อเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้ที่ 2.5Y 7/4 สีเหลืองจาง (pale yellow) ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับ 133.66 คะแนน เมื่อเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้ที่ 2.5Y 8/6 เหลือง (yellow) ดังแสดงใน ตารางที่ 4 – 7

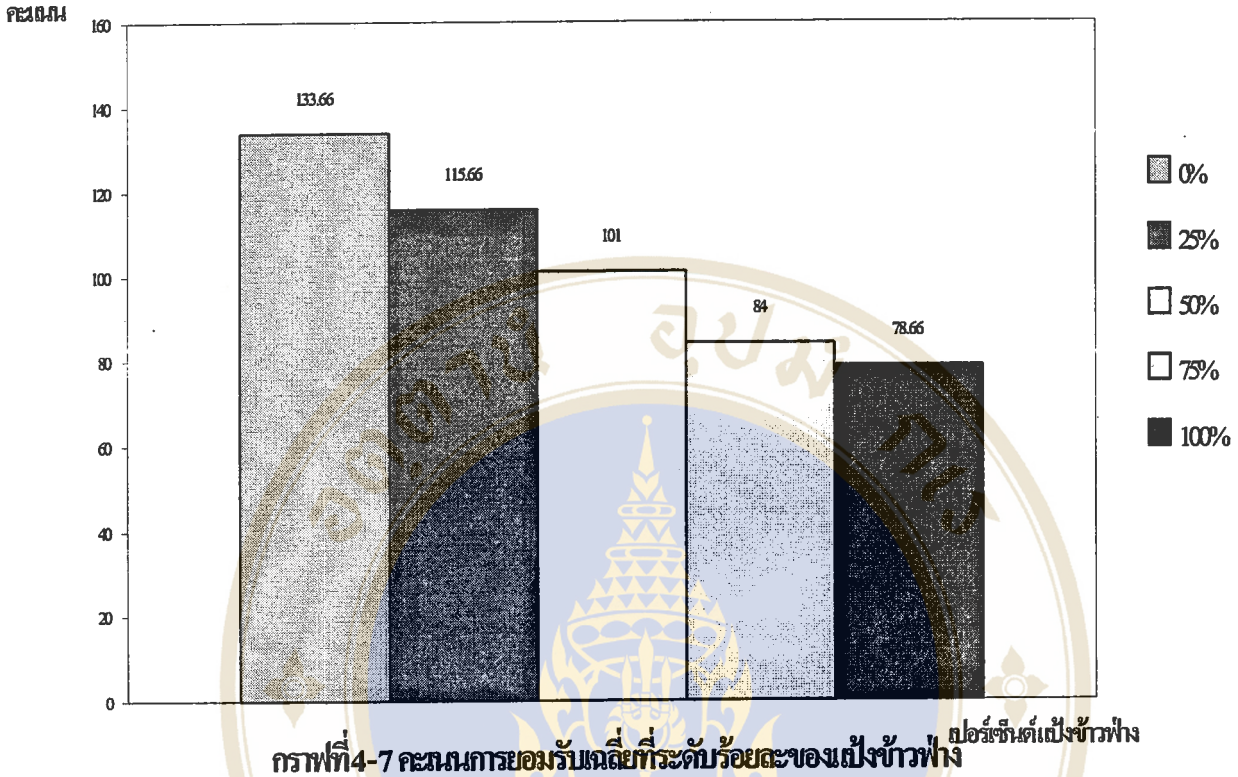
Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-7 คะแนนการยอมรับทางด้านสี ของผลิตภัณฑ์ โดนัท

หน่วย : คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	สี	คะแนนการยอมยอมรับเฉลี่ย
0	สีออกเป็นสีเหลืองนวลที่ 2.5Y 8/6 (yellow)	133.66
25	สีออกเป็นสีเหลืองอ่อนที่ 2.5Y 7/4 (pale yellow)	115.66
50	สีออกเป็นสีเหลืองเข้มค่อนไปทางน้ำตาลที่ 2.5Y 6/6 (olive yellow)	101.00
75	สีออกไปทางเหลืองเข้มค่อนไปทางน้ำตาลที่ 10YR 5/6 (yellowish brown)	84.00
100	สีออกน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเกือบเข้มที่ 10YR 4/6 (dark yellowish brown)	78.66

Copyright by Mahidol University



กราฟที่4-7 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสีของผลิตภัณฑ์โดนัท

สรุป จากตารางที่ 4-7 และกราฟที่ 4-7 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านสี ของผลิตภัณฑ์โดนัท นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ทางด้านสี ในแต่ละสูตรส่วนผสม ตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี พบว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25 มีความแตกต่างทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 75 มีความแตกต่างทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 100 มีความแตกต่างทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 มีความแตกต่างทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 75 มีความแตกต่างทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 100 มีความแตกต่างทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

Copyright by Mahidol University

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 75 มีความแตกต่างทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 100 มีความแตกต่างทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 75 กับ 100 ไม่มีความแตกต่างทางด้านสี ดังตารางที่ ผ – 12

4.2.2.2 คุณสมบัติด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์โดนัท

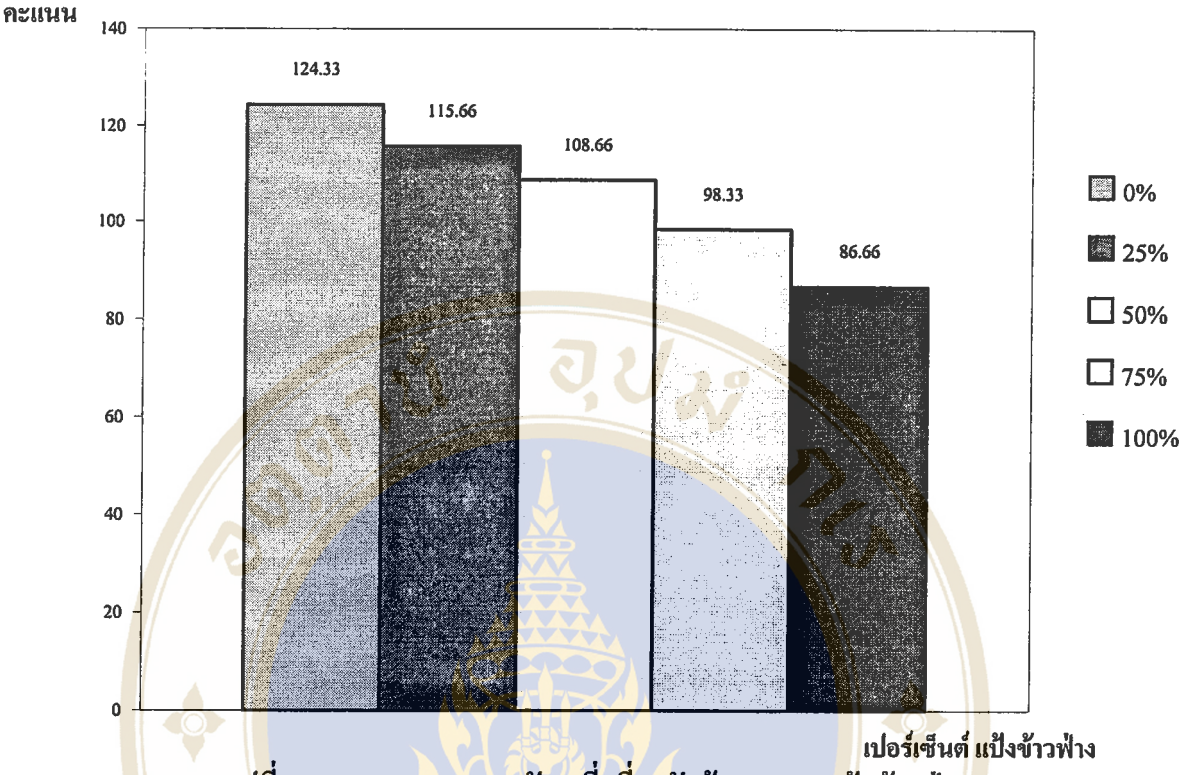
พบว่าการยอมรับของผู้ทดลองชิม ยอมรับมากที่สุดจากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ด้วยคะแนนการยอมรับ 115.66 คะแนน ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิมด้วยคะแนน การยอมรับ 124.33 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 คะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์โดนัท

หน่วย : คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	กลิ่น	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย
0	ไม่มีกลิ่นของแป้งข้าวฟ่าง	124.33
25	ไม่มีกลิ่นของแป้งข้าวฟ่างจนถึงมีกลิ่นบ้าง	115.66
50	มีกลิ่นของแป้งข้าวฟ่างบ้างเล็กน้อย	108.66
75	มีกลิ่นของแป้งข้าวฟ่างเล็กน้อย	98.33
100	มีกลิ่นของแป้งข้าวฟ่างเล็กน้อยจนถึงปานกลาง	86.66

Copyright by Mahidol University



กราฟที่ 4 - 8 คะเนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ โดนัท

สรุป จากตารางที่ 4-8 และกราฟที่ 4-8 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านกลิ่น ของผลิตภัณฑ์โดนัท นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ทางด้านกลิ่น ในแต่ละสูตรส่วนผสม ตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี พบว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25 ไม่มีความแตกต่างทางด้านกลิ่น

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 75 มีความแตกต่างทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 100 มีความแตกต่างทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างทางด้านกลิ่น

Copyright by Mahidol University

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 75 มีความแตกต่างทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 100 มีความแตกต่างทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 75 มีความแตกต่างทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 100 มีความแตกต่างทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 75 กับ 100 มีความแตกต่างทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ ผ – 14

4.2.2.3 คุณสมบัติด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์โดนัท

พบว่า การยอมรับของผู้ทดสอบชิม ยอมรับมากที่สุดจากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทน แป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ด้วยคะแนนการยอมรับ 118.00 คะแนน ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับ 126.33 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 คะแนนการยอมรับทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์โดนัท

หน่วย : คะแนน

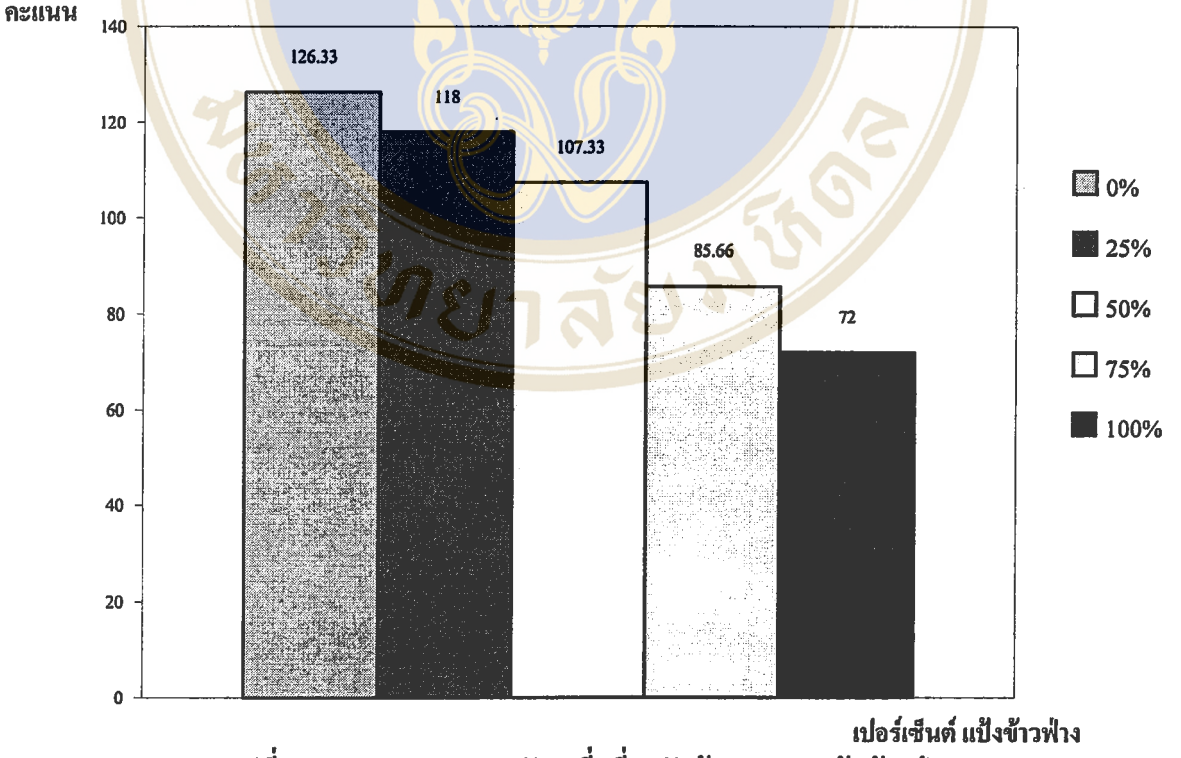
ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	รสชาด	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย
0	เป็นไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์โดนัทพื้นฐานเดิม	126.33
25	เป็นไปตามลักษณะของของผลิตภัณฑ์โดนัทรสชาดโดยรวมแทบไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์โดนัทพื้นฐานเดิม	118.00
50	เป็นไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์โดนัท รสชาดโดยรวมแตกต่างจากผลิตภัณฑ์โดนัทพื้นฐานเดิมเล็กน้อยตัวผลิตภัณฑ์ มีความกระด้างเล็กน้อย	107.33

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-9 คะแนนการยอมรับทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์โดนัท (ต่อ)

หน่วย : คะแนน

ระดับเปอร์เซ็นต์แป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	รสชาด	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย (คะแนน)
75	เป็นไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์โดนัท รสชาดโดยรวมแตกต่างจากผลิตภัณฑ์โดนัทพื้นฐานเล็กน้อย ตัวผลิตภัณฑ์มีความกระด้างค่อนข้างร่วน	85.66
100	เป็นไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์โดนัท รสชาดโดยรวมแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เดิมเล็กน้อย ตัวผลิตภัณฑ์ค่อนข้างแข็งกระด้างและร่วน	72.00



กราฟที่ 4 - 9 คะเนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์ โดนัท

Copyright by Mahidol University

สรุป จากตารางที่ 4-9 และกราฟที่ 4-9 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทางด้านรสชาด ของผลิตภัณฑ์โดนัท นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ทางด้านรสชาด ในแต่ละสูตรส่วนผสม ตามระดับร้อยละของ แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีพบว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของ แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในด้านรสชาด

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 75 มีความแตกต่างทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 100 มีความแตกต่างทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทางด้านรสชาด

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 75 มีความแตกต่างทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 100 มีความแตกต่างทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 75 มีความแตกต่างทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 100 มีความแตกต่างทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 75 กับ 100 มีความแตกต่างทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ ผ – 16

4.2.2.4 ด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดนัท

พบว่าการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ยอมรับมากที่สุดจากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ด้วยคะแนนการยอมรับ 112.66 คะแนน ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับ 119.33 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 4-10

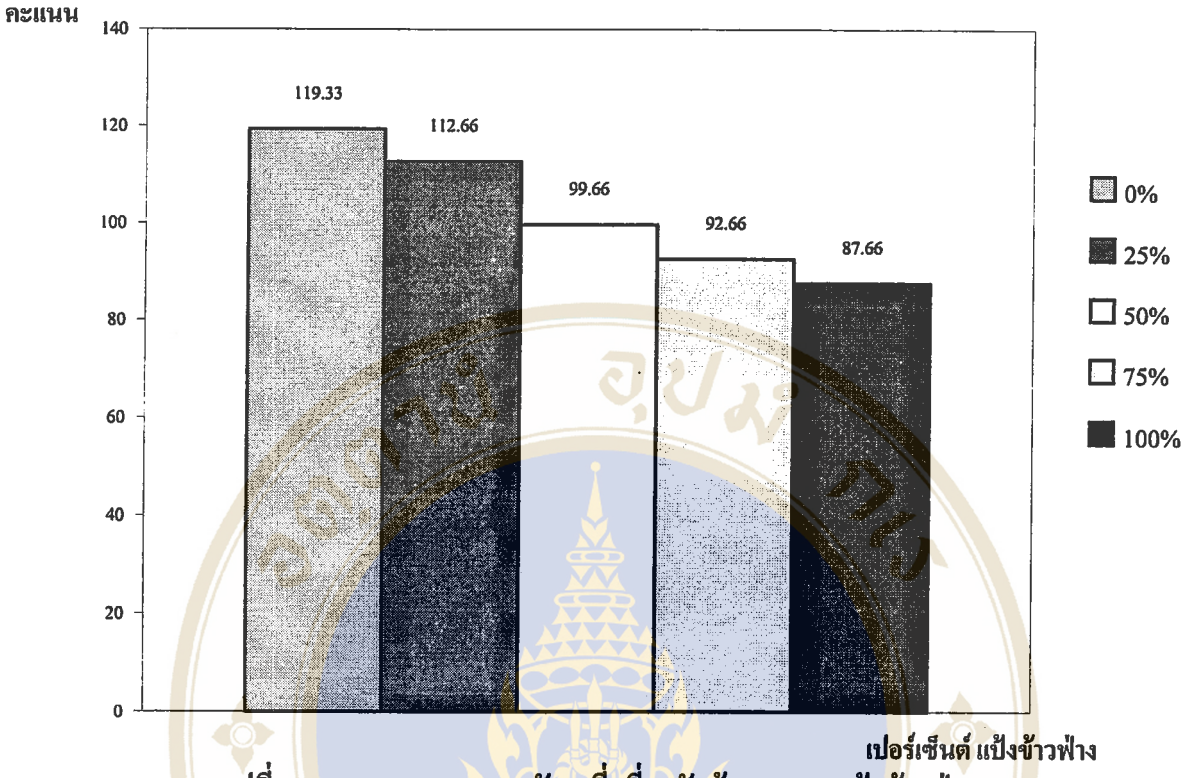
Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-10 คะแนนการยอมรับทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดนัท

หน่วย : คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	ลักษณะสัมผัส	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย
0	ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบเป็นไปตามลักษณะผลิตภัณฑ์โดนัทพื้นฐานเดิม	119.33
25	ผลิตภัณฑ์มีลักษณะรูปทรงใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์โดนัทพื้นฐานเดิมมากที่สุด	112.66
50	ผลิตภัณฑ์มีลักษณะรูปทรงใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์โดนัทพื้นฐานเดิมค่อนข้างมาก	99.66
75	ผลิตภัณฑ์ มีลักษณะรูปทรงแตกต่างจากผลิตภัณฑ์โดนัทพื้นฐานเดิม ตัวผลิตภัณฑ์ค่อนข้างมีน้ำหนักมาก กระด้างค่อนข้างร่วนซุย	92.66
100	ผลิตภัณฑ์ มีลักษณะรูปทรงแตกต่างจากผลิตภัณฑ์โดนัทพื้นฐานเดิม ตัวผลิตภัณฑ์ มีน้ำหนักมากกระด้าง และร่วนซุย	87.66

Copyright by Mahidol University



กราฟที่ 4 - 10 คะเนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ โดนัท

สรุป จากตารางที่ 4-10และกราฟที่ 4-10 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะสัมผัส ของผลิตภัณฑ์โดนัท นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ทางด้านลักษณะสัมผัส ในแต่ละสูตรส่วนผสม ตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี พบว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25ไม่มีความแตกต่างทางสถิติทางด้านลักษณะสัมผัส

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างทางด้านลักษณะสัมผัส อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 75 มีความแตกต่างทางด้านลักษณะสัมผัส อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 100 มีความแตกต่างทางด้านลักษณะสัมผัส อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

Copyright by Mahidol University

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 มีความแตกต่างทางด้านลักษณะสัมผัส อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 75 มีความแตกต่างทางด้านลักษณะสัมผัส อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 100 มีความแตกต่างทางด้านลักษณะสัมผัส อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 75 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติทางด้านลักษณะสัมผัส

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 100 ไม่มีความแตกต่างทางทางสถิติทางด้านลักษณะสัมผัส

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 75 กับ 100 ไม่มีความแตกต่างทางทางสถิติทางด้านลักษณะสัมผัส ดังตารางที่ ผ – 18

4.2.2.5 ด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์โดนัท

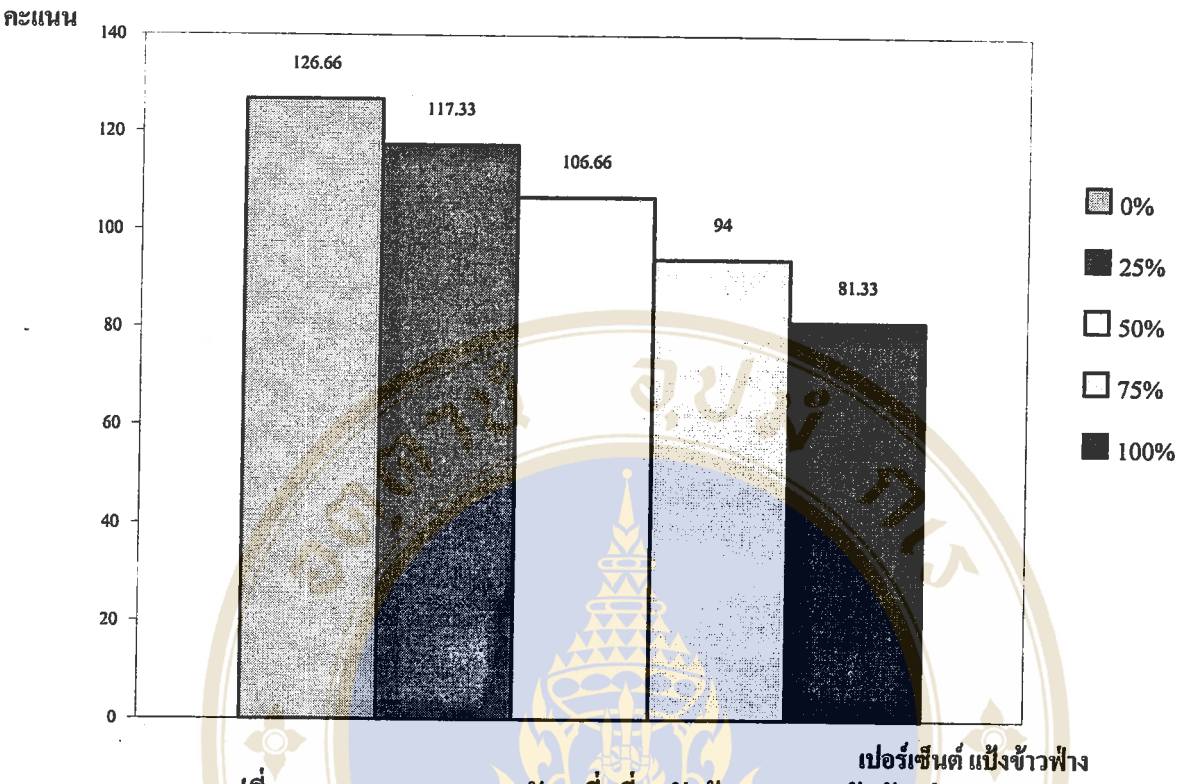
พบว่าการยอมรับของผู้ทดสอบชิมยอมรับมากที่สุดจากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ด้วยคะแนนการยอมรับ 117.33 คะแนน ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับ ของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับ 126.66 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 คะแนนการยอมรับด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์โดนัท

หน่วย : คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	การยอมรับทั่วไป	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย
0	ได้รับการยอมรับมากที่สุด	126.66
25	ได้รับการยอมรับค่อนข้างมากเป็นลำดับที่ 2	117.33
50	ได้รับการยอมรับในระดับปานกลางเป็นลำดับที่ 3	106.66
75	ได้รับการยอมรับในระดับค่อนข้างน้อย	94.00
100	ได้รับการยอมรับน้อย	81.33

Copyright by Mahidol University



กราฟที่ 4 - 11 คะเนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์โดนัท

สรุป จากตารางที่ 4-11 และกราฟที่ 4-11 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์โดนัท นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ทางด้านการยอมรับทั่วไป ในแต่ละสูตรส่วนผสม ตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี พบว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทางด้านการยอมรับทั่วไป

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

Copyright by Mahidol University

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติทางด้านการยอมรับทั่วไป

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 75 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ ผ – 20

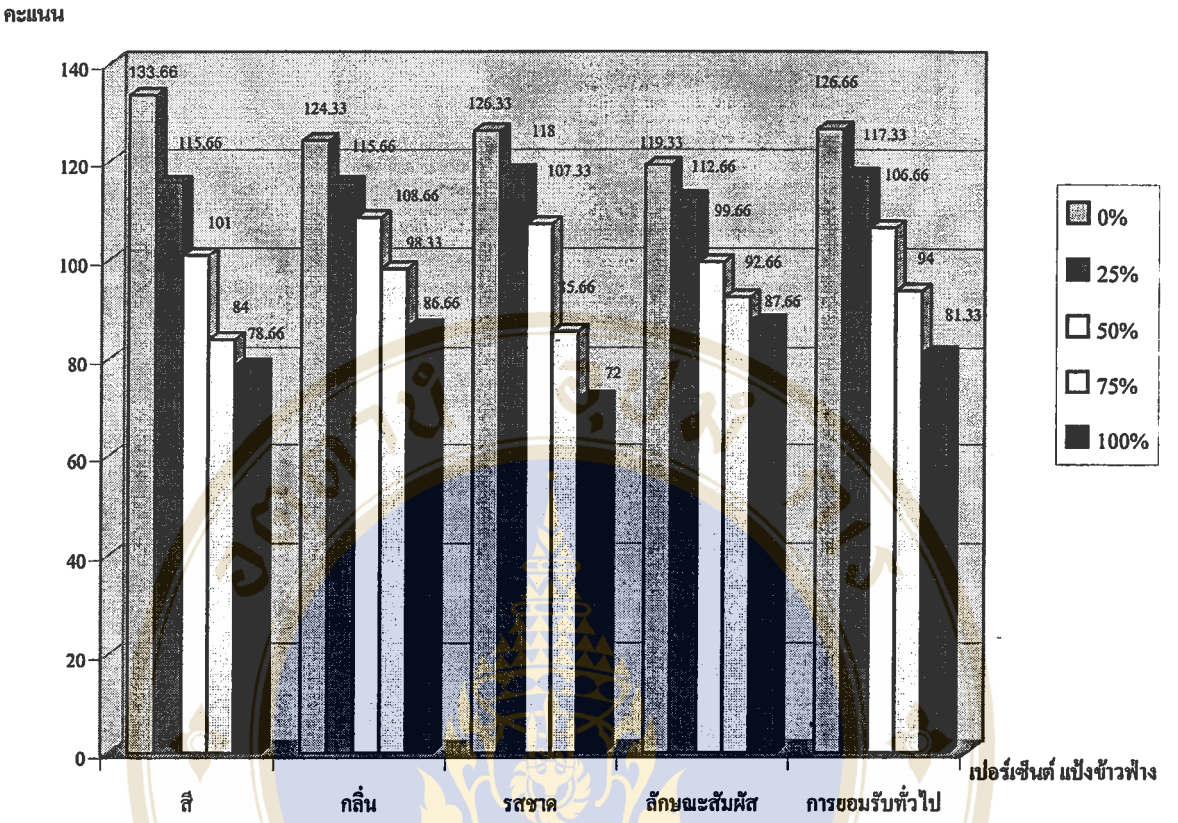
และจากคะแนนการยอมรับทางการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ โดนัท ในแต่ละด้าน สามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 4-12 และกราฟที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 คะแนนการยอมรับทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดนัท

หน่วย : คะแนน

คะแนนการทดสอบทางด้าน	คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี				
	0	25	50	75	100
สี	133.66^{a}	115.66^{b}	101^{bcd}	84^{bce}	78.66^{bce}
กลิ่น	124.33^{a}	115.66^{ab}	108.66^{b}	98.33^{bc}	86.66^{bcd}
รสชาด	126.33^{a}	118^{ab}	107.33^{b}	85.66^{bc}	72^{bcd}
ลักษณะสัมผัส	119.33^{a}	112.66^{a}	99.66^{b}	92.66^{b}	87.66^{b}
การยอมรับทั่วไป	126.66^{a}	117.33^{ab}	106.66^{b}	94^{bc}	81.33^{bcd}

Copyright by Mahidol University



กราฟที่ 4-12 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดนัท

จากตารางคะแนนการยอมรับทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดนัทในแต่ละด้าน ตามค่าเฉลี่ยแนวนอนแถวเดียวกันด้วยอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 ($P > 0.05$) และแถวที่ตัวอักษรต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 ($P < 0.05$)

4.2.3 ผลการศึกษาผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบ

จากการทดลอง การทำผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบโดยใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ในอัตราส่วนสูตรผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี โดยเริ่มทำ ผลิตภัณฑ์ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างจากร้อยละ 0, 25, 50, 75 จนถึงระดับที่ 100 ผลการทดลองการผลิตพบว่าผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบ ผลิตได้ในระดับที่ใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ได้ 3 ระดับร้อยละทดแทน คือในระดับที่ร้อยละ 0, 25, 50, และ 75 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลอง ไป

Copyright by Mahidol University

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค ทางด้านต่าง ๆ โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผลิตภัณฑ์ 4 สูตรส่วนผสม ที่ระดับ แป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0, 25, 50, และ 75 ตามลำดับ

ได้ผลการทดสอบการยอมรับ ทางด้านคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ และการยอมรับทั่วไปตามหัวข้อดังนี้

4.2.3.1 คุณสมบัติด้านสีของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ

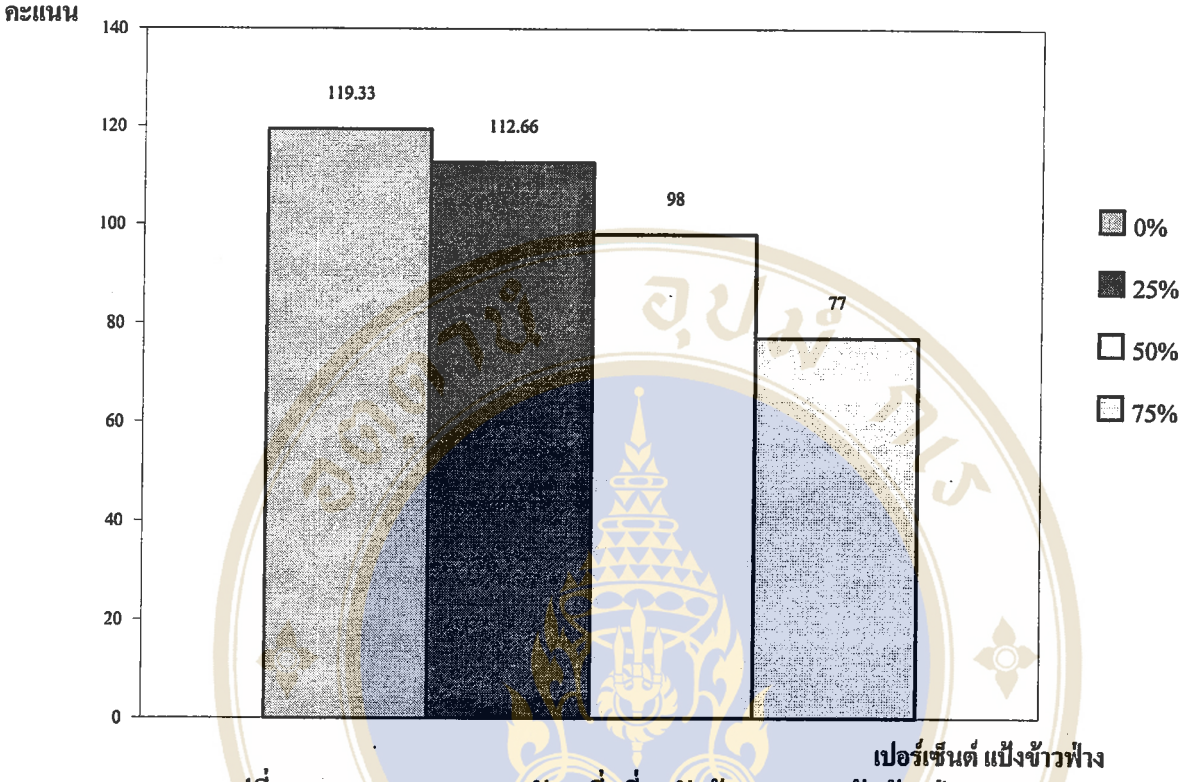
พบว่าการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ยอมรับมากที่สุดจากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ด้วยคะแนนการยอมรับ 112.66 คะแนน เมื่อเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้ที่ 2.5Y 7/6 เหลือง (yellow) ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับ 119.33 คะแนน เมื่อเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้ที่ 2.5 Y 8/6 เหลือง (yellow) ดังแสดงในตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-13 คะแนนการยอมรับทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ

หน่วย : คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	สี	คะแนนการยอมยอมรับเฉลี่ย
0	สีออกเป็นสีเหลืองนวลที่ 2.5Y 8/6 (yellow)	119.33
25	สีออกเป็นสีเหลืองอ่อนที่ 2.5Y 7/6 (yellow)	112.66
50	สีออกเป็นสีเหลืองเข้มค่อนไปทางน้ำตาลที่ 10YR5/6 (yellowish brown)	98.00
75	สีออกน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเกือบเข้มที่ 10YR 4/6 (dark yellowish brown)	77.00

Copyright by Mahidol University



กราฟที่ 4 - 13 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ

สรุป จากตารางที่ 4-13 และกราฟที่ 4-13 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี ของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ***ทางด้านสี*** ในแต่ละสูตรส่วนผสมตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลี พบว่า มีความแตกต่างกัน ในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติทางด้านสี

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างกันทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Copyright by Mahidol University

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 มีความแตกต่างกันทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ ผ – 22

4.2.3.2 คุณสมบัติทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ

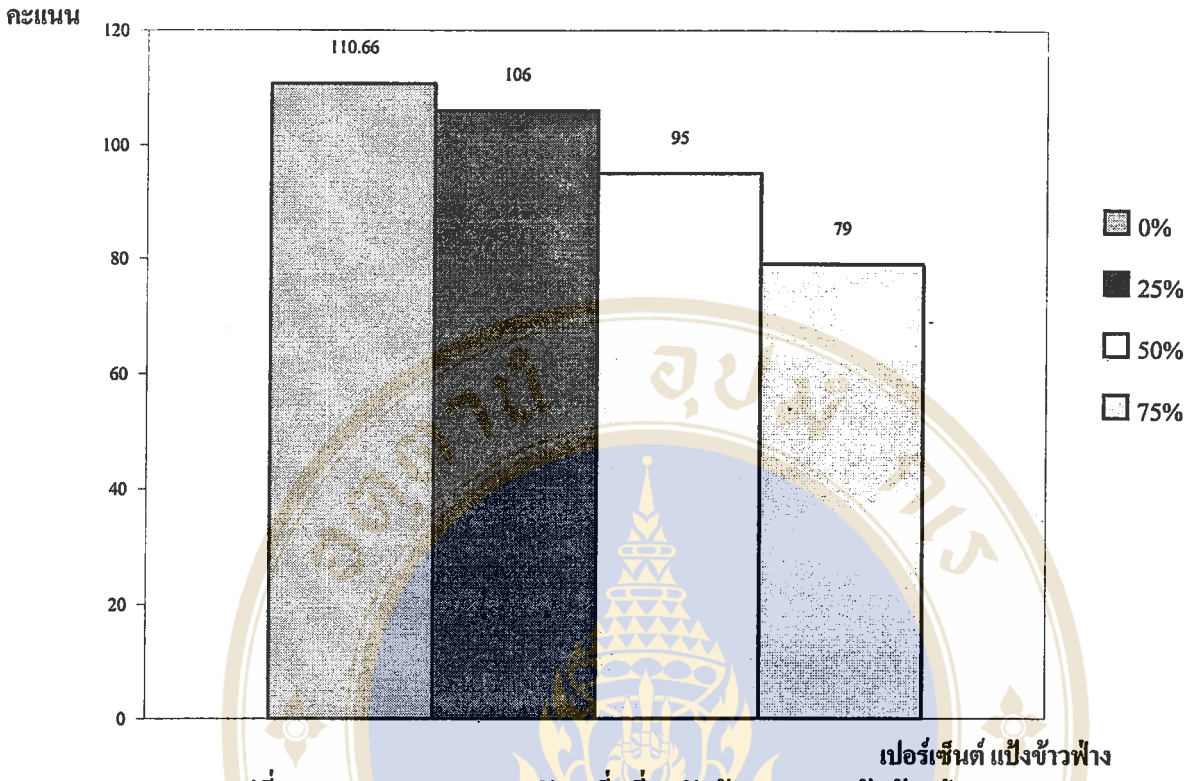
พบว่าการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ยอมรับมากที่สุดจากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ด้วยคะแนนการยอมรับ 106.00 คะแนน ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับ 110.66 คะแนน ดังแสดงในตาราง ที่ 4-14

ตารางที่ 4-14 คะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ

หน่วย : คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	กลิ่น	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย
0	ไม่มีกลิ่นของแป้งข้าวฟ่าง	110.66
25	ไม่มีกลิ่นของแป้งข้าวฟ่างจนถึงมีกลิ่นบ้าง	106.00
50	มีกลิ่นของแป้งข้าวฟ่างบ้างเล็กน้อย	95.00
75	มีกลิ่นของแป้งข้าวฟ่างบ้างเล็กน้อย	79.00

Copyright by Mahidol University



กราฟที่ 4 - 14 คะเนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น ของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ

สรุป จากตารางที่ 4-14 และกราฟที่ 4-14 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ทางด้านกลิ่น ในแต่ละสูตรส่วนผสมตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลี พบว่า มีความแตกต่างกัน ในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทางด้านกลิ่น

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างกันทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างกันทางด้านกลิ่น

Copyright by Mahidol University

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ ผ – 24

4.2.3.3 คุณสมบัติด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ

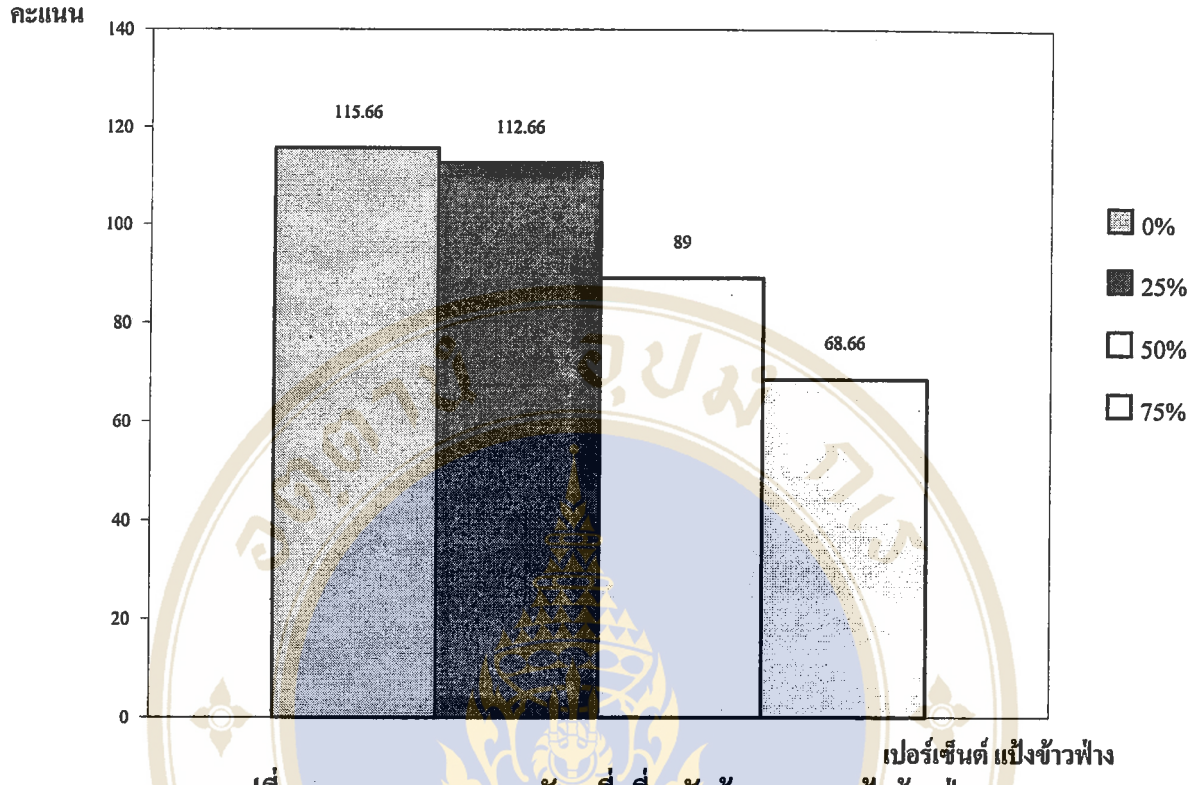
พบว่าการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ยอมรับมากที่สุดจากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ด้วยคะแนนการยอมรับ 112.66 คะแนน ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับ 115.66 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 4-15

ตารางที่ 4-15 คะแนนการยอมรับด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ

หน่วย : คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	รสชาด	คะแนนการยอมยอมรับเฉลี่ย
0	เป็นไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบพื้นฐานเดิม	115.66
25	เป็นไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบรสชาดโดยรวมแทบไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบพื้นฐานเดิม	112.66
50	เป็นไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ รสชาดโดยรวมแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบพื้นฐานเดิมเล็กน้อยตัวผลิตภัณฑ์มีความกระด้างค่อนข้างร่วน	89.00
75	เป็นไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบรสชาด โดยรวมแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบพื้นฐานเดิมเล็กน้อย ตัวผลิตภัณฑ์ค่อนข้างแข็งกระด้างและร่วน	68.66

Copyright by Mahidol University



กราฟที่ 4 - 15 คะเนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาด ของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ

สรุป จากตารางที่ 4-15 และกราฟที่ 4-15 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ***ทางด้านรสชาด*** ในแต่ละสูตรส่วนผสมตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลี พบว่า มีความแตกต่างกัน ในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติทางด้านรสชาด

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างทางด้านรสชาดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 75 มีความแตกต่างทางด้านรสชาดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 มีความแตกต่างทางด้านรสชาดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

Copyright by Mahidol University

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 75 มีความแตกต่างทางด้านรสชาดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 75 มีความแตกต่างทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังตารางที่ ผ – 26

4.2.3.4 ด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ

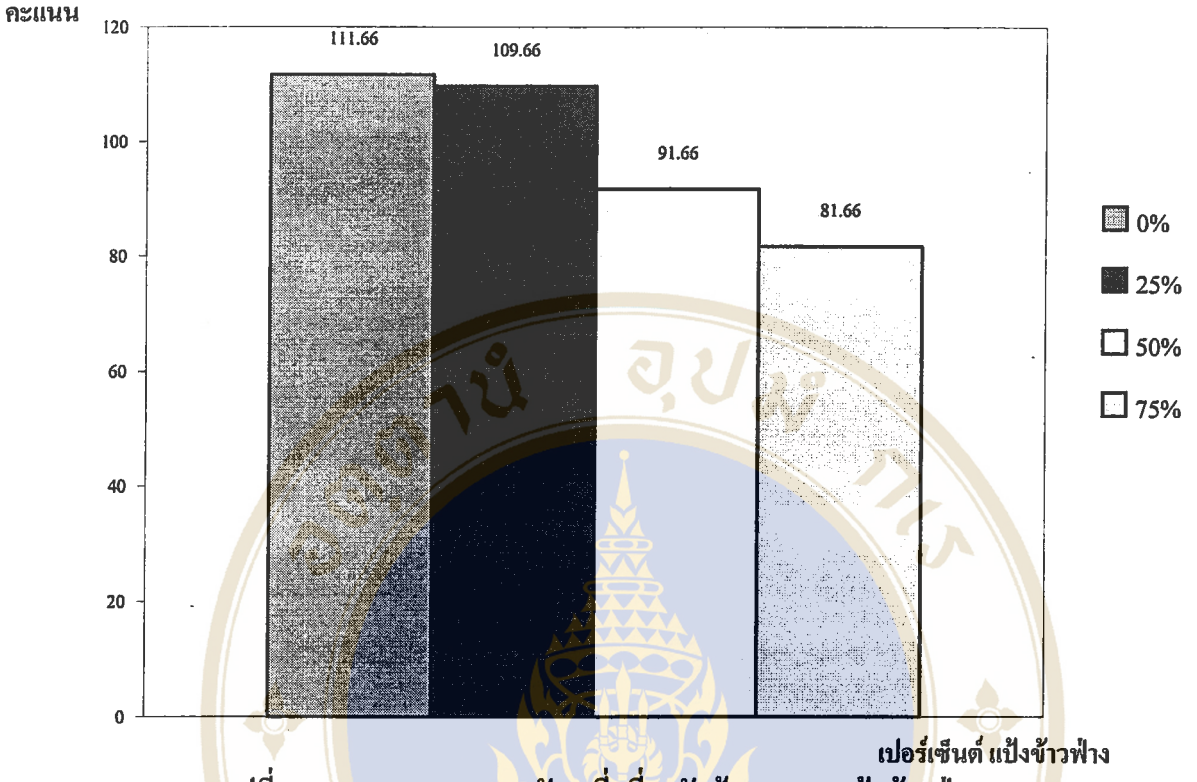
พบว่าการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ยอมรับมากที่สุดจากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ที่ร้อยละ 25 ด้วยคะแนนการยอมรับ 109.66 คะแนน ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ ที่ระดับ แป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับ 111.66 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-16 คะแนนการยอมรับทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ

หน่วย : คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	ลักษณะสัมผัส	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย
0	ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบเป็นไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบพื้นฐานเดิม	111.66
25	ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบเป็นไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบพื้นฐานเดิม	109.66
50	ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบมีลักษณะค่อนข้างร่วนแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ครองแครงพื้นฐานเดิมเล็กน้อย	91.66
75	ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบมีลักษณะค่อนข้างร่วนแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ครองแครงพื้นฐานเดิมเล็กน้อย	81.66

Copyright by Mahidol University



กราฟที่ 4 - 16 คะเนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ

สรุป จากตารางที่ 4-16 และกราฟที่ 4-16 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ***ทางด้านลักษณะสัมผัส***ในแต่ละสูตรส่วนผสมตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลี พบว่า มีความแตกต่างกัน ในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25ไม่มีความแตกต่างทางสถิติทางด้านลักษณะสัมผัส

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างทางด้านลักษณะสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 75 มีความแตกต่างทางด้านลักษณะสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 มีความแตกต่างทางด้านลักษณะสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Copyright by Mahidol University

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 75 มีความแตกต่างทางด้านลักษณะสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 75 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทางด้านลักษณะสัมผัส ดังตารางที่ ผ – 28

4.2.3.5 ด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ

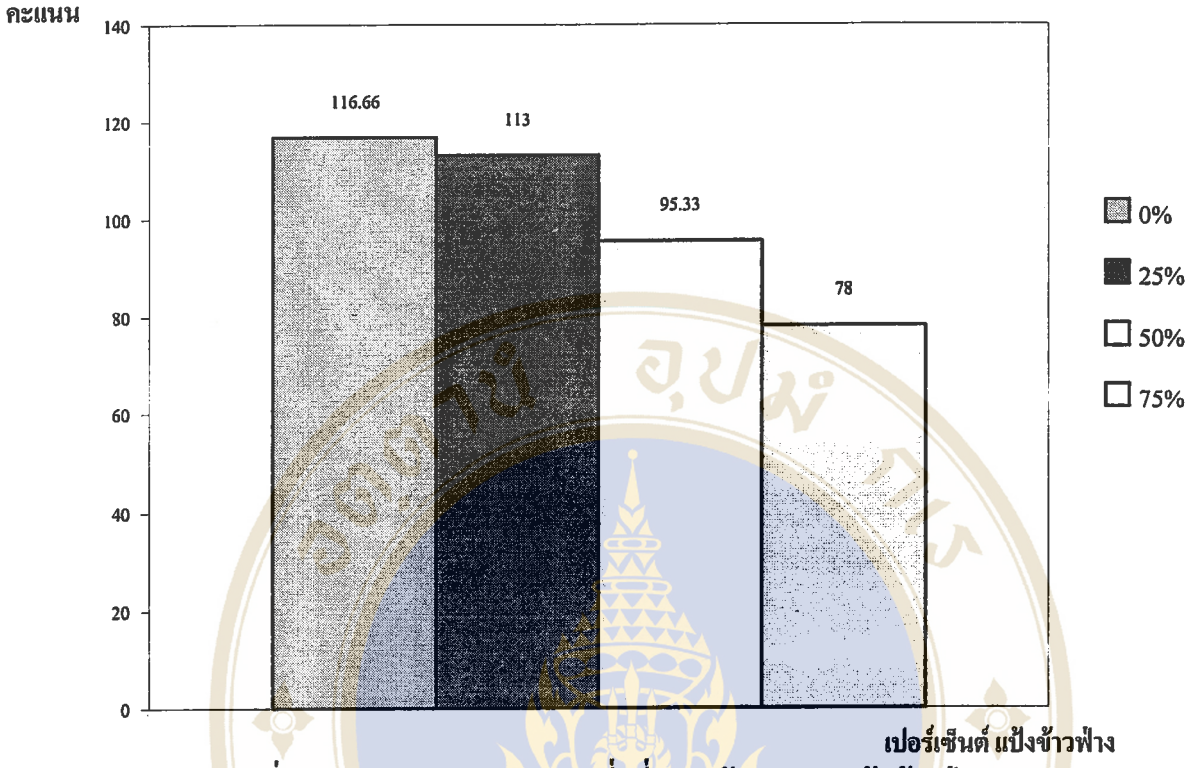
พบว่าการยอมรับของผู้ทดสอบชิมยอมรับมากที่สุด จากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ด้วนคะแนนการยอมรับ 113 คะแนน ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับ 116.66 คะแนน ดังแสดงในตาราง 4-17

ตารางที่ 4-17 คะแนนการยอมรับด้านการยอมรับทั่วไป ของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ

หน่วย :คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	การยอมรับทั่วไป	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย
0	ได้รับการยอมรับมากที่สุด	116.66
25	ได้รับการยอมรับค่อนข้างมากเป็นลำดับที่2	113.00
50	ได้รับการยอมรับในระดับค่อนข้างน้อย	95.33
75	ได้รับการยอมรับน้อย	78.00

Copyright by Mahidol University



กราฟที่ 4 - 17 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทาง<u>ด้านการยอมรับทั่วไป</u> ของผลิตภัณฑ์ <u>ครองแครงกรอบ</u>

สรุป จากตารางที่ 4-17 และกราฟที่ 4-17 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ***ทางด้านการยอมรับทั่วไป***ในแต่ละสูตรส่วนผสมตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลี พบว่า มีความแตกต่างกัน ในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทางด้านการยอมรับทั่วไป

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

Copyright by Mahidol University

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 75 มีคว่ามแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังตารางที่ ผ – 30

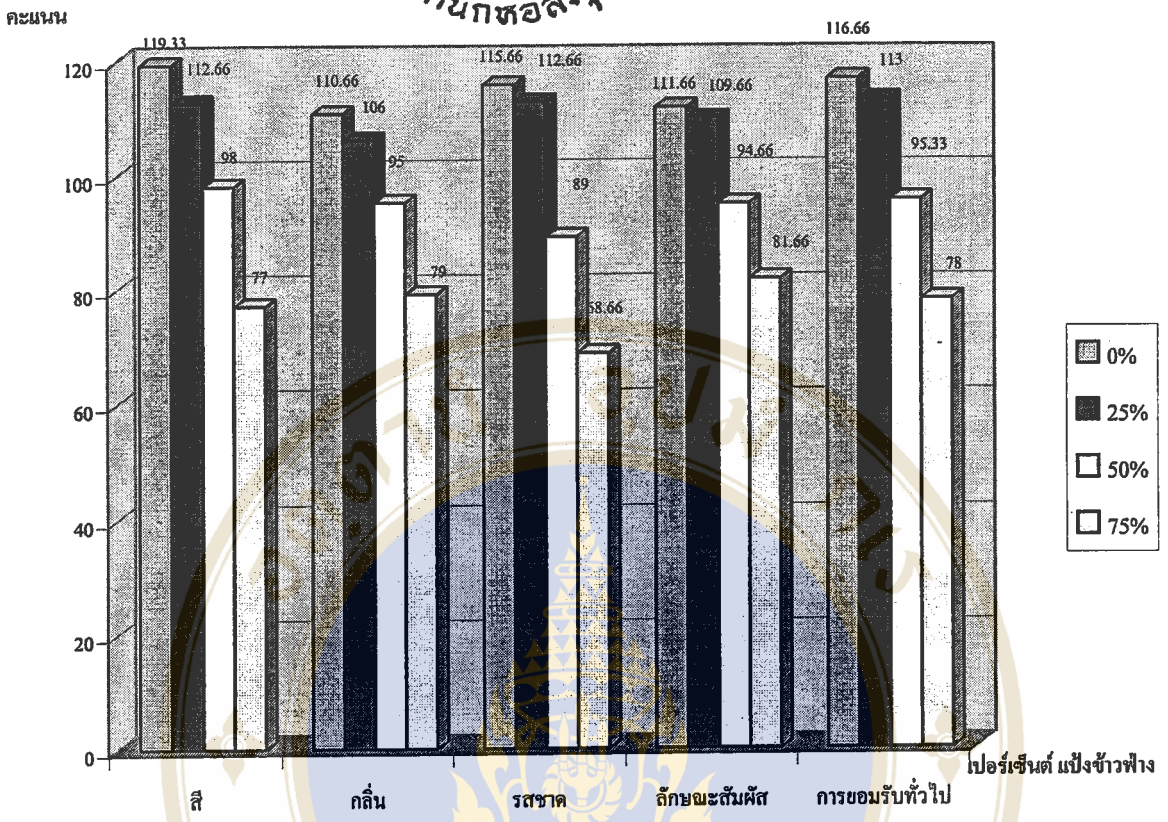
และจากคะแนนการยอมรับทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ ในแต่ละด้าน สามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 4 – 18 และกราฟที่ 4-18

ตารางที่ 4-18 คะแนนการยอมรับด้านการยอมรับทั่วไป ทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ

หน่วย : คะแนน

คะแนนการทดสอบทางด้าน	คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี			
	0	25	50	75
สี	119.33^{a}	112.66^{a}	98^{b}	77^{bc}
กลิ่น	110.66^{a}	106^{ab}	95^{b}	79^{bc}
รสชาด	115.66^{a}	112.66^{a}	89^{b}	68.66^{bc}
ลักษณะสัมผัส	111.66^{a}	109.66^{a}	94.66^{b}	81.66^{b}
การยอมรับทั่วไป	116.66^{a}	133^{a}	95.33^{b}	78^{bc}

Copyright by Mahidol University



กราฟที่ 4-18 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ กรองแครงกรอบ

จากตารางคะแนนการยอมรับทางการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์กรองแครงกรอบในแต่ละด้าน ตามค่าเฉลี่ยแนวนอนแถวเดียวกันด้วยอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 ($P > 0.05$) และแถวที่ตัวอักษรต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 ($P < 0.05$)

4.2.4 ผลการศึกษา ผลิตภัณฑ์ที่ 4 กลีบลำดวน

จากการทดลองการทำผลิตภัณฑ์ ขนมกลีบลำดวนโดยใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ในอัตราส่วนสูตรผสม ที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี โดยเริ่มทำผลิตภัณฑ์ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างจากร้อยละ 0, 25, 50, 75 จนถึงระดับที่ 100 ผลการทำการทดลองผลิตพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ 4 ขนมกลีบลำดวน ผลิตได้ ในระดับที่ใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีได้ทั้ง 4 ระดับร้อยละทดแทน คือในระดับที่ร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลอง ไป

Copyright by Mahidol University

ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านต่างๆ โดยการทดสอบทางประสาทสัมผัส จากผลิตภัณฑ์ 5 สูตร ส่วนผสมที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 , 25, 50, 75 และ 100 ตามลำดับ

โดยการทดสอบการยอมรับ ทางด้านคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ และการยอมรับทั่วไปตามหัวข้อดังนี้

4.2.4.1 คุณสมบัติด้านสีของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

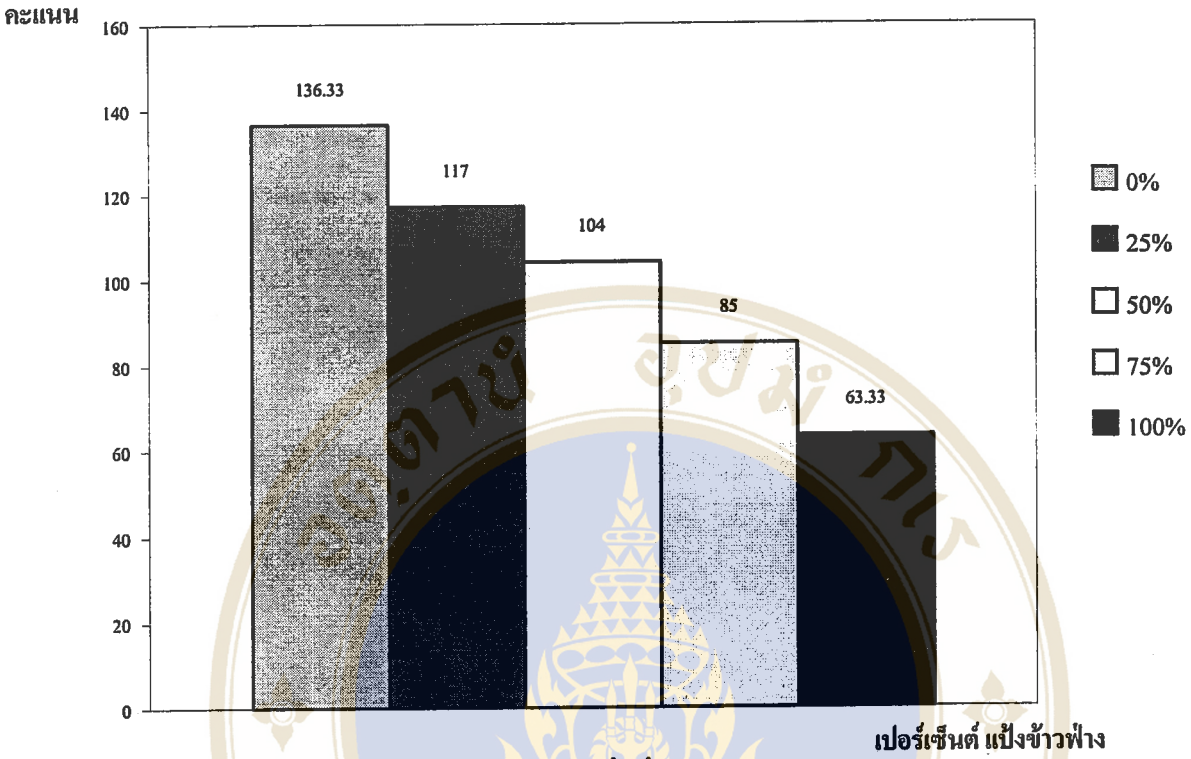
พบว่าการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ยอมรับมากที่สุดจากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ด้วยคะแนนการยอมรับ 117.00 คะแนน เมื่อเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์ กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้ที่ 25Y 7/4 เหลืองอ่อน (pale yellow) ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิมด้วยคะแนนการยอมรับ 136.33 คะแนน เมื่อเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้ที่ 25Y 8/6 เหลือง (yellow) ดังแสดงในตารางที่ 4-19

ตารางที่ 4-19 คะแนนการยอมรับทางด้านสีของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน

หน่วย :คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	สี	คะแนนการยอมยอมรับเฉลี่ย
0	สีออกเป็นสีครีมออกเหลืองนวล 2.5Y 8/2 (pale yellow)	136.33
25	สีออกเป็นสีครีมออกเหลืองอ่อน 2.5Y 7/4 (pale yellow)	117.00
50	สีออกเป็นสีเหลืองเกือบน้ำตาล 10YR 6/4 (light yellowish brown)	104.00
75	สีออกเป็นสีเหลืองถึงน้ำตาล 10YR 6/6 (yellowish brown)	85.00
100	สีออกเป็นสีเหลืองถึงน้ำตาล 10 10YR 5/6 (yellowish brown)	63.33

Copyright by Mahidol University



กราฟที่ 4 - 19 คะเนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี ของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

สรุป จากตารางที่ 4-19 และกราฟที่ 4-19 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี ของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ***ทางด้านสี*** ในแต่ละสูตรส่วนผสม ตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี พบว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25 มีความแตกต่างกันทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างกันทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

Copyright by Mahidol University

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทางด้านสี

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 75 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านสี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ ผ – 32

4.2.4.2 คุณสมบัติด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน

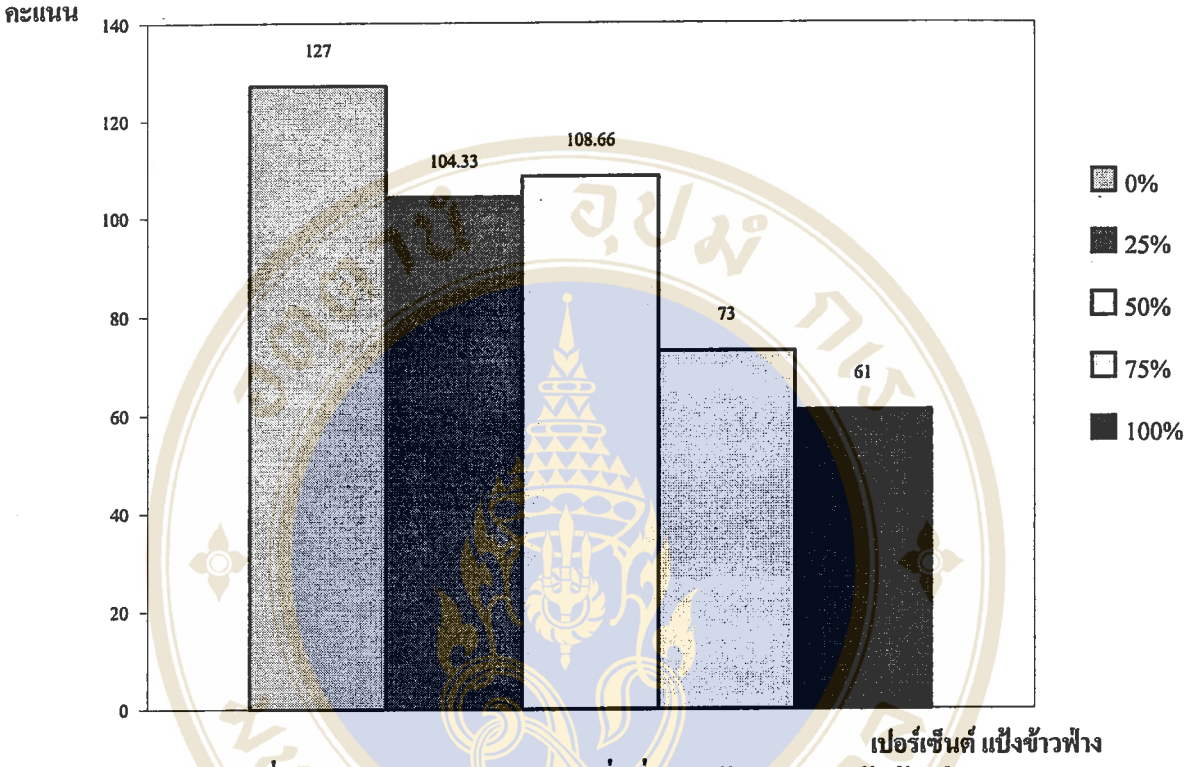
พบว่าการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ยอมรับมากที่สุดจากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 50 ด้วยคะแนนการยอมรับ 108.66 คะแนน ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับ 127 คะแนน ดังแสดงในตาราง 4-20

ตารางที่ 4-20 คะแนนการยอมรับทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน

หน่วย : คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	กลิ่น	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย
0	ไม่มีกลิ่นของแป้งข้าวฟ่าง	127.00
25	ไม่มีกลิ่นของแป้งข้าวฟ่างจนถึงมีกลิ่นบ้าง	104.33
50	มีกลิ่นของแป้งข้าวฟ่างบ้างเล็กน้อยจนแทบไม่มีกลิ่น	108.66
75	มีกลิ่นของแป้งข้าวฟ่างบ้างเล็กน้อย	73.00
100	มีกลิ่นของแป้งข้าวฟ่างเล็กน้อยจนถึงปานกลาง	61.00

Copyright by Mahidol University



กราฟที่ 4 - 20 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น ของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

สรุป จากตารางที่ 4-20 และกราฟที่ 4-20 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านกลิ่น ของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ***ทางด้านกลิ่น*** ในแต่ละสูตรส่วนผสม ตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี พบว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25 มีความแตกต่างทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Copyright by Mahidol University

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 75 มีความแตกต่างทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 100 มีความแตกต่างทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทางด้านกลิ่น

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านกลิ่น อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 75 กับ 100 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทางด้านกลิ่น ดังตารางที่ ผ – 34

4.2.4.3 คุณสมบัติด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน พบว่าการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ยอมรับมากที่สุด จากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทน แป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ด้วยคะแนนการยอมรับ 113.33 คะแนน ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับ 128 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 4-21

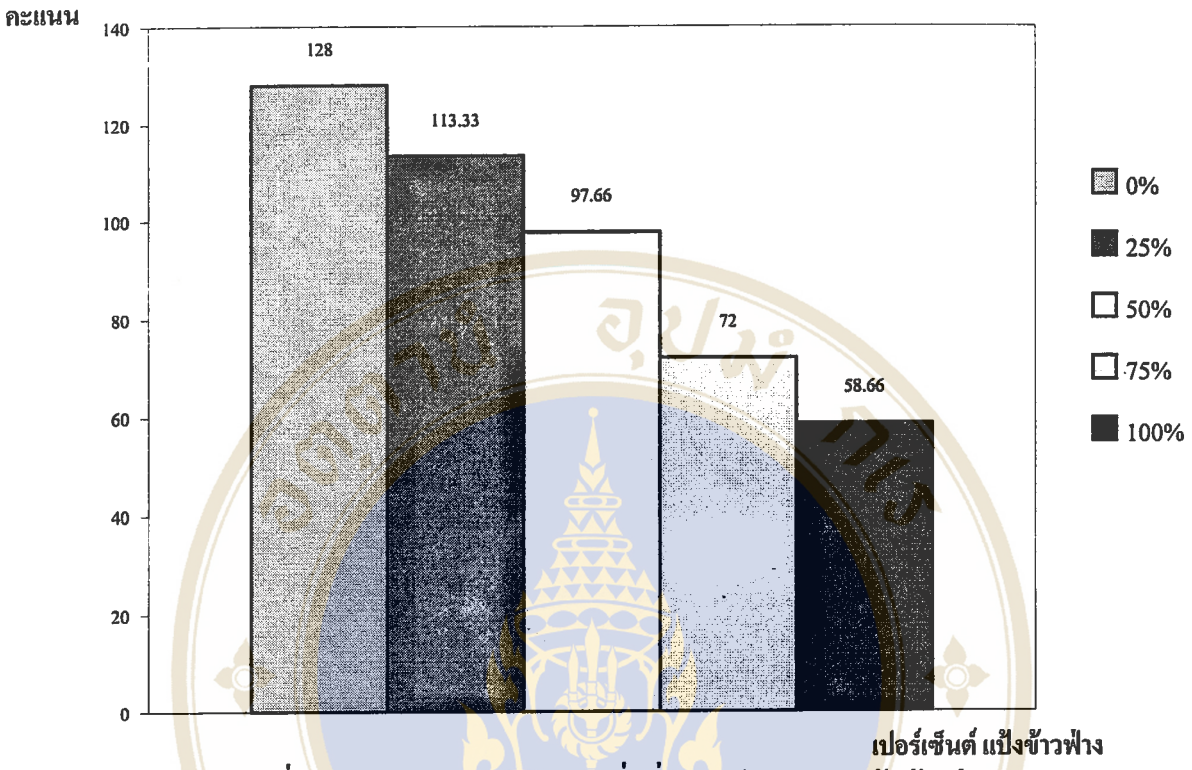
Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-21 คะแนนการยอมรับทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน

หน่วย :คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	รสชาด	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย
0	เป็นไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนพื้นฐานเดิม	128.00
25	เป็นไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนพื้นฐานเดิม รสชาดโดยรวมแทบไม่แตกต่าง	113.33
50	เป็นไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน รสชาดโดยรวมรวมแตกต่างจากผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนพื้นฐานเดิมเล็กน้อย ตัวผลิตภัณฑ์ มีความกระด้างเล็กน้อย	97.66
75	เป็นไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน รสชาดโดยรวมรวมแตกต่างจากผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนพื้นฐานเดิม ตัวผลิตภัณฑ์ มีความกระด้างค่อนข้างร่วน	72.00
100	เป็นไปตามลักษณะของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน รสชาดโดยรวมรวมแตกต่างจากผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนพื้นฐานเดิมเล็กน้อย ตัวผลิตภัณฑ์ มีความกระด้างค่อนข้างร่วน	58.66

Copyright by Mahidol University



แผนภูมิที่ 4 - 21 คะเนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาด ของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

สรุป จากตารางที่ 4-21 และกราฟที่ 4-21 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านรสชาด ของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ทางด้านรสชาดในแต่ละสูตรส่วนผสมตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี พบว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25 มีความแตกต่างกันทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างกันทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

Copyright by Mahidol University

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 มีความแตกต่างกันทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 75 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านรสชาด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ ผ – 36

4.2.4.4 ด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

พบว่าการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ยอมรับมากที่สุดจากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทน แป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ด้วยคะแนนการยอมรับ 118.33 คะแนน ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับ 124.66 ดังแสดงในตารางที่ 4-22

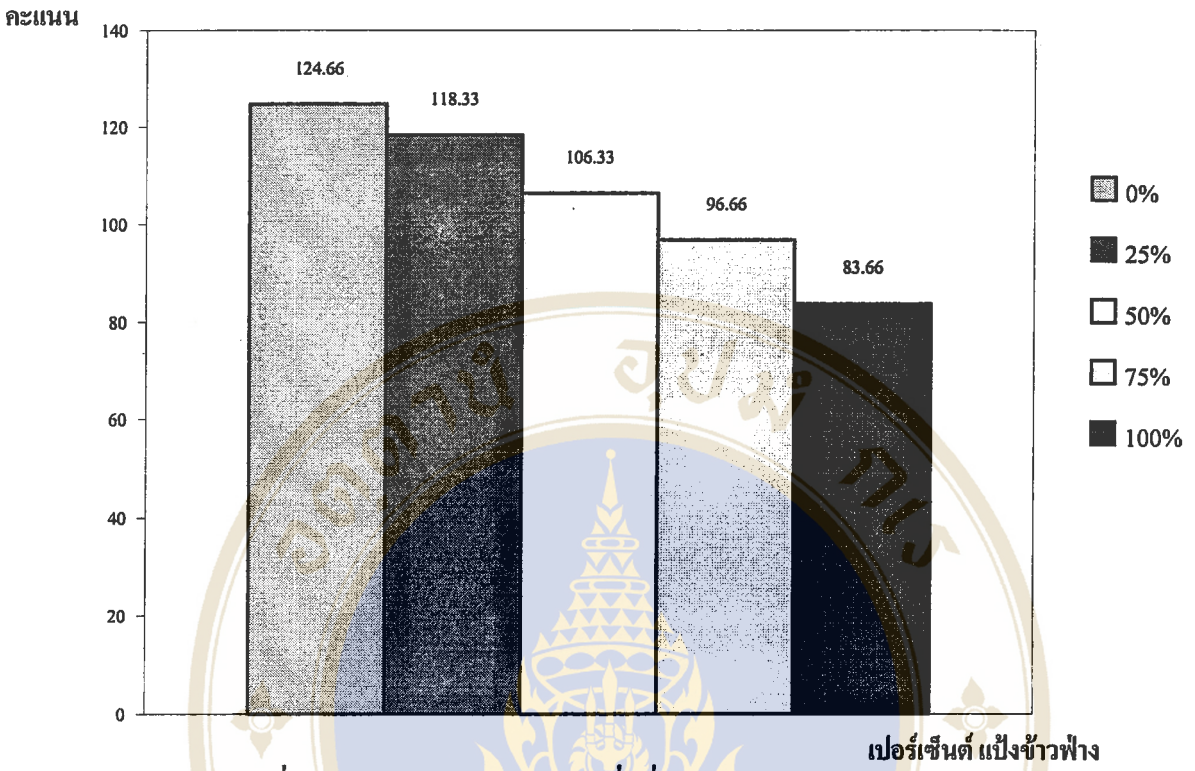
Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-22 คะแนนการยอมรับ ทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน

หน่วย :คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	ลักษณะสัมผัส	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย
0	ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบเป็นไปตามลักษณะผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนพื้นฐานเดิม	124.66
25	ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบมีลักษณะรูปทรงใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนพื้นฐานเดิมมากที่สุด	118.33
50	ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบมีลักษณะรูปทรงใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนพื้นฐานเดิมค่อนข้างมาก	106.33
75	ผลิตภัณฑ์ที่ทดสอบมีลักษณะรูปแตกต่างจากผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนพื้นฐานเดิม ตัวผลิตภัณฑ์ค่อนข้างมีน้ำหนักมาก กระด้างค่อนข้างร่วนซุย	96.66
100	ผลิตภัณฑ์มีลักษณะรูปทรงแตกต่างจากผลิตภัณฑ์พื้นฐานเดิม มีน้ำหนักกระด้างและร่วนซุย	83.66

Copyright by Mahidol University



แผนภูมิที่ 4 - 22 คะเนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการเสียรูปของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

สรุป จากตารางที่ 4-22 และกราฟที่ 4-22 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ทางด้านลักษณะสัมผัส ในแต่ละสูตรส่วนผสม ตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี พบว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25 ไม่มีความแตกต่างทางด้านลักษณะสัมผัส

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

Copyright by Mahidol University

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 มีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 75 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทางด้านลักษณะสัมผัส

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 75 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ ผ – 38

4.2.4.5 ด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน

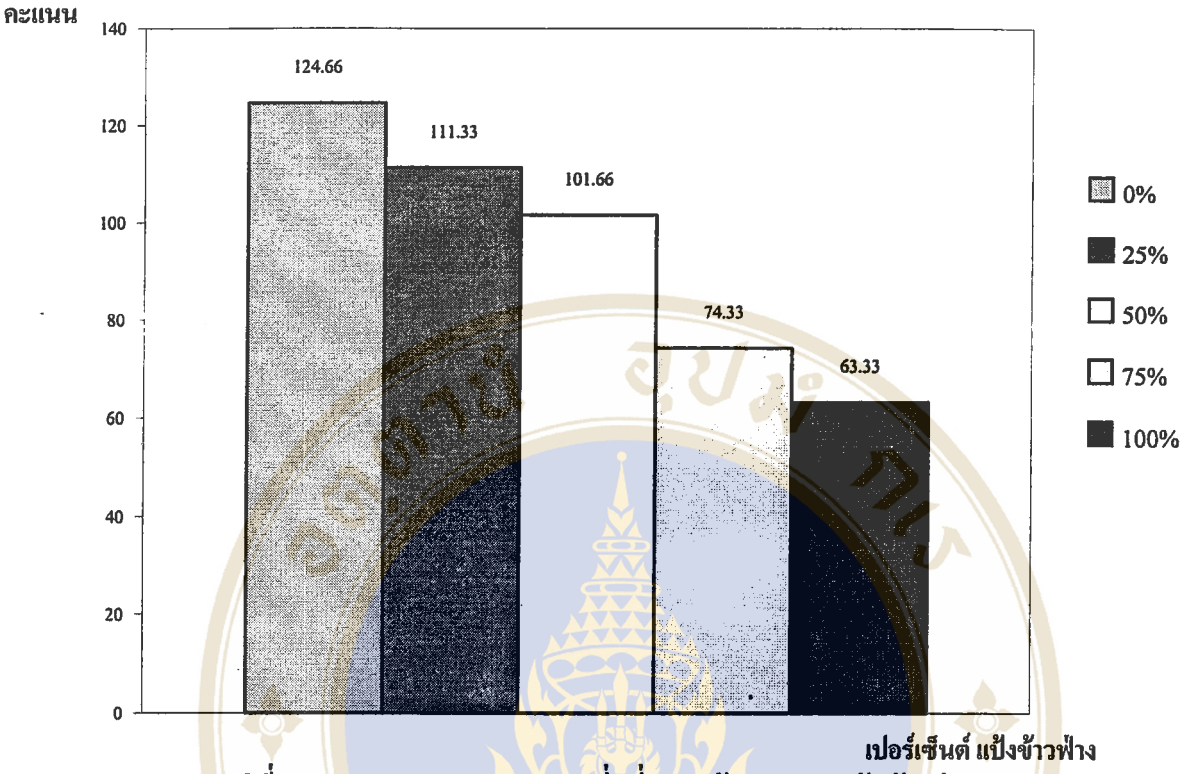
พบว่าการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ยอมรับมากที่สุด จากสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ด้วยคะแนนการยอมรับ 111.33 คะแนน ในขณะที่สูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 พบการยอมรับของผู้ทดสอบชิม ด้วยคะแนนการยอมรับ 124.66 คะแนน ดังแสดงในตาราง 4-23

ตารางที่ 4-23 คะแนนการยอมรับด้านการยอมรับทั่วไป ของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน

หน่วย :คะแนน

ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี	การยอมรับทั่วไป	คะแนนการยอมรับเฉลี่ย
0	ได้รับการยอมรับมากที่สุด	124.66
25	ได้รับการยอมรับค่อนข้างมากเป็นลำดับที่ 2	111.33
50	ได้รับการยอมรับในระดับปานกลางเป็นลำดับที่ 3	101.66
75	ได้รับการยอมรับในระดับค่อนข้างน้อย	74.33
100	ได้รับการยอมรับค่อนข้างน้อย	63.33

Copyright by Mahidol University



แผนภูมิที่ 4 - 23 คะเนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับทั่วไป ของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

สรุป จากตารางที่ 4-23 และกราฟที่ 4-23 คะแนนที่ได้ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน นำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อหาความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ ทางด้านการยอมรับทั่วไปในแต่ละสูตรส่วนผสม ตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี พบว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ดังนี้

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 25 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทางด้านการยอมรับทั่วไป

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

Copyright by Mahidol University

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทางด้านการยอมรับทั่วไป

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 75 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 25 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 75 ไม่มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 50 กับ 100 มีความแตกต่างกันทางด้านการยอมรับทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 75 กับ 100ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทางด้านการยอมรับทั่วไป ดังตารางที่ ผ – 40

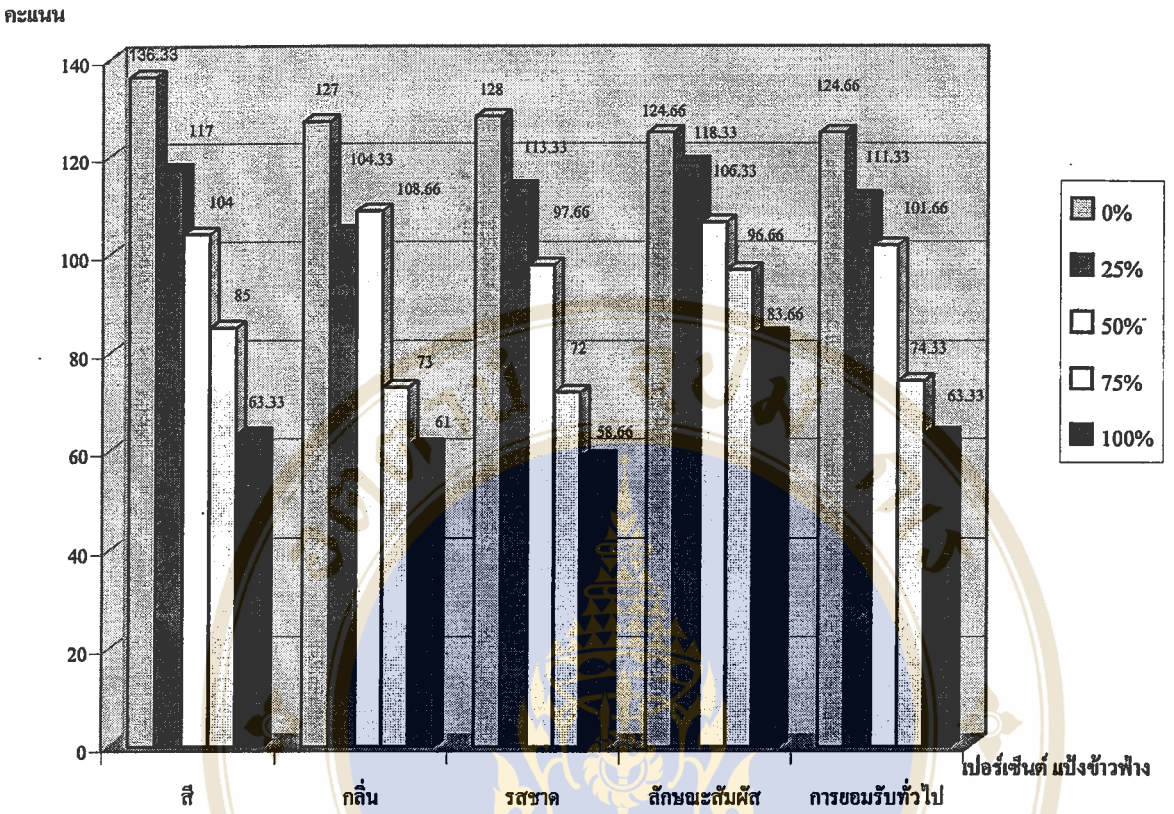
และจากคะแนนการยอมรับทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนในแต่ละด้าน สามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 4-24 และกราฟที่ 4-24

ตารางที่ 4-24 คะแนนการยอมรับทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน

หน่วย : คะแนน

คะแนนการทดสอบทางด้าน	คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี				
	0	25	50	75	100
สี	136.33^{a}	117^{b}	104^{b}	85^{bc}	63.33^{bcd}
กลิ่น	127^{a}	104.33^{b}	108.66^{b}	73^{bc}	61^{bc}
รสชาด	128^{a}	113.33^{b}	97.66^{bc}	72^{bcd}	58.66^{bcde}
ลักษณะสัมผัส	124.66^{a}	118.33^{a}	106.33^{b}	96.66^{b}	83.66^{bc}
การยอมรับทั่วไป	124.66^{a}	111.33^{ab}	101.66^{b}	74.33^{bc}	63.33^{bc}

Copyright by Mahidol University



กราฟที่ 4-24 คะแนนการยอมรับเฉลี่ยที่ระดับร้อยละของ แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทางการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

จากตารางคะแนนการยอมรับทางการทดสอบทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน ในแต่ละด้าน ตามค่าเฉลี่ยแนวนอนแถวเดียวกันด้วยอักษรเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 ($P > 0.05$) และแถวที่ตัวอักษรต่างกัน แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 ($P < 0.05$)

Copyright by Mahidol University

4.3 ผลการศึกษาค่าใช้จ่ายต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิด ในห้องปฏิบัติการ

ในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมที่ใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์ จะใช้ระดับแป้งข้างฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่แตกต่างกันตามระดับเปอร์เซ็นต์แป้งในแต่ละสูตรส่วนผสมจึงเป็นผลที่ทำให้ต้นทุนการผลิตต่างกันไปตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลีเพราะแป้งข้าวฟ่าง มีราคาถูกกว่าแป้งสาลี

ในสูตรส่วนผสมที่ใช้ระดับเปอร์เซ็นต์ แป้งข้าวฟ่างมากต้นทุนจะต่ำลงตามลำดับ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

4.3.1 ต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ 1 กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

จากการทดลองทำผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ผลการศึกษา ต้นทุนการผลิต ในห้องปฏิบัติการ พบว่า ต้นทุนการผลิตที่ 100 กรัม ที่สูตรส่วนผสมระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 มีต้นทุนการผลิต 12.22 บาท ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 25 มีต้นทุนการผลิต 11.94 บาท ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 50 มีต้นทุนการผลิต 11.66 บาท ดังแสดงในตารางที่ 4 – 25 ซึ่งหมายถึง ถ้านำแป้งข้าวฟ่างมาทดแทนในอัตราส่วนร้อยละ 25 จะลดต้นทุนลงได้ **0.28 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ **2.80 บาท**ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม และถ้านำแป้งข้าวฟ่างมาทดแทนแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 50 จะลดต้นทุนลงได้ **0.56 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ **5.60 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-25 แสดงค่าใช้จ่ายต้นทุนการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ 1 กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

สูตรที่	ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง	แป้งข้าวฟ่าง	แป้งสาลี		ค่าแรงงาน		ค่าเชื้อเพลิง		น้ำมันพืช		น้ำตาลไอ-ซิ่ง		เกลือป่น		ไส้ขนม		ความสัมพันธ์ในการผลิต			ต้นทุนการผลิตต่อผลิตภัณฑ์ 100กรัม (บาท)
							ค่าไฟฟ้าปริมาณ										ต้นทุนการผลิต (บาท) วัตถุดิบ 1 ก.ค.	ผลิตภัณฑ์ที่ได้ต้นทุน		
		กรัม	กรัม	ราคา (บาท)	จำนวนชั่วโมง	20.25 บาท	หน่วย	บาท	กรัม	ราคา (บาท)	กรัม	ราคา (บาท)	กรัม	ราคา (บาท)	กรัม	ราคา (บาท)		กรัม	ราคา (บาท)	
1	0	-	680	19.38	2	40.50	1.25	4.96	900	26.10	16	0.47	4	0.04	1000	120	122.22	1730	211.45	12.22
2	25	170	510	14.53	2	40.50	1.25	4.96	900	26.10	16	0.47	4	0.04	1000	120	119.42	1730	206.6	11.94
3	50	340	340	9.69	2	40.50	1.25	4.96	900	26.10	16	0.47	4	0.04	1000	120	116.62	1730	201.76	11.66

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ. (ปีที่ได้รับปริญญา) / 109

4.3.2 ต้นทุนการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัท

จากการทดลองทำผลิตภัณฑ์ โดนัท ผลการศึกษา ต้นทุนการผลิต ในห้องปฏิบัติการ พบว่า ต้นทุนการผลิตที่ 100 กรัม ที่สูตรส่วนผสม ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 0 มีต้นทุนการผลิต 10.54 บาท

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ	25	มีต้นทุนการผลิต	10.13	บาท	
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ	50	มีต้นทุนการผลิต	9.72	บาท	
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ	75	มีต้นทุนการผลิต	9.32	บาท	และ
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ	100	มีต้นทุนการผลิต	8.91	บาท	

ดังแสดงในตารางที่ 4-26 ซึ่งหมายถึง ถ้านำแป้งข้าวฟ่างมาทดแทนแป้งสาลี ในอัตราส่วนร้อยละ 25 จะลดต้นทุนลงได้ **0.41 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ **4.07 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม ในอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 50 จะลดต้นทุนลงได้ **0.82 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ **8.14 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม ในอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 75 จะลดต้นทุนลงได้ **1.22 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ **12.21 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม ในอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 100 จะลดต้นทุนลงได้ **1.63 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ **16.29 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4 – 26 แสดงค่าใช้จ่ายต้นทุนการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัท

สูตรที่	ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง	แป้งข้าวฟ่าง	แป้งสาลี		ค่าแรงงาน		ค่าเชื้อเพลิง			เนยสด		น้ำตาลทราย		ไข่ไก่		นมข้นจืด		กลิ่นวานิลลา		ผงฟู		เกลือป่น		ความสัมพันธ์ในการผลิต			ต้นทุนการผลิตต่อผลิตภัณฑ์ 100 กรัม (บาท)
							ค่าไฟฟ้า																	ต้นทุนการผลิต(บาท) วัตถุดิบ 1 กก.	ผลิตภัณฑ์ที่ได้ต้นทุน		
		กรัม	กรัม	ราคา (บาท)	จำนวนชั่วโมง	20.25 บาท	ปริมาณหน่วย	บาท	แก๊ส	กรัม	ราคา (บาท)	กรัม	ราคา (บาท)	กรัม	ราคา (บาท)	กรัม	ราคา (บาท)	กรัม	ราคา (บาท)	กรัม	ราคา (บาท)	กรัม	ราคา (บาท)		กรัม	ราคา (บาท)	
1	0	-	400	11.4	2	40.50	1.25	4.96	-	25	3.93	200	2.50	100	4.40	120	4.59	1.6	.64	8	.86	1.6	0.01	105.41	700	73.79	10.54
2	25	100	300	8.55	2	40.50	1.25	4.96	-	25	3.93	200	2.50	100	4.40	120	4.59	1.6	.64	8	.86	1.6	0.01	101.34	700	70.94	10.13
3	50	200	200	5.70	2	40.50	1.25	4.96	-	25	3.93	200	2.50	100	4.40	120	4.59	1.6	.64	8	.86	1.6	0.01	97.27	700	73.79	9.72
4	75	300	100	2.85	2	40.50	1.25	4.96	-	25	3.93	200	2.50	100	4.40	120	4.59	1.6	.64	8	.86	1.6	0.01	93.20	700	65.25	9.32
5	100	400	-	-	2	40.50	1.25	4.96	-	25	3.93	200	2.50	100	4.40	120	4.59	1.6	.64	8	.86	1.6	0.01	89.12	700	62.39	8.91

Copyright by Mahidol University

ภาคนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาโภชนาการและการกำหนดอาหาร (หลักสูตรนานาชาติ) / 111

4.3.3 ต้นทุนการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบ

จากการทดลองทำผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ ผลการศึกษา ต้นทุนการผลิต ในห้องปฏิบัติการ พบว่า ต้นทุนการผลิตที่ 100 กรัม ที่สูตรส่วนผสม ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 0 มีต้นทุนการผลิต 13.83 บาท

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่าง	ร้อยละ 25	มีต้นทุนการผลิต	13.48	บาท
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่าง	ร้อยละ 50	มีต้นทุนการผลิต	13.14	บาท
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่าง	ร้อยละ 75	มีต้นทุนการผลิต	12.79	บาท

ดังแสดงในตารางที่ 4-27 ซึ่งหมายถึง ถ้านำแป้งข้าวฟ่างมาทดแทนแป้งสาลีในอัตราส่วนร้อยละ 25 จะลดต้นทุนลงได้ **0.35 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ **3.48 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม ในอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 50 จะลดต้นทุนลงได้ **0.69 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ **6.95 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม ในอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 75 จะลดต้นทุนลงได้ **1.04 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ **10.43 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4 – 27 แสดงค่าใช้จ่ายต้นทุนการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบ

สูตรที่	ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง	แป้งข้าวฟ่าง	แป้งสาลี		ค่าแรงงาน		ค่าเชื้อเพลิง		น้ำมันพืช		ไข่ไก่		น้ำมันปี๊บ		พริกไทยป่น		เกลือป่น		กระเทียม		รากผักชี		ความสัมพันธ์ในการผลิต			ต้นทุนการผลิตต่อผลิตภัณฑ์ 100 กรัม (บาท)
							ค่าไฟฟ้า																ต้นทุนการผลิต(บาท) วัตถุดิบ 1 กก.	ผลิตภัณฑ์ที่ได้ต้นทุน		
		กรัม	กรัม	ราคา (บาท)	จำนวนชั่วโมง	20.25 บาท	หน่วย	บาท	กรัม	ราคา (บาท)	กรัม	ราคา (บาท)	กรัม	ราคา (บาท)	กรัม	ราคา (บาท)	กรัม	ราคา (บาท)	กรัม	ราคา (บาท)	กรัม	ราคา (บาท)		กรัม	ราคา (บาท)	
1	0	-	400	11.4	3	60.75	1.25	4.96	695	20.15	50	2.20	325	8.45	4	2.05	4	0.04	6	0.45	13	3	138.35	820	113.45	13.83
2	25	100	300	8.55	3	60.75	1.25	4.96	695	20.15	50	2.20	325	8.45	4	2.05	4	0.04	6	0.45	13	3	134.87	820	110.60	13.48
3	50	200	200	5.70	3	60.75	1.25	4.96	695	20.15	50	2.20	325	8.45	4	2.05	4	0.04	6	0.45	13	3	131.40	820	107.75	13.14
4	75	300	100	2.85	3	60.75	1.25	4.96	695	20.15	50	2.20	325	8.45	4	2.05	4	0.04	6	0.45	13	3	127.92	820	104.90	12.79

Copyright by Mahidol University

4.3.4 ต้นทุนการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ 4 กลีบลำดวน

จากการทดลองทำผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน ผลการศึกษา ต้นทุนการผลิต ในห้องปฏิบัติการ พบว่า ต้นทุนการผลิตที่ 100 กรัม ที่สูตรส่วนผสม ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 0 มีต้นทุนการผลิต 10.93 บาท

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ	25	มีต้นทุนการผลิต	10.45	บาท
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ	50	มีต้นทุนการผลิต	9.98	บาท
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ	75	มีต้นทุนการผลิต	9.47	บาท
ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ	100	มีต้นทุนการผลิต	9.51	บาท

ดังแสดงในตารางที่ 4-28 ซึ่งหมายถึง ถ้านำแป้งข้าวฟ่างมาทดแทนแป้งสาลี ในอัตราส่วนร้อยละ 25 จะลดต้นทุนลงได้ **0.48 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ **4.75 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม ในอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 50 จะลดต้นทุนลงได้ **0.95 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ **9.50 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม ในอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 75 จะลดต้นทุนลงได้ **1.19 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ **11.83 บาท** ต่อ น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม ในอัตราส่วนแป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 100 จะลดต้นทุนลงได้ **1.42 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ **14.16 บาท** ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4 – 28 แสดงค่าใช้จ่ายต้นทุนการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ 4 กลีบลำดวน

สูตรที่	ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง	แป้งข้าวฟ่าง	แป้งสาลี		ค่าแรงงาน		ค่าเชื้อเพลิง			น้ำตาลไอซิ่ง		น้ำมันพืช		ความสัมพันธ์ในการผลิต			ต้นทุนการผลิตต่อผลิตภัณฑ์ 100 กรัม (บาท)
							ค่าไฟฟ้า							ต้นทุนการผลิต(บาท) วัตถุดิบ 1 กก.	ผลิตภัณฑ์ที่ได้ต้นทุน		
		กรัม	กรัม	ราคา (บาท)	จำนวนชั่วโมง	20.25 บาท	ปริมาณหน่วย	บาท	แก๊ส	กรัม	ราคา (บาท)	กรัม	ราคา (บาท)		กรัม	ราคา (บาท)	
1	0	-	400	11.4	2	40.50	1.25	4.96	-	100	2.93	200	5.80	109.31	600	65.59	10.93
2	25	100	300	8.55	2	40.50	1.25	4.96	-	100	2.93	200	5.80	104.56	600	62.74	10.45
3	50	200	200	5.70	2	40.50	1.25	4.96	-	100	2.93	200	5.80	99.81	600	59.89	9.98
4	75	300	100	2.85	2	40.50	1.25	4.96	-	100	2.93	250	7.25	97.48	600	58.49	9.74
5	100	400	-	-	2	40.50	1.25	4.96	-	100	2.93	300	8.70	95.15	600	57.09	9.51

Copyright by Mahidol University

ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมไทยประยุกต์ของนักศึกษาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล

บทที่ 5

อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีในการทำผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด ประกอบด้วย กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) โดนัท ครองแครงกรอบ และกลีบลำดวน สามารถอภิปรายผลจากการศึกษาได้ดังนี้

5.1 การศึกษาทดลองกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ขนม โดยใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี

ในการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ขนม 4 ชนิด มีระดับการนำปริมาณแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่แตกต่างกันตามลำดับแป้งข้าวฟ่างที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีจากร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 ตามลำดับ

จากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ตามกระบวนการพื้นฐานเดิมตามท้องตลาดและจากการเปรียบเทียบจากตัวผลิตภัณฑ์เดิมที่ใช้แป้งสาลีทั้ง ร้อยละ 100 พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิด มีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปทางคุณสมบัติทางกายภาพในด้านต่าง ๆ ดังนี้

5.1.1 ด้านสี ในผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิดที่ทำการทดลองโดยมีปริมาณของร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ตามลำดับสูตรส่วนผสมที่แตกต่างกันจะเห็นถึงความแตกต่างทางด้านสีอย่างชัดเจน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณแป้งข้าวฟ่าง เพราะเนื่องจากแป้งข้าวฟ่างที่เตรียมเพื่อทำการทดลองมีลักษณะเมื่อเทียบตัวอย่างแป้งข้าวฟ่างกับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้ที่ 10YR 8/3 เป็นสีน้ำตาลอ่อน (very pale brown) ในขณะที่แป้งสาลีมีลักษณะออกเป็นสีขาว เมื่อเทียบตัวอย่างแป้งสาลีกับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้ที่ 2.5Y 8/1 เป็นสีขาว (white)

ในความแตกต่างกันของสีแป้งทั้ง 2 ชนิดที่มีผลต่อสีของผลิตภัณฑ์เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตแป้งที่นำมาใช้ในการทดลอง โดยเฉพาะแป้งสาลีที่นำมาทำการทดลองเป็นแป้งที่ผ่านกระบวนการผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแต่แป้งข้าวฟ่างผ่านกระบวนการผลิตเฉพาะกิจยังไม่ได้มาตรฐาน เพราะไม่ได้ผ่านกระบวนการขัดสีหรือฟอกสีให้ขาว

Copyright by Mahidol University

5.1.2 ด้านกลิ่น ในการทดลองทำผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิด จะพบว่ากลิ่นของผลิตภัณฑ์จะไม่ค่อยมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์พื้นฐานเดิมมากนัก เมื่อเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปแล้ว เนื่องจากในสูตรส่วนผสมที่เป็นเครื่องประกอบผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น นอกเหนือจากแป้งทั้ง 2 ชนิด อาจประกอบไปด้วยกระเทียม พริกไทย หรือผงกะหรี่ เพราะส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านี้เป็นเครื่องเทศที่มีน้ำมันหอมระเหย เช่น พริกไทยมีแอลคาลอยด์ไพเพอรีน (Piperine) ซึ่งทำให้พริกไทยมีกลิ่นฉุน กระเทียมมีสารประเภทอัลลิอิน (Alliin) อัลลิซิน (Allicin) และเมททิลอัลลิลไตรซัลไฟด์ (Methyl allyl trisulfide) ที่ทำให้มีกลิ่นเฉพาะตัว ส่วนผงกะหรี่ที่ทำจากขมิ้นมีน้ำมันหอมระเหยเคอร์คูมิน (Curcumin) (29) ซึ่งส่วนประกอบต่าง ๆ เหล่านี้ถือเป็นปัจจัยที่ช่วยกลบเกลื่อนกลิ่นแป้งข้าวฟ่างเดิมที่ได้จากการเตรียมเฉพาะกิจที่กลิ่นค่อนข้างเหม็นหืน เพราะเนื่องจากในแป้งข้าวฟ่างมีปริมาณไขมันถึง 2.4 กรัม ใน 100 กรัม (12) ซึ่งแม้ในอาหารที่มีปริมาณไขมันเพียงเล็กน้อยเช่นในผักส่วนใหญ่ก็อาจเสียจากการเหม็นหืนได้ (30)

5.1.3 ด้านรสชาด ในผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด ที่ทำการทดลองจะมีสูตรส่วนผสมเหมือนกันทุกสูตรส่วนผสมสำหรับส่วนประกอบผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากร้อยละของแป้งข้าวฟ่างกับแป้งสาลีที่แตกต่างกันออกไปตามลำดับร้อยละที่ใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ซึ่งถ้าจะเปรียบเทียบเฉพาะรสชาดของแป้งข้าวฟ่างกับแป้งสาลีก็ไม่น่าจะแตกต่างกันตามลักษณะรสชาดตามธรรมชาติของแป้ง แต่ทั้งนี้ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิมมีความแตกต่างกันออกไปตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีจากน้อยไปหามากหรือจากลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ใกล้เคียงกันผลของการยอมรับจะไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจสืบเนื่องจากผลโดยรวมตั้งแต่เรื่องของสีของผลิตภัณฑ์ หรือกลิ่นของผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลรวมต่อความรู้สึกน่ารับประทานของผู้บริโภคด้วย ทั้ง ๆ ที่รสชาดของไส้ขนม เช่น ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) เป็นรสชาดเดียวกันในทุกสูตรส่วนผสมซึ่งเป็นรสชาดโดยรวมหลัก ๆ ของตัวผลิตภัณฑ์ แต่ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการยอมรับของผู้บริโภค จากผู้ทดสอบชิมแตกต่างกันออกไป

5.1.4 ด้านลักษณะสัมผัส ในผลิตภัณฑ์ขนมบางชนิดที่ทำการทดลองจะต้องผ่านกระบวนการปั้นแป้ง เช่น ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) หรือครองแครงกรอบ ทั้งนี้ถ้าแป้งที่ใช้ในการผลิตตามกระบวนการผลิต ขั้นพื้นฐานของผลิตภัณฑ์เดิมเป็นแป้งสาลีล้วนจะไม่มีปัญหาต่อกระบวนการผลิต เพราะแป้งสาลีมีกลูเต็น (gluten) ซึ่งมีคุณสมบัติในการยืดหยุ่น (elasticity) ยืดได้

Copyright by Mahidol University

(extensibility) (22) แต่แป้งข้าวฟ่างไม่มีกลูเต็น เหมือนในแป้งสาลี (22) จึงเป็นผลต่อกระบวนการปั้นแป้งที่ต้องการให้แป้งเกาะตัวกัน

เมื่อนำแป้งข้าวฟ่างมาทดแทนแป้งสาลีในระดับร้อยละของแป้งที่แตกต่างกันออกไปพบว่า เมื่อเพิ่มระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างมาก ยิ่งทำให้การปั้นแป้งยากลำบากและเสียรูปทรง โดยเฉพาะเมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านกระบวนการผลิตที่ต้องใช้ความร้อน เช่น การทอดจะยิ่งมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์เสียรูปและร่วนซุย

จากผลการทดลองพบว่าในผลิตภัณฑ์ที่ 1 กะหรี่พัฟฟี่ (ไส้ไก่) ไม่สามารถผ่านกระบวนการผลิตในขั้นตอนการปั้นแป้ง ในระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 75 และ 100 และในผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบ พบว่าสามารถผ่านกระบวนการปั้นแป้งได้ ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 100 แต่ในระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 100 ไม่สามารถผ่านกระบวนการให้ความร้อนคือการทอดได้ เพราะแป้งไม่ยึดเกาะกัน จากผลของคุณสมบัติที่แป้งข้าวฟ่างไม่มีกลูเต็นและในการทดลองทำผลิตภัณฑ์ทุกชนิดจะทดลองทำโดยใช้แป้งสาลีชนิดที่เป็นแป้งสาลีอเนกประสงค์ ซึ่งมีปริมาณกลูเต็นปานกลาง แต่หากว่าต้องการให้ผลการทดลองได้ผลยิ่งขึ้น เพื่อให้บางผลิตภัณฑ์สามารถผ่านกระบวนการปั้นแป้งได้ ก็คงต้องเปลี่ยนไปใช้แป้งสาลีชนิดที่มีกลูเต็นมาก ๆ เช่น แป้งสาลีสำหรับทำขนมปังเพื่อผลในการนำไปใช้ในโอกาสต่อไป

5.1.5 ด้านการยอมรับทั่วไปของผู้บริโภค จากการทดลองทำผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด พบว่า ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค (จากกลุ่มผู้ทดสอบชิม) ในระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่นำไปทดแทนแป้งสาลี ใกล้เคียงกันตามลำดับ ดังนี้

ลำดับที่ 1 ผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัทได้รับการยอมรับมากที่สุดที่ปริมาณแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 โดยมีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยจากผู้ทดสอบชิม 3 ครั้ง 117.33 คะแนน จากคะแนนเต็ม 140 คะแนน

ลำดับที่ 2 ผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบได้รับการยอมรับมากที่สุดที่ปริมาณแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 โดยมีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยจากผู้ทดสอบชิม 3 ครั้ง 113.00 คะแนน จากคะแนนเต็ม 140 คะแนน

ลำดับที่ 3 ผลิตภัณฑ์ที่ 4 กลีบลำดวนได้รับการยอมรับมากที่สุดที่ปริมาณแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 โดยมีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยจากผู้ทดสอบชิม 3 ครั้ง 111.33 คะแนน จากคะแนนเต็ม 140 คะแนน

Copyright by Mahidol University

ลำดับที่ 4 ผลิตภัณฑ์ที่ 1 กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ได้รับการยอมรับมากที่สุดที่ปริมาณแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 50 โดยมีคะแนนการยอมรับเฉลี่ยจากผู้ทดสอบชิม 3 ครั้ง 94.66 คะแนน จากคะแนนเต็ม 140 คะแนน

ดังอภิปรายผลการศึกษาตามรายละเอียดแต่ละผลิตภัณฑ์ในแต่ละด้านดังนี้

5.1.6 ผลิตภัณฑ์ที่ 1 กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ทำการทดลองผลิตภัณฑ์ได้ 3 ระดับ ร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี คือที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0, 25, และ 50 ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการผลิตในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 75 และ 100 ไม่สามารถผ่านกระบวนการปั่นแป้งได้ตามที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น ในผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร ส่วนผสมแป้งดังกล่าวนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิมพบว่า

5.1.6.1 ด้านสี ของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) จากการเปรียบเทียบตัวอย่างแป้งทั้ง 2 ชนิด กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart พบว่าแป้งข้าวฟ่างเทียบตัวอย่างได้ที่ 10YR 8/3 สีน้ำตาลอ่อน (very pale brown) เป็นสีน้ำตาลอ่อนในขณะที่แป้งสาลีเทียบตัวอย่างได้ที่ 2.5 Y 8/1 สีขาว (white) เป็นสีขาว จึงเป็นผลต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ทางด้านสีค่อนข้างชัดเจน ตามปริมาณร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จะมีสีเข้มขึ้นตามลำดับดังนี้

ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0
เทียบตัวอย่างสีได้ที่ 10 YR 5/8 น้ำตาลปนเหลือง (yellowish brown)
ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 25
เทียบตัวอย่างสีได้ที่ 10 YR 5/6 น้ำตาลปนเหลือง (yellowish brown)
ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 50
เทียบตัวอย่างสีได้ที่ 10 YR 5/4 น้ำตาลปนเหลือง (yellowish brown)

5.1.6.2 ด้านกลิ่น ของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) พบว่า แป้งข้าวฟ่างมีกลิ่นเหม็นหืนบ้างเล็กน้อยเนื่องจากกระบวนการเตรียมแป้งเฉพาะกิจเพื่อการทดลองไม่ได้ผ่านกระบวนการมาตรฐานอุตสาหกรรมเหมือนแป้งสาลี ในขณะที่แป้งสาลีไม่มีกลิ่นเหม็นหืน จึงเป็นผลทำให้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันทางด้านกลิ่นบ้างเล็กน้อย ทั้งนี้ในส่วนประกอบอื่น ๆ ในผลิตภัณฑ์เช่น ขมิ้น พริกไทย กระเทียม สามารถดับกลิ่นแป้งได้บ้าง

Copyright by Mahidol University

5.1.6.3 ด้านรสชาด ของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) จากคุณสมบัติของแป้งที่ใช้ทดลองจะพบว่าตัวแป้งทั้ง 2 ชนิด มีคุณสมบัติทางด้านรสชาดที่ใกล้เคียงกันมากคือไม่มีรสเปรี้ยวหรือรสฝาด ที่จะส่งผลทำให้รสชาดโดยรวมของผลิตภัณฑ์ผิดเพี้ยน แต่แป้งข้าวฟ่างที่ผ่านกระบวนการเตรียมแป้งเฉพาะกิจเพื่อทำการทดลองนี้จะมีเนื้อแป้งค่อนข้างหยาบกว่าแป้งสาลีที่ผ่านกระบวนการผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม และจากคุณสมบัติโดยรวมของทั้งสีและกลิ่น รวมทั้งความไม่ละเอียดเพียงพอของผิวสัมผัสแป้ง จึงมีผลทำให้คะแนนการยอมรับเฉลี่ยจากผู้บริโภคทางด้านรสชาดแตกต่างกันออกไปตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลี แม้ว่ารสชาดของแป้งทั้ง 2 ชนิดจะไม่แตกต่างกัน และส่วนประกอบผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น ไส้ขนมทุกชิ้นไม่แตกต่างกันด้วย

5.1.6.4 ลักษณะสัมผัส ของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) จากที่กล่าวแล้วว่าแป้งข้าวฟ่างมีคุณสมบัติที่ค่อนข้างร่วนซุย ไม่เกาะติดเมื่อนวดแป้งกับส่วนประกอบอื่น เพราะไม่มีปริมาณกลูเต็น (gluten) อยู่ในแป้ง ทำให้ไม่สามารถผ่านกระบวนการผลิตขั้นตอนการปั้นแป้งได้ในปริมาณแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 75 และร้อยละ 100 กับทั้งความร้อนจากกระบวนการผลิตในขั้นตอนการทำให้สำเร็จโดยวิธีทอด ยังส่งผลให้ผลิตภัณฑ์แยกตัวออกจากกันได้อีกด้วย เพราะผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องผ่านกระบวนการปั้นแป้งเป็นสำคัญ

สำหรับในการทดลองครั้งนี้จะใช้แป้งสาลีอเนกประสงค์ ที่มีปริมาณกลูเต็นในแป้งปานกลาง มีข้อสังเกตอยู่ว่าหากต้องการให้แป้ง 2 ชนิด สามารถเกาะตัวกันมากขึ้นน่าจะทดลองใช้แป้งสาลีชนิดที่มีปริมาณกลูเต็นมากขึ้น เช่นแป้งสาลีชนิดทำขนมปัง (20)

5.1.6.5 ด้านการยอมรับทั่วไป ของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการยอมรับจากผู้บริโภคพบว่า

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 25
มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 50
มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 25 กับ 50
ไม่มีความแตกต่างกัน

Copyright by Mahidol University

จะเห็นได้ว่าในสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างกันเพราะว่าในทั้ง 2 สูตรส่วนผสมมีปริมาณแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีอยู่ใกล้เคียงกันในขณะที่สูตรที่ 1 ไม่มีปริมาณแป้งข้าวฟ่างอยู่ในผลิตภัณฑ์เลย

5.1.7 ผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัท ทำการทดลอง 5 สูตรส่วนผสมคือ ในระดับการใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 ในกระบวนการผลิตที่ไม่ต้องผ่านกระบวนการปั้นแป้ง แต่จะใช้ความร้อนในกระบวนการขั้นสุดท้าย คือการทอดในผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 สูตรนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า

5.1.7.1 ด้านสี ของผลิตภัณฑ์โดนัท จากการเปรียบเทียบตัวอย่างแป้งทั้ง 2 ชนิดกับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart พบว่าแป้งข้าวฟ่างเทียบตัวอย่างได้ที่ 10YR 8/3 สีน้ำตาลอ่อน (very pale brown) ในขณะที่แป้งสาลีเทียบตัวอย่างได้ที่ 2.5 Y 8/1 สีขาว (white) จึงเป็นผลต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ทางด้านสีค่อนข้างชัดเจน ตามปริมาณร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จะมีสีเข้มขึ้นตามลำดับดังนี้

ผลิตภัณฑ์โดนัท ที่มีระดับแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 0
เทียบตัวอย่างสีได้ที่ 2.5 Y 8/6 สีเหลือง (yellow)
ผลิตภัณฑ์โดนัท ที่มีระดับแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ25
เทียบตัวอย่างสีได้ที่ 2.5 Y 7/4 สีเหลืองอ่อน (pale yellow)
ผลิตภัณฑ์โดนัท ที่มีระดับแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 50
เทียบตัวอย่างสีได้ที่ 2.5 Y 6/6 สีเหลืองมะกอก (olive yellow)
ผลิตภัณฑ์โดนัท ที่มีระดับแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 75
เทียบตัวอย่างสีได้ที่ 10 YR 5/6 สีน้ำตาลปนเหลือง (yellowish brown)
ผลิตภัณฑ์โดนัท ที่มีระดับแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 100
เทียบตัวอย่างสีได้ที่ 10 YR 4/6 สีน้ำตาลเข้มปนเหลือง (dark yellowish brown)

5.1.7.2 ด้านกลิ่น ของผลิตภัณฑ์โดนัท พบว่า แป้งข้าวฟ่างมีกลิ่นเหม็นหืนบ้างเล็กน้อย เนื่องจากกระบวนการเตรียมแป้งเฉพาะกิจเพื่อการทดลองไม่ได้ผ่านกระบวนการมาตรฐานอุตสาหกรรมเหมือนแป้งสาลี ในขณะที่แป้งสาลีไม่มีกลิ่นเหม็นหืน จึงเป็นผลทำให้ตัวอย่าง

Copyright by Mahidol University

ผลิตภัณฑ์ มีความแตกต่างกันทางด้านกลิ่นบ้างเล็กน้อย เนื่องจากส่วนประกอบอื่น ๆ ในผลิตภัณฑ์มีสารแต่งกลิ่น เช่น วานิลลา สามารถกลบกลิ่นเหม็นหืนของแป้งข้าวฟ่างได้บ้าง

5.1.7.3 ด้านรสชาด ของผลิตภัณฑ์โดนัท จากคุณสมบัติของแป้งที่ใช้ทดลองจะพบว่าตัวแป้งที่เป็นส่วนประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ ทั้งแป้งสาลีและแป้งข้าวฟ่าง มีคุณสมบัติทางด้านรสชาดที่ใกล้เคียงกันมาก คือไม่มีรสเปรี้ยวหรือรสฝาด ที่จะเป็นผลทำให้รสชาดโดยรวมของผลิตภัณฑ์ผิดเพี้ยน แต่แป้งข้าวฟ่างที่ผ่านกระบวนการเตรียมแป้งเฉพาะกิจ เพื่อทำการทดลองนี้จะมีเนื้อแป้งค่อนข้างหยาบกว่าแป้งสาลีที่ผ่านกระบวนการผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม และจากคุณสมบัติโดยรวมของทั้งสีและกลิ่น รวมทั้งความไม่ละเอียดเพียงพอของผิวสัมผัสแป้ง จึงมีผลทำให้คะแนนการยอมรับเฉลี่ยจากผู้บริโภค ทางด้านรสชาดแตกต่างกันออกไปตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลี แม้ว่าจริง ๆ แล้วรสชาดของแป้งทั้ง 2 ชนิดจะไม่แตกต่างกัน

5.1.7.4 ลักษณะสัมผัส ของผลิตภัณฑ์โดนัท แม้ว่าคุณสมบัติของแป้งข้าวฟ่างที่ค่อนข้างร่วนซุย ไม่เกาะติดเมื่อนวดแป้งแต่จะไม่มีผลต่อการผลิตผลิตภัณฑ์โดนัท เพราะไม่ได้ผ่านกระบวนการปั้นแป้ง ทำให้สามารถผลิตได้ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีถึง ร้อยละ 100 ตามลักษณะที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์พื้นฐานเดิม แต่การยอมรับทางด้านลักษณะสัมผัสจากผู้บริโภคยังเป็นไปตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี พบว่าตัวผลิตภัณฑ์ที่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ จะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักมากขึ้นไม่นุ่มเบา ตามลักษณะพื้นฐานเดิมของโดนัทแป้งสาลีล้วน ทั้งนี้เป็นผลอันเนื่องจากกระบวนการผลิตแป้งข้าวฟ่างที่ยังไม่ได้มาตรฐานอุตสาหกรรม ทำให้แป้งข้าวฟ่างมีความละเอียดน้อยกว่าแป้งสาลี

5.1.7.5 ด้านการยอมรับทั่วไป ของผลิตภัณฑ์โดนัท จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการยอมรับจากผู้บริโภคจากกลุ่มผู้ทดสอบชิมพบว่า

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 25
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 50
มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 75
มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 100

Copyright by Mahidol University

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 25 กับ 50

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 25 กับ 75

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 25 กับ 100

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 50 กับ 75

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 50 กับ 100

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 75 กับ 100

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จะเห็นได้ว่าในสูตรส่วนผสมที่ระดับ แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ใกล้เคียงกันจะไม่มีความแตกต่างกัน เช่นระดับร้อยละ 0 กับ 25 และ 25 กับ 50

5.1.8 ผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครอบแครงกรอบ ทำการทดลองผลิตภัณฑ์ได้ 4 ระดับ ร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทน แป้งสาลีคือที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0, 25, 50, และ 75 ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการผลิตในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 100 ไม่สามารถผ่านกระบวนการขั้นสุดท้าย คือ กระบวนการทอดได้ เพราะคุณสมบัติที่ไม่เกาะติดกันของแป้งข้าวฟ่าง และความร้อนยังส่งผลให้แป้งแยกตัวออกจากกัน ตามที่ได้กล่าวเหตุผลแล้วข้างต้นในผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตร ส่วนผสมแป้งดังกล่าวนำไปทดสอบประเภทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิมพบว่า

5.1.8.1 ด้านสี ของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ จากการเปรียบเทียบแป้งทั้ง 2 ชนิด กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart พบว่าแป้งข้าวฟ่างเทียบตัวอย่างได้ที่ 10YR 8/3 สีน้ำตาลอ่อน (very pale brown) ในขณะที่แป้งสาลีเทียบตัวอย่างได้ที่ 2.5 Y 8/1 สีขาว (white) จึงเป็นผลต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ทางด้านสีค่อนข้างชัดเจน ตามปริมาณร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จะมีสีเข้มขึ้นตามลำดับดังนี้

Copyright by Mahidol University

ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ ที่ระดับแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 0
เทียบตัวอย่างสีได้ที่ 2.5 Y 8/6 สีเหลือง (yellow)
ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ ที่ระดับแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 25
เทียบตัวอย่างสีได้ที่ 2.5 Y 7/6 สีเหลือง (yellow)
ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ ที่ระดับแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 50
เทียบตัวอย่างสีได้ที่ 10 YR 5/6 สีน้ำตาลปนเหลือง (yellowish brown)
ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ ที่ระดับแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 75
เทียบตัวอย่างสีได้ที่ 10 YR 5/4 สีน้ำตาลปนเหลือง (yellowish brown)

5.1.8.2 ด้านกลิ่น ของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ พบว่า แป้งข้าวฟ่างมีกลิ่นเหม็นหืนบ้างเล็กน้อย เนื่องจากกระบวนการเตรียมแป้งเฉพาะกิจเพื่อการทดลองไม่ได้ผ่านกระบวนการมาตรฐานอุตสาหกรรมเหมือนแป้งสาลี ในขณะที่แป้งสาลีไม่มีกลิ่นเหม็นหืน จึงเป็นผลทำให้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ มีความแตกต่างกันทางด้านกลิ่นบ้างเล็กน้อย ทั้งนี้ในส่วนประกอบอื่น ๆ ในผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำตาลที่ใช้เคลือบตัวผลิตภัณฑ์ นอกจากจะมีส่วนช่วยเพิ่มรสชาดแล้วยังจะมีส่วนผสมของพริกไทย กระเทียม ที่สามารถดับกลิ่นแป้งได้

5.1.8.3 ด้านรสชาด ของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ จากคุณสมบัติของแป้งที่ใช้ทดลองทำผลิตภัณฑ์ครอบแครงกรอบ จะพบว่าตัวแป้งที่เป็นส่วนประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ ทั้งแป้งสาลีและแป้งข้าวฟ่าง มีคุณสมบัติทางด้านรสชาดที่ใกล้เคียงกันมาก คือไม่มีรสเปรี้ยวหรือรสฝาด ที่จะเป็นผลทำให้รสชาดโดยรวมของผลิตภัณฑ์ผิดเพี้ยน แต่แป้งข้าวฟ่างที่ผ่านกระบวนการเตรียมแป้งเฉพาะกิจ เพื่อทำการทดลองนี้จะมีเนื้อแป้งค่อนข้างหยาบกว่าแป้งสาลีที่ผ่านกระบวนการผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม และจากคุณสมบัติโดยรวมของทั้งสีและกลิ่น รวมทั้งความไม่ละเอียดเพียงพอของผิวสัมผัสแป้ง จึงมีผลทำให้คะแนนการยอมรับเฉลี่ยจากผู้บริโภค ทางด้านรสชาดแตกต่างกันออกไปตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลี แม้ว่ารสชาดของแป้งทั้ง 2 ชนิด จะไม่แตกต่างกัน และส่วนประกอบผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่นน้ำตาลเคลือบตัวผลิตภัณฑ์ที่เป็นส่วนประกอบหลักในการเพิ่มรสชาดจะไม่แตกต่างกันเลย

5.1.8.4 ลักษณะสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ จากคุณสมบัติของแป้งข้าวฟ่างที่ค่อนข้างร่วนซุย ไม่เกาะติดเมื่อนวดแป้ง เพราะไม่มีกลูเต็น (gluten) อยู่ในแป้ง ทำให้ผ่านกระบวนการผลิตในขั้นตอนการปั้นแป้ง ได้ด้วยความยากลำบากตามลำดับปริมาณร้อยละของ

Copyright by Mahidol University

แป้งข้าวฟ่างที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี แต่ทั้งนี้ก็สามารถปั้นแป้งให้เป็นรูปผลิตภัณฑ์ได้ถึงระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนได้ที่ร้อยละ 100 แต่เนื่องจากคุณสมบัติที่ร่วนซุยของแป้งข้าวฟ่างในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 100 ไม่สามารถผ่านกระบวนการผลิตตามขั้นตอนการทำให้สุกโดยวิธีการทอดได้ เพราะความร้อนจากน้ำมันส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์แยกตัวออกจากกัน และจากการยอมรับทางด้านลักษณะสัมผัสจากผู้บริโภคโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ตัวผลิตภัณฑ์ที่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างเพิ่มมากขึ้นคะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคจะลดน้อยลง เพราะลักษณะของผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนไปจากผลิตภัณฑ์พื้นฐานเดิมคือมีความร่วนซุยมากกว่า

5.1.8.5 ด้านการยอมรับทั่วไป ของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการยอมรับจากผู้บริโภคจากกลุ่มผู้ทดสอบชิมพบว่า

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 25
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 50
มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 75
มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 25 กับ 50
มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 25 กับ 75
มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 50 กับ 100
มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

จะเห็นได้ว่าในการยอมรับทั่วไป ในผลิตภัณฑ์ครอบแครงกรอบที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 กับ 25 จะไม่มีความแตกต่างกันเพราะมีปริมาณแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีอยู่น้อยกว่าในสูตรส่วนผสมอื่น ๆ

5.1.9 ผลิตภัณฑ์ที่ 4 กลีบลำดวน ทำการทดลองผลิตภัณฑ์ได้ 5 ระดับ ร้อยละของ แป้งข้าวฟ่างทดแทน แป้งสาลี คือ ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 ในกระบวนการผลิตที่ต้องผ่านกระบวนการการปั้นแป้ง จากคุณสมบัติของแป้งข้าวฟ่างที่ไม่มีกลูเต็น

Copyright by Mahidol University

(gluten) ทำให้มีผลต่อกระบวนการปั้นแป้งยากหรือง่ายขึ้นอยู่กับระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี สำหรับในผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนที่มีสูตรส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เป็นน้ำมันพืช สามารถเพิ่มปริมาณน้ำมันพืชที่มีคุณสมบัติหนืดขึ้น ช่วยให้แป้งเกาะติดตามปริมาณแป้งสาลีที่ขาดหายไป จากสูตรส่วนผสมเดิมที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 0 ในปริมาณการเติมน้ำมันพืชดังนี้

จากอัตราส่วนที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 ใช้น้ำมันพืชในสูตรส่วนผสมผลิตภัณฑ์ 200 กรัม สามารถปรับปรุงและเพิ่มเติมปริมาณน้ำมันพืชเพื่อให้สามารถปั้นแป้งได้ (ในขณะที่ส่วนผสมอื่นคงที่) ดังนี้

ระดับการใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ใช้น้ำมันพืช 200 กรัม

ระดับการใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 50 ใช้น้ำมันพืช 200 กรัม

ระดับการใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 75 ใช้น้ำมันพืช 250 กรัม

ระดับการใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 100 ใช้น้ำมันพืช 300 กรัม

ในผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 สูตรส่วนผสม นำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้ทดสอบชิมพบว่า

5.1.9.1 ด้านสี ของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน จากการเปรียบเทียบตัวอย่างแป้งทั้ง 2 ชนิด กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart พบว่าแป้งข้าวฟ่างเทียบตัวอย่างได้ที่ 10YR 8/3 สีน้ำตาลอ่อน (very pale brown) ในขณะที่แป้งสาลีเทียบตัวอย่างได้ที่ 2.5 Y 8/1 สีขาว (white) จึงเป็นผลต่อคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ทางด้านสีค่อนข้างชัดเจน ตามปริมาณร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จะมีสีเข้มขึ้นตามลำดับดังนี้

ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน ที่มีระดับแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 0

เทียบตัวอย่างสีได้ที่ 2.5 Y 8/2 สีเหลืองอ่อน (pale yellow)

ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน ที่มีระดับแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 25

เทียบตัวอย่างสีได้ที่ 2.5 Y 7/4 สีเหลืองอ่อน (pale yellow)

ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน ที่มีระดับแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 50

เทียบตัวอย่างสีได้ที่ 10 YR 6/4 สีน้ำตาลปนเหลืองอ่อน (light yellowish brown)

ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน ที่มีระดับแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 75

เทียบตัวอย่างสีได้ที่ 10 YR 6/6 สีเหลืองปนน้ำตาลอ่อน (brownish yellow)

ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน ที่มีระดับแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 100

เทียบตัวอย่างสีได้ที่ 10 YR 5/4 สีน้ำตาลปนเหลือง (yellowish brown)

Copyright by Mahidol University

5.1.9.2 ด้านกลิ่น ของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน พบว่า แป้งข้าวฟ่างมีกลิ่นเหม็นหืนบ้างเล็กน้อย เนื่องจากกระบวนการเตรียมแป้งเฉพาะกิจเพื่อการทดลองไม่ได้ผ่านกระบวนการมาตรฐานอุตสาหกรรมเหมือนแป้งสาลี ในขณะที่แป้งสาลีไม่มีกลิ่นเหม็นหืน จึงเป็นผลทำให้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ มีความแตกต่างกันทางด้านกลิ่นบ้างเล็กน้อย แต่สำหรับกระบวนการผลิตในลำดับสุดท้ายของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน จะต้องผ่านกระบวนการทำให้ตัวผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอม จากการอบควันเทียนหอมจากสารหอมระเหยธรรมชาติ เป็นการแต่งกลิ่นให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอมน่ารับประทานจึงทำให้กลิ่นของผลิตภัณฑ์ในทุกสูตรส่วนผสมไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

5.1.9.3 ด้านรสชาด ของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน จากคุณสมบัติของแป้งที่ใช้ทดลอง จะพบว่าตัวแป้งทั้ง 2 ชนิด มีคุณสมบัติทางด้านรสชาดที่ใกล้เคียงกันมากคือ ไม่มีรสเปรี้ยวหรือรสฝาด ที่จะเป็นผลทำให้รสชาดโดยรวมของผลิตภัณฑ์ผิดเพี้ยน แต่แป้งข้าวฟ่างที่ผ่านกระบวนการเตรียมแป้งเฉพาะกิจเพื่อทำการทดลองนี้ มีเนื้อแป้งค่อนข้างหยาบกว่าแป้งสาลีที่ผ่านกระบวนการผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม และจากคุณสมบัติโดยรวมของทั้งสีและกลิ่นรวมทั้งความไม่ละเอียดเพียงพอของผิวสัมผัสแป้ง จึงมีผลทำให้คะแนนการยอมรับเฉลี่ยจากผู้บริโภคทางด้านรสชาดแตกต่างกันออกไปตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี แม้ว่ารสชาดของแป้งทั้ง 2 ชนิดจะไม่แตกต่างกัน

5.1.9.4 ลักษณะสัมผัส ของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน จากที่กล่าวข้างต้นแล้วว่าผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน สามารถทดลองผลิตได้ 5 ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี คือที่ระดับร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 แต่ทั้งนี้ต้องเพิ่มปริมาณน้ำมันพืชที่มีคุณสมบัติหนืด เพื่อให้สามารถปั้นแป้งได้ ตามลักษณะที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์พื้นฐานเดิม แต่การยอมรับทางด้านลักษณะสัมผัสจากผู้บริโภคโดยการทดสอบทางประสาทสัมผัสเป็นไปตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ตัวผลิตภัณฑ์ที่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างเพิ่มมากขึ้นคะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคจะลดน้อยลง

5.1.9.5 ด้านการยอมรับทั่วไป ของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการยอมรับจากผู้บริโภคจากกลุ่มผู้ทดสอบชิมพบว่า

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 25

ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 50

Copyright by Mahidol University

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 75
มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 100
มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 25 กับ 50
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 25 กับ 75
มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 25 กับ 100
มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 50 กับ 75
มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 50 กับ 100
มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ
ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 75 กับ 100
ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จะเห็นได้ว่าในสูตรส่วนผสมที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ใกล้เคียงกันจะไม่มีความแตกต่างกัน เช่น ที่ระดับร้อยละ 0 กับ 25, 25 กับ 50 และ 75 กับ 100

5.2 การศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ ทางด้านคุณสมบัติทางกายภาพ โดยการยอมรับของผู้บริโภค จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส

สามารถอภิปรายผลการทดลองในการผลิต ผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด ที่ใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีได้ดังนี้

5.2.1 ผลิตภัณฑ์ที่ 1 กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ที่ใช้ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีในระดับข้าวฟ่างทดแทนที่ร้อยละ 0, 25 และ 50 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ด้านสีของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม ได้ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับคือ 126.33 คะแนน, 102.66 คะแนน และ 100.00 คะแนน ตามลำดับ ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0, 25 และ 75 วิเคราะห์ทางสถิติพบ

Copyright by Mahidol University

ว่าผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ได้รับการยอมรับทางด้านสีที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 0 กับ 25, 0 กับ 50 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $P < 0.01$ ที่เป็นเช่นนี้เพราะสีของแป้งทั้ง 2 ชนิดมีความแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน ในระดับการใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 25 กับ 50 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันที่เป็นเช่นนี้เพราะผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ระดับ สูตรส่วนผสมมีแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีอยู่ด้วย จึงไม่เห็นความแตกต่างของ 2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ซึ่งต่างกับผลิตภัณฑ์ที่มีระดับแป้งข้าวฟ่างเป็นร้อยละ 0

และในการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) นี้พบว่า ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนข้าวสาลี ร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากกว่า เพราะมีปริมาณร้อยละของแป้งข้าวฟ่างค่อนข้างน้อยในผลิตภัณฑ์ เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้สีที่ระดับ 10 YR 5/6 น้ำตาลปนเหลือง (yellowish brown) มีระดับคะแนนเฉลี่ย 102.66 คะแนน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างเปรียบเทียบสีกับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้สีที่ระดับ 10 YR 5/8 สีน้ำตาลปนเหลือง (yellowish brown) มีระดับคะแนนเฉลี่ย 126.33 คะแนน

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับรองลงมา เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับแผ่นสีมาตรฐาน Musell Color Chart ได้ที่ระดับ 10 YR 5/4 น้ำตาลปนเหลือง (yellowish brown) มีระดับคะแนนเฉลี่ย 100.00 คะแนน แต่ก็นับว่าเป็นระดับคะแนนที่ไม่แตกต่างจากระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 25 มากนัก

ด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมได้ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับคือ 123.66 คะแนน, 99.33 คะแนน และ 102.00 คะแนน ตามลำดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 0, 25 และ 50 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ได้รับการยอมรับด้านกลิ่นที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 0 กับ 25 และ 0 กับ 50 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $P<0.01$ ที่เป็นเช่นนี้เป็นเพราะเป็นผลจากคุณสมบัติของแป้งข้าวฟ่างมีกลิ่นหืน ในขณะที่แป้งสาลีไม่มีกลิ่นหืน และเมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีมาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีจึงมีความแตกต่างกัน

ในระดับการใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 25 กับ 50 พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้เป็นเพราะผลิตภัณฑ์มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ใกล้เคียงกัน

Copyright by Mahidol University

ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาการยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) นี้พบว่าที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับมากกว่าในระดับคะแนนเฉลี่ย 102.00 คะแนน ในขณะที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับรองลงมาในระดับคะแนนเฉลี่ย 99.00 คะแนนในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่มีระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 0 มีคะแนนเฉลี่ย 123.66 คะแนน เหตุที่ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ได้รับการยอมรับด้านกลิ่นในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ50 มากกว่าระดับที่ร้อยละ 25 ทั้งที่มีปริมาณแป้งข้าวฟ่างทดแทนในระดับที่มากกว่านั้นเป็นเพราะข้าวฟ่างมีปฏิกิริยาทางด้านกลิ่นกับวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมอื่นในองค์ประกอบของตัวผลิตภัณฑ์ที่เป็นวัตถุดิบที่มีผลต่อการทำให้กลิ่นของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไปในทางที่ดีเช่นผงกะหรี่ที่เป็นสมุนไพรมีคุณสมบัติดูดกลิ่นด้วย

ด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมได้ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านรสชาด คือ 118.00 คะแนน, 95.33 คะแนน และ 87.66 คะแนน ตามลำดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0, 25 และ 50 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ได้รับการยอมรับด้านรสชาดที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P<0.05$

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ ร้อยละ 0 กับ 25 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $P<0.01$

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ ร้อยละ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างกันผลสืบเนื่องจากความเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลี ในความแตกต่างด้านสีและกลิ่น ทำให้ผู้บริโภคเกิดอคติต่อรสชาดของผลิตภัณฑ์ตามลำดับ ร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีด้วย ทั้งที่รสชาดของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) โดยหลักสำคัญนั้นขึ้นอยู่กับรสชาดของไส้ขนม ซึ่งเป็นไส้ที่ผลิตขึ้นคราวเดียวกัน แต่ใช้กับตัวผลิตภัณฑ์ในส่วนที่เป็นแป้งตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่แตกต่างกัน แต่ทั้งนี้ทั้งสีและกลิ่นอาจมีผลโดยรวมต่อความรู้สึกน่ารับประทานของผู้บริโภคด้วย

จะเห็นได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อหาการยอมรับทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับมากกว่า ในระดับคะแนนเฉลี่ย 95.33 คะแนน ในขณะที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับทางด้านรสชาดรองลงมาในระดับคะแนนเฉลี่ย 87.66 คะแนน และพบว่าผลิตภัณฑ์พื้นฐานที่มีระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 0 มีคะแนนเฉลี่ย 118.00 คะแนน

Copyright by Mahidol University

เหตุที่ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ได้รับการยอมรับด้านรสชาดในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 50 มากกว่าที่ระดับ 25 ทั้งที่มีปริมาณแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีในระดับที่มากกว่านั้นจะเห็นได้ว่าผลของการยอมรับด้านรสชาดที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 50 เหมือนกับการยอมรับด้านกลิ่นที่ระดับเดียวกัน ทั้งนี้เป็นเพราะอิทธิพลของสีและกลิ่นในผลิตภัณฑ์ที่มีผลโดยรวมต่อความรู้สึกน่ารับประทาน และจากคุณสมบัติของแป้งข้าวฟ่างที่ไม่มีกลูเต็นในตัวแป้งทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่มีคุณสมบัติหนืดเหนียว จึงเป็นผลที่ทำให้ส่วนประกอบของตัวผลิตภัณฑ์ที่เป็นแป้งมีความกรอบขึ้น ทำให้ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 50 ได้รับความยอมรับมากกว่าที่ระดับ ร้อยละ 25

ด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมได้ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์ คือ 118.00 คะแนน, 100.00 คะแนน และ 95.66 คะแนน ตามลำดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0, 25 และ 50

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ได้รับการยอมรับด้านลักษณะสัมผัสที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 กับ 25 และ 0 กับ 50 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $P<0.01$ ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 25 กับร้อยละ 50 ไม่มีความแตกต่างกัน

ที่เป็นเช่นนี้เพราะเมื่อมีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีมากขึ้นตามลำดับ จะยิ่งทำให้ปริมาณกลูเต็นที่มีอยู่ในแป้งสาลีที่มีคุณสมบัติช่วยให้แป้งเกาะติดเป็นก้อนได้น้อยลง มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์เสียรูปทรง

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาการยอมรับทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากกว่าระดับคะแนนเฉลี่ย 100.00 คะแนน และระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับรองลงมา ในระดับคะแนนเฉลี่ย 95.66 คะแนน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีเป็นร้อยละ 0 ได้รับการยอมรับ 118.00 คะแนน ที่เป็นเช่นนี้เพราะเกิดจากกระบวนการผลิตในขั้นตอนการปั้นแป้งจากคุณสมบัติของแป้งข้าวฟ่างที่ไม่มีกลูเต็นทำให้ยากลำบากต่อการทำผลิตภัณฑ์ให้เป็นรูปทรงเหมือนกับผลิตภัณฑ์พื้นฐานเดิม ที่ไม่มีอัตราส่วนสูตรผสมของแป้งข้าวฟ่าง คือ ในระดับสูตรส่วนผสมที่ 1 คือระดับที่ปริมาณแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 และจากกระบวนการผลิตขั้นสุดท้ายคือการใช้ความร้อนในการทอด

Copyright by Mahidol University

ความร้อนและน้ำมันจะเป็นตัวทำให้แป้งในผลิตภัณฑ์กระจายตัว เป็นผลทำให้ยิ่งเพิ่มปริมาณแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ผลิตภัณฑ์จะยิ่งเสียรูปทรง

ด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชม ได้ผลคะแนนเฉลี่ยด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์ คือ 115.66 คะแนน, 94.66 คะแนน และ 92.66 คะแนน ตามลำดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0, 50 และ 25

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ได้รับการยอมรับทั่วไปที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 กับ 50 และ 0 กับ 25 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P<0.05$ ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 25 และ 50 ไม่มีความแตกต่างกัน ที่เป็นเช่นนี้เพราะผลิตภัณฑ์มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ใกล้เคียงกัน จึงไม่เห็นความแตกต่างของ 2 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ซึ่งต่างกับผลิตภัณฑ์ที่มีระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ ร้อยละ 0

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาการยอมรับทั่วไป ของผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับมากกว่าในระดับคะแนนเฉลี่ย 94.66 คะแนน และระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับรองลงมา ระดับคะแนนเฉลี่ย 92.66 คะแนน และพบว่าผลิตภัณฑ์พื้นฐานที่มีระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 มีคะแนนเฉลี่ย 115.66 คะแนน

เหตุที่ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ได้รับการยอมรับด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 50 มากกว่าที่ระดับร้อยละ 25 ทั้งที่มีปริมาณแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีในระดับมากกว่านั้น เป็นเพราะผลสืบเนื่องจากการยอมรับของผู้บริโภคในด้านรสชาด และการยอมรับด้านกลิ่น ที่มีระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 50 เช่นกัน จึงเป็นผลโดยรวมต่อความรู้สึกการยอมรับทั่วไป และความน่ารับประทานของผลิตภัณฑ์อีกประการหนึ่ง คือ ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีมากขึ้นตามลำดับ จะช่วยทำให้ปริมาณกลูเต็นในผลิตภัณฑ์ลดลง ผลของกระบวนการผลิตโดยการให้ความร้อนตามกระบวนการทอดด้วยน้ำมันจะเป็นกระบวนการที่ทำลายกลูเต็นในแป้งส่งผลให้แป้งในผลิตภัณฑ์ลดความหนืดลง และกลับจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบร่วนน่ารับประทานขึ้น

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยการทดสอบชิมเป็นการทดสอบทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 ด้าน คือในด้านสี กลิ่น รสชาด ลักษณะสัมผัส และการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์ จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ที่ผลิตโดยการใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีใน

Copyright by Mahidol University

ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับทั่วไปจากผู้บริโภคมากที่สุด นับได้ว่าเป็นผลดีต่อการผลิตเพื่อการพัฒนาเป็นระบบอุตสาหกรรมครัวเรือน เนื่องจากว่าแป้งข้าวฟ่างมีราคาถูกกว่าแป้งสาลี จึงควรสนับสนุนให้นำแป้งข้าวฟ่างมาทดแทนอันจะมีผลต่อการทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง ทั้งที่คุณค่าทางโภชนาการของตัวผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์พื้นฐานเดิม

5.2.2 ผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัท ทำการทดลองผลิตภัณฑ์ได้ 5 ระดับ ร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี คือระดับแป้งข้าวฟ่างที่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ด้านสีของผลิตภัณฑ์โดนัท จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิมได้ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับคือ 133.66 คะแนน, 115.66 คะแนน, 101.00 คะแนน, 84.00 คะแนน และ 78.66 คะแนน ตามลำดับ ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ผลิตภัณฑ์โดนัท ได้รับการยอมรับด้านสี ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 กับ 25, 0 กับ 50, 0 กับ 75, 0 กับ 100, 25 กับ 75, 25 กับ 100, 50 กับ 75 และ 50 กับ 100 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $P<0.01$ ที่เป็นเช่นนี้เพราะแป้งทั้ง 2 ชนิด คือแป้งข้าวฟ่างและแป้งสาลี มีความแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน จึงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสูตรส่วนผสมในระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ห่างกัน มีสีที่ปรากฏค่อนข้างชัดเจนด้วย

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 25 กับ 50 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P<0.05$

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 75 กับ 100 ไม่มีความแตกต่างกันที่เป็นเช่นนี้เพราะผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ระดับ สูตรส่วนผสมมีอัตราส่วนระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีค่อนข้างมาก จึงทำให้สีของผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับที่ไม่ต่างกัน

ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์โดนัทนี้ พบว่า ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุด เพราะมีปริมาณร้อยละของแป้งข้าวฟ่างค่อนข้างน้อยในผลิตภัณฑ์ เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Collor Chart ได้ที่ระดับ 2.5Y 7/4 สีเหลืองอ่อน (pale yellow) มีระดับคะแนนเฉลี่ยที่ 115.66 คะแนน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างเปรียบเทียบสีกับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้สีที่ระดับ 2.5Y 8/6 สีเหลือง (yellow) มีคะแนนเฉลี่ย 133.66 คะแนน ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับรองลงมา คือที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่

Copyright by Mahidol University

ร้อยละ 50 เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้สีที่ระดับ 2.5Y 6/6 สีเหลืองมะกอก (olive yellow) มีระดับคะแนนเฉลี่ย 101.00 คะแนน

สำหรับผลิตภัณฑ์โดนัทที่ได้รับการยอมรับด้านสีน้อยที่สุด คือที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 100 เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้สีที่ระดับ 10YR 4/5 สีเหลืองเข้มปนเหลือง (dark yellowish brown) มีระดับคะแนนเฉลี่ย 78.00 คะแนน จะเห็นได้ว่าในการยอมรับของผู้บริโภคด้านสีของผลิตภัณฑ์โดนัท จะได้ระดับคะแนนลดหลั่นกันลงมาตามระดับปริมาณร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี เพราะปริมาณแป้งข้าวฟ่างมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มขึ้นค่อนข้างชัดเจน และทำให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์ มีความแตกต่างออกไปจากผลิตภัณฑ์พื้นฐานเดิมที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ ร้อยละ 0

ด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์โดนัท จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม ได้ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับ คือ 124.33 คะแนน, 115.66 คะแนน, 108.66 คะแนน, 98.33 คะแนน และ 86.66 คะแนน ตามลำดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าผลิตภัณฑ์โดนัทได้รับการยอมรับด้านกลิ่นที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 กับ 25 และ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างกัน ที่เป็นเช่นนี้เพราะระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนแป้งสาลีมีระดับค่อนข้างใกล้เคียงกันจึงไม่เห็นถึงความแตกต่างของผลิตภัณฑ์

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ร้อยละ 0 กับ 50, 0 กับ 75, 0 กับ 100, 25 กับ 75, 25 กับ 100 และ 50 กับ 100 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $P<0.01$

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ร้อยละ 50 กับ 75 และ 75 กับ 100 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P<0.05$

ที่เป็นเช่นนี้เพราะเป็นผลจากคุณสมบัติของแป้งข้าวฟ่างที่มีกลิ่นหืน ในขณะที่แป้งสาลีไม่มีกลิ่นหืน และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนค่อนข้างมาก และเมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี หรือมีปริมาณร้อยละของแป้งข้าวฟ่างค่อนข้างน้อย มาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีค่อนข้างมากจึงเห็นผลของความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ทางด้านกลิ่นค่อนข้างชัดเจน

ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อหาการยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์โดนัทนี้พบว่าที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุด ในระดับคะแนนเฉลี่ย 115.66 คะแนน ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 50 ได้ระดับการยอมรับรองลงมา ในระดับคะแนนเฉลี่ย 108.66 คะแนน ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ

Copyright by Mahidol University

100 ได้ระดับการยอมรับน้อยที่สุด ในระดับคะแนนเฉลี่ย 78.00 คะแนน ในขณะที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 ได้ระดับคะแนนเฉลี่ย 133.66 คะแนน

ผลิตภัณฑ์โดนัท ได้รับการยอมรับทางด้านกลิ่นตามลำดับ แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี เป็นลำดับจากร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่น้อยที่สุด จนถึงมากที่สุดนั้น เป็นเพราะคุณสมบัติทางด้านกลิ่นของแป้งข้าวฟ่างที่มีความเหม็นหืน ในขณะที่แป้งสาลีไม่มีกลิ่นเหม็นหืน

ด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์โดนัท จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม ได้ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านรสชาด คือ 126.33 คะแนน, 118.00 คะแนน, 107.00 คะแนน, 85.66 คะแนน และ 72.00 คะแนน ตามลำดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ผลิตภัณฑ์โดนัท ได้รับการยอมรับด้านรสชาดที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 กับ 25 และ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างกัน

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 กับ 50, 0 กับ 75, 0 กับ 100, 25 กับ 75, 25 กับ 100, 50 กับ 75, 50 กับ 100 และ 75 กับ 100 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $P<0.01$ ที่เป็นเช่นนี้เพราะระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีค่อนข้างอยู่ในระดับที่ห่างกัน จึงเป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันตามลำดับความห่างของระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทน

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาการยอมรับทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์โดนัท ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุด ในระดับคะแนนเฉลี่ย 118.00 คะแนน

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 50 ได้รับการรับรองลงมาในระดับคะแนนเฉลี่ย 107.00 คะแนน

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 100 ได้รับการยอมรับน้อยที่สุดในระดับคะแนนเฉลี่ย 72.00 คะแนน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์พื้นฐานเดิมที่มีระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 0 มีระดับคะแนนเฉลี่ย 126.33 คะแนน

จะเห็นได้ว่า ผลของการยอมรับทางด้านรสชาดของผู้บริโภค ยอมรับจากระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละน้อยที่สุด จนถึงที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างมากที่สุด จะได้รับการยอมรับน้อยที่สุด ที่มีผลการยอมรับเหมือนกันกับการยอมรับทางด้านสีและกลิ่น จึงเป็นผลโดยรวมต่อความรู้สึกน่ารับประทานของผู้บริโภค

ด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดนัท จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม ได้ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์ คือ 119.33

Copyright by Mahidol University

คะแนน, 112.66 คะแนน, 99.66 คะแนน, 92.66 คะแนน และ 87.66 คะแนน ตามลำดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าผลิตภัณฑ์โดนัทได้รับการยอมรับด้านลักษณะสัมผัส ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 กับ 25, 50 กับ 75, 50 กับ 100 และ 75 กับ 100 ไม่มีความแตกต่างกัน

ที่เป็นเช่นนี้เพราะในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์โดนัท ไม่ต้องผ่านกระบวนการปั้นแป้งที่ต้องอาศัยคุณสมบัติการเกาะติด และการยึดตัวของแป้งจากแป้งสาลี จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสูตรส่วนผสมระหว่างแป้งข้าวฟ่างกับแป้งสาลีที่ระดับร้อยละไม่แตกต่างกันมากมีการยอมรับในผลิตภัณฑ์ทางด้านลักษณะสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันด้วย

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 0 กับ 50, 0 กับ 75, 0 กับ 100, 50 กับ 75 และ 25 กับ 100 พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $P<0.01$

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 กับ 50 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$

ที่เป็นเช่นนี้เพราะระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีมีระดับการทดแทนที่ค่อนข้างแตกต่างกันมากทำให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันไปตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อหาการยอมรับทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดนัท พบว่า ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุดในระดับคะแนนเฉลี่ย 112.66 คะแนน

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับรองลงมาในระดับคะแนนเฉลี่ย 99.66 คะแนน

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 100 ได้รับการยอมรับน้อยที่สุดในระดับคะแนนเฉลี่ย 81.66 คะแนน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์พื้นฐานที่มีระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 0 มีระดับคะแนนเฉลี่ย 119.33 คะแนน

จะเห็นได้ว่าผลของการยอมรับทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์โดนัทที่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีน้อยที่สุดจะได้รับการยอมรับมากที่สุด ตามลำดับจากน้อยไปหามากในระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี แม้ว่าผลิตภัณฑ์โดนัทสามารถผลิตได้ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีถึงร้อยละ 100 ตามลักษณะที่ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์พื้นฐานเดิม แต่การยอมรับทางด้านลักษณะสัมผัสจากผู้บริโภคยังเป็นไปตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีเป็นเพราะตัวผลิตภัณฑ์ที่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างมากจะเป็นผลทำให้

Copyright by Mahidol University

ผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักมากไม่นุ่มเบา ตามลักษณะพื้นฐานเดิมของโดนัทแป้งสาลีล้วน ทั้งนี้เป็นผลจากกระบวนการผลิตแป้งข้าวฟ่างที่ยังไม่ได้มาตรฐานอุตสาหกรรมทำให้แป้งข้าวฟ่างมีความละเอียดน้อยกว่าแป้งสาลี

ด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์โดนัท จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม ได้ผลคะแนนเฉลี่ยด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์โดนัท คือ 126.66 คะแนน, 117.33 คะแนน, 106.66 คะแนน, 94.00 คะแนน และ 81.33 คะแนน ตามลำดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ผลิตภัณฑ์โดนัทได้รับการยอมรับทั่วไปของผู้บริโภคที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 25 และ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างกัน

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 กับ 50, 0 กับ 75, 0 กับ 100, 25 กับ 75, 25 กับ 100 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $P<0.01$

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 50 กับ 75, และ 75 กับ 100 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P<0.05$

จะเห็นได้ว่าเมื่อระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีอยู่ในระดับใกล้เคียงกันคือไม่แตกต่างกันมากจะไม่เห็นความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ แต่เมื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละต่ำกับสูง จะทำให้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันออกไปตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนจากน้อยไปจนถึงระดับสูงสุด คือ ทดแทนที่ระดับแป้งข้าวฟ่างร้อยละ 100 ทั้งนี้เป็นเพราะคุณสมบัติของแป้งทั้ง 2 ชนิด มีความแตกต่างกันทางด้านกายภาพค่อนข้างชัดเจนคือ ด้านสี และกลิ่น จึงมีผลโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ในด้านการยอมรับของผู้บริโภคด้วย

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อหาการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์โดนัทที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุด ในระดับคะแนนเฉลี่ย 117.33 คะแนน

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 100 ได้รับการยอมรับน้อยที่สุด ในระดับคะแนนเฉลี่ย 126.66 คะแนน

จะเห็นได้ว่าผลของการยอมรับทั่วไปของผู้บริโภคยอมรับจากระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละน้อยที่สุด จะได้รับการยอมรับแตกต่างกันไปตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี อันเป็นผลสืบเนื่องจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสทั้ง

Copyright by Mahidol University

ทางด้านสี กลิ่น รสชาด และลักษณะสัมผัส ซึ่งเป็นผลโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ทางด้านการยอมรับทั่วไปของผู้บริโภค

จากการทดสอบการยอมรับทั่วไปของผู้บริโภค โดยการทดสอบชิมทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 ด้าน คือ ในด้านสี กลิ่น รสชาด ลักษณะสัมผัส และการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์ จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์โดนัท ที่ผลิตโดยการใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุด และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าผลิตภัณฑ์โดนัทที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างกันของผลิตภัณฑ์ จึงนับได้ว่าเป็นผลดีต่อการผลิตเพื่อการพัฒนาเป็นระบบอุตสาหกรรมครัวเรือน เนื่องจากแป้งข้าวฟ่างมีราคาถูกกว่าแป้งสาลี ผู้ผลิตอาจเลือกระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 50 ก็ได้ เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง ทั้งที่คุณค่าทางโภชนาการของตัวผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์พื้นฐานเดิม

5.2.3 ผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบ ทำการทดลองผลิตภัณฑ์ 4 ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี คือที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ ร้อยละ 0, 25, 50 และ 75 เนื่องจากกระบวนการผลิตในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ ร้อยละ 100 ไม่สามารถผ่านกระบวนการให้ความร้อนคือการทอดได้ เพราะความร้อนและน้ำมัน มีผลทำให้แป้งแยกตัวออกจากกันซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีสูตรส่วนผสมของแป้ง ร้อยละ 100 ไม่มีกลูเต็น ที่มีคุณสมบัติทำให้แป้งเกาะตัวกัน และจากการทดลอง ทำผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ระดับ สูตรส่วนผสมสามารถอภิปรายผลการยอมรับของผู้บริโภคได้ดังนี้

ด้านสีของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิม ได้ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับคือ 119.33 คะแนน, 112.66 คะแนน, 98.00 คะแนน และ 77.00 คะแนน ตามลำดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0, 25, 50 และ 75 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบได้รับการยอมรับด้านสีที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 25 ไม่มีความแตกต่างกัน

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 75 และ 25 กับ 75 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $P<0.01$

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 50, 25 กับ 50 และ 50 กับ 75 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P<0.05$

ที่เป็นเช่นนี้เพราะสีของแป้งทั้ง 2 ชนิด มีความแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน จึงเป็นผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันไป ตามลำดับ ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี

Copyright by Mahidol University

ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อหาการยอมรับทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบนี้พบว่า ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุด เพราะมีปริมาณร้อยละของแป้งข้าวฟ่างค่อนข้างน้อยในผลิตภัณฑ์ เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้สีที่ระดับ 2.5Y 7/6 สีเหลือง (yellow) มีระดับคะแนนเฉลี่ยที่ 112.66 คะแนน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี เปรียบเทียบสีกับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้สีทีระดับ 2.5Y 8/6 สีเหลือง (yellow) มีคะแนนเฉลี่ย 119.33 คะแนน

ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับรองลงมาคือที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 50 เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้สีที่ระดับ 10YR 5/6 สีน้ำตาลปนเหลือง (yellowish brown) มีระดับคะแนนเฉลี่ย 98.00 คะแนน

สำหรับผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบที่ได้รับการยอมรับด้านสีน้อยที่สุดคือที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 75 เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้สีที่ระดับ 10YR 4/6 สีน้ำตาลเข้มปนเหลือง (dark yellowish brown) มีระดับคะแนนเฉลี่ย 78.00 คะแนน จะเห็นได้ว่า ในการยอมรับของผู้บริโภคด้านสีของผลิตภัณฑ์จะได้รับคะแนนลดหลั่นกันลงมาตามระดับปริมาณร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีเพราะปริมาณแป้งข้าวฟ่างมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มขึ้นค่อนข้างชัดเจน และทำให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างออกไปจากผลิตภัณฑ์พื้นฐานเดิม ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ ร้อยละ 0

ด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม ได้ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับคือ 110.66 คะแนน, 106.00 คะแนน, 95.00 คะแนน และ 79.00 คะแนน ตามลำดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0, 25, 50 และ 75 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบได้รับการยอมรับด้านกลิ่น ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 กับ 25, 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างกัน ที่เป็นเช่นนี้เพราะระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีมีระดับค่อนข้างใกล้เคียงกันจึงไม่เห็นถึงความแตกต่างของผลิตภัณฑ์

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ร้อยละ 0 กับ 75 และ 25 กับ 75 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $P<0.01$

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ร้อยละ 0 กับ 50 และ 50 กับ 75 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P<0.05$

Copyright by Mahidol University

ที่เป็นเช่นนี้เพราะเป็นผลจากคุณสมบัติของแป้งข้าวฟ่างที่มีกลิ่นหืนในขณะที่แป้งสาลีไม่มีกลิ่นหืน และเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนค่อนข้างมาก และเมื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี หรือมีปริมาณร้อยละของแป้งข้าวฟ่างค่อนข้างน้อย มาเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีค่อนข้างมากจึงเป็นผลของความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ทางด้านกลิ่นค่อนข้างชัดเจน

ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาการยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบนี้ พบว่า ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุด ในระดับคะแนนเฉลี่ย 106.00 คะแนน

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับรองลงมาในระดับคะแนนเฉลี่ย 95.00 คะแนน

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 75 ได้รับการยอมรับน้อยที่สุดในระดับคะแนนเฉลี่ย 79.00 คะแนน ในขณะที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 ได้รับคะแนนเฉลี่ย 110.66 คะแนน

ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบได้รับการยอมรับด้านกลิ่นตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี เป็นลำดับจากร้อยละของแป้งข้าวฟ่างน้อยที่สุดจนถึงมากที่สุดนั้น เป็นเพราะคุณสมบัติทางด้านกลิ่นของแป้งข้าวฟ่างที่มีกลิ่นเหม็นหืน ในขณะที่แป้งสาลีไม่มีกลิ่นเหม็นหืน

ด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม ได้ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านรสชาดคือ 115.66 คะแนน, 112.66 คะแนน, 89.00 คะแนน และ 68.66 คะแนน ตามลำดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0, 25, 50 และ 75

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ ได้รับการยอมรับด้านรสชาดที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ร้อยละ 0 กับ 25 ไม่มีความแตกต่างกัน เพราะระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ทดแทนใกล้เคียงกัน

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 กับ 50, 0 กับ 75, 25 กับ 50, 25 กับ 75 และ 50 กับ 75 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ $P<0.01$

ที่เป็นเช่นนี้เพราะระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีค่อนข้างอยู่ในระดับที่ห่างกัน จึงเป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันตามลำดับความห่างของระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทน

Copyright by Mahidol University

จากการทดลองทางประสาทสัมผัส เพื่อหาการยอมรับทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุดในระดับคะแนนเฉลี่ย 112.66 คะแนน ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับรองลงมาในระดับคะแนนเฉลี่ย 89.00 คะแนน

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 75 ได้รับการยอมรับน้อยที่สุดในระดับคะแนนเฉลี่ย 68.66 คะแนน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์พื้นฐานเดิมที่มีระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 0 มีระดับคะแนนเฉลี่ย 115.66 คะแนน

จะเห็นได้ว่าผลของการยอมรับทางด้านรสชาดของผู้บริโภค ยอมรับจากระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ระดับน้อยที่สุดจนถึงที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ระดับมากที่สุด จะได้รับการยอมรับน้อยที่สุดที่มีผลการยอมรับเหมือนกันกับการยอมรับทางด้านสี และกลิ่น จึงเป็นผลโดยรวมต่อความรู้สึกน่ารับประทานของผู้บริโภคด้วย

ด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมได้ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์คือ 111.66 คะแนน, 109.66 คะแนน, 94.66 คะแนน และ 81.66 คะแนน ตามลำดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0, 25, 50 และ 75

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบได้รับการยอมรับด้านลักษณะสัมผัส ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 กับ 25 และ 50 กับ 75 ไม่มีความแตกต่างกัน เพราะระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีมีความใกล้เคียงกันลักษณะของผลิตภัณฑ์จึงไม่แตกต่างกันด้วย

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 กับ 75, 25 กับ 50 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $P<0.01$

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 กับ 50 และ 25 กับ 50 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P<0.05$

การทดลองทำผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ เมื่อผ่านกระบวนการให้ความร้อนคือการทอดด้วยน้ำมันพืช จะพบว่ามีผลทำให้ผลิตภัณฑ์คลายตัวเสียรูปทรงไปบ้างทั้งนี้เนื่องจากปริมาณแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ตามระดับร้อยละทดแทนตั้งแต่ระดับน้อยที่สุด จนถึงระดับมากที่สุด อันเกิดจากกระบวนการผลิตในระดับกระบวนการผลิตแป้งที่ยังไม่ได้มาตรฐานอุตสาหกรรมส่งผลให้แป้งข้าวฟ่างมีลักษณะที่หยาบกว่าแป้งสาลี ความหยาบของแป้งข้าวฟ่างมีผลต่อผลิตภัณฑ์ทำให้ผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักมากขึ้นแป้งกระด้างและร่วนซุย

Copyright by Mahidol University

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาการยอมรับด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ พบว่าที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุดในระดับคะแนนเฉลี่ย 109.66 คะแนน

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับรองลงมาในระดับคะแนนเฉลี่ย 94.66 คะแนน

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 75 ได้รับการยอมรับน้อยที่สุดในระดับคะแนน 81.66 คะแนน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์พื้นฐานที่มีระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 0 มีระดับคะแนนเฉลี่ย 111.66 คะแนน

จะเห็นได้ว่าผลของการยอมรับทางด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบที่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีน้อยที่สุด จะได้รับการยอมรับมากที่สุดตามลำดับ จากน้อยไปมากในระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี

ด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม ได้ผลคะแนนเฉลี่ยด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์ คือ 116.66 คะแนน, 113.00 คะแนน, 95.33 คะแนน และ 78.00 คะแนน ตามลำดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0, 25, 50 และ 75

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบได้รับการยอมรับทั่วไปที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 25 ไม่มีความแตกต่างกัน

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 0 กับ 50, 0 กับ 75, 25 กับ 50, 25 กับ 75 และ 50 กับ 75 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $P<0.01$

จะเห็นได้ว่าเมื่อระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันจะไม่เห็นความแตกต่างของผลิตภัณฑ์แต่เมื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีแตกต่างกันออกไป ตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนจากน้อยไปจนถึงระดับสูงสุด คือ ทดแทนที่ระดับแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 75 ทั้งนี้เป็นเพราะคุณสมบัติของแป้งทั้ง 2 ชนิด ที่มีความแตกต่างกันทางกายภาพค่อนข้างชัดเจน คือ ทางด้านสี และด้านกลิ่น จึงมีผลโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ในด้านการยอมรับของผู้บริโภคด้วย

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อหาการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุดในระดับคะแนนเฉลี่ย 113.00 คะแนน

Copyright by Mahidol University

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับรองลงมาในระดับคะแนนเฉลี่ย 95.33 คะแนน

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 75 ได้รับการยอมรับน้อยที่สุดในระดับคะแนนเฉลี่ย 78.00 คะแนน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบพื้นฐานเดิมที่มีระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 0 ได้รับคะแนนเฉลี่ย 116.66 คะแนน

จะเห็นได้ว่าผลของการยอมรับทั่วไปของผู้บริโภคยอมรับจากระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีจะได้รับการยอมรับแตกต่างกันไปตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีอันเป็นผลสืบเนื่องจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทั้งทางด้านสี กลิ่น รสชาด และลักษณะสัมผัส ซึ่งเป็นผลโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ทางด้านการยอมรับทั่วไปของผู้บริโภค

5.2.4 ผลิตภัณฑ์ที่ 4 กลีบลำดวน ทำการทดลองผลิตภัณฑ์ได้ 5 ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี คือ ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างที่ ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ด้านสีของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิม ได้ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับ คือ 136.33 คะแนน, 117.00 คะแนน, 104.00 คะแนน, 85.00 คะแนน และ 63.33 คะแนน ตามลำดับ ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนได้รับการยอมรับด้านสีที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างกันที่เป็นเช่นนี้เพราะผลิตภัณฑ์มีอัตราส่วนสูตรผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ใกล้เคียงกัน

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 กับ 50, 0 กับ 75, 0 กับ 100, 25 กับ 75, 25 กับ 100 และ 50 กับ 100 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $P<0.01$

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 25, 50 กับ 75 และ 75 กับ 100 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$

จะเห็นได้ว่าเมื่อระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีใกล้เคียงกันจะไม่พบความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ แต่เมื่อระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีมีจำนวนมากขึ้นตามลำดับ จะเห็นความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ชัดเจนขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะสีของแป้งทั้ง 2 ชนิด

Copyright by Mahidol University

ที่เป็นวัตถุดิบหลักของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน จึงทำให้สีของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันไปตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี

ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อหาการยอมรับด้านสีของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนนี้ พบว่าที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุด เพราะในตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับ แผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้ที่ระดับ 2.5Y 7/4 สีเหลืองอ่อน (pale yellow) มีระดับคะแนนเฉลี่ยที่ 117.00 คะแนน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างเปรียบเทียบสีกับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้สีที่ระดับ 2.5Y 8/2 สีเหลืองอ่อน (pale yellow) มีคะแนนเฉลี่ย 136.33 คะแนน

ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับรองลงมา คือที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 50 เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้สีที่ระดับ 10YR 6/4 สีน้ำตาลปนเหลืองอ่อน (light yellowish brown) มีระดับคะแนนเฉลี่ย 104.00 คะแนน

สำหรับผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนที่ได้รับการยอมรับด้านสีน้อยที่สุด คือที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 100 เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างผลิตภัณฑ์กับแผ่นสีมาตรฐาน Munsell Color Chart ได้สีที่ระดับ 10YR 5/4 น้ำตาลปนเหลือง (yellowish brown) มีระดับคะแนนเฉลี่ย 63.33 คะแนน จะเห็นได้ว่าในการยอมรับของผู้บริโภคด้านสีของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนจะได้ระดับคะแนนลดหลั่นกันลงมาตามระดับปริมาณร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี เพราะปริมาณแป้งข้าวฟ่างมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มขึ้นค่อนข้างชัดเจน และทำให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างออกไปจากผลิตภัณฑ์พื้นฐานเดิมที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ ร้อยละ 0

ด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม ได้ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับ คือ 127.00 คะแนน, 108.66 คะแนน, 104.33 คะแนน, 73.00 คะแนน และ 61.00 คะแนน ตามลำดับระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ ร้อยละ 0, 50, 25, 75 และ 100 จะเห็นได้ว่า ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ ร้อยละ 50 จะได้คะแนนการยอมรับมากกว่า ร้อยละ 25 เพราะผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนเมื่อผ่านขั้นตอนการผลิตขั้นสุดท้ายแล้วจะต้องผ่านกระบวนการอบกลิ่นด้วยดอกวันเทียนหอม ตามลักษณะเดียวกันกับขนมไทยบางชนิด เพื่อให้ขนมมีกลิ่นหอมน่ารับประทาน

ในการอบกลิ่นขนมด้วยดอกวันเทียนจะใช้เวลาเท่ากัน ในทุกอัตราส่วนสูตรผสมของผลิตภัณฑ์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แต่ผลคะแนนการยอมรับไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตามลักษณะเดิมของแป้ง 2 ชนิดคือ แป้งข้าวฟ่าง กับแป้งสาลี มีความแตกต่างกันทางด้านกลิ่น แป้งข้าวฟ่างมีกลิ่นหืน

Copyright by Mahidol University

เล็กน้อย แต่มีคะแนนการยอมรับที่อัตราส่วนสูตรผสมที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ร้อยละ 50 มากกว่าที่ระดับที่ร้อยละ 25 ทั้งนี้เป็นผลอันเกิดจากกลิ่นแป้งที่ลงตัวกับกลิ่นของควันเทียนหอม

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนได้รับการยอมรับด้านกลิ่นที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 25 กับ 50 และ 75 กับ 100 ไม่มีความแตกต่างกัน เพราะระดับร้อยละของแป้งที่ใกล้เคียงกัน จึงไม่เห็นถึงความแตกต่างของผลิตภัณฑ์

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ร้อยละ 0 กับ 25, 0 กับ 75, 0 กับ 100, 50 กับ 75, 50 กับ 100, 25 กับ 75 และ 25 กับ 100 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ $P<0.01$

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ร้อยละ 0 กับ 50 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P<0.05$

ที่เป็นเช่นนี้เพราะความแตกต่างของระดับร้อยละของแป้งค่อนข้างมากทำให้มีผลการยอมรับที่แตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน

ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาการยอมรับด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนนี้ พบว่าที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับมากที่สุดในระดับคะแนนเฉลี่ย 108.66 คะแนน ในระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับรองลงมาในระดับคะแนนเฉลี่ย 104.33 คะแนน ด้วยสาเหตุตามที่กล่าวแล้วข้างต้นตามกระบวนการผลิตขั้นสุดท้ายคือ การอบผลิตภัณฑ์ด้วยควันเทียนหอม

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ ร้อยละ 100 ได้รับการยอมรับน้อยที่สุด ในระดับคะแนนเฉลี่ย 61.00 คะแนน ในขณะที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 0 ได้รับคะแนนเฉลี่ย 127.00 คะแนน

เหตุที่ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนได้รับการยอมรับในระดับคะแนนการยอมรับที่แตกต่างกันตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีเป็นเพราะผลของความแตกต่างทางด้านกลิ่นของแป้งทั้ง 2 ชนิดดังกล่าว

ด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมได้ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านรสชาด คือ 128.00 คะแนน, 113.33 คะแนน, 97.66 คะแนน, 72.00 คะแนน และ 58.66 คะแนน ตามลำดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ0, 25, 50, 75 และ 100

Copyright by Mahidol University

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนได้รับการยอมรับด้านรสชาดที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ร้อยละ 0 กับ 50, 0 กับ 75, 0 กับ 100, 25 กับ 75, 25 กับ 100, 50 กับ 75 และ 50 กับ 100 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ $P<0.01$

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 0 กับ 25, 25 กับ 50 และ 75 กับ 100 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$

ที่เป็นเช่นนี้ขึ้นอยู่กับระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่แตกต่างหรือใกล้เคียงกันจะมีผลทำให้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แตกต่างกันออกไปตามลักษณะของร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาการยอมรับทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุดในระดับคะแนนเฉลี่ย 113.33 คะแนน

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับรองลงมาในระดับคะแนนเฉลี่ย 97.66 คะแนน

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 100 ได้รับการยอมรับน้อยที่สุดในระดับคะแนน 58.66 คะแนน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์พื้นฐานเดิมที่มีระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 0 มีระดับคะแนนเฉลี่ย 128.00 คะแนน

จะเห็นได้ว่าผลของการยอมรับทางด้านรสชาดของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนได้รับการยอมรับจากลำดับคะแนนจากน้อยไปมากตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี อันเป็นผลสืบเนื่องจากการยอมรับทางด้านสีและกลิ่นที่ได้รับผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่ใกล้เคียงกันด้วย

ด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม ได้ผลคะแนนเฉลี่ยการยอมรับด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์คือ 124.66 คะแนน, 118.33 คะแนน, 96.66 คะแนน และ 83.66 คะแนน

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนได้รับการยอมรับด้านลักษณะสัมผัสที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 0 กับ 25 และ 50 กับ 75 ไม่มีความแตกต่างกัน เพราะระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีมีความใกล้เคียงกันลักษณะของผลิตภัณฑ์จึงไม่แตกต่างกันด้วย

Copyright by Mahidol University

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 กับ 50, 0 กับ 75, 0 กับ 100, 25 กับ 75, 25 กับ 100 และ 50 กับ 100 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ P <0.05

จะเห็นได้ว่าเมื่อระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีมีระดับร้อยละที่ห่างกันจะยิ่งเห็นถึงความแตกต่างของผลิตภัณฑ์

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาการยอมรับด้านลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนพบว่า ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุด ในระดับคะแนนเฉลี่ย 118.33 คะแนน

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับรองลงมาในระดับคะแนนเฉลี่ย 106.33 คะแนน

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 100 ได้รับการยอมรับน้อยที่สุดในระดับคะแนนเฉลี่ย 83.66 คะแนน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนที่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีน้อยที่สุด จะได้รับการยอมรับมากที่สุด ตามลำดับจากน้อยไปมากในระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี เช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์อื่น ๆ แต่ดังที่กล่าวแล้วสำหรับผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องผ่านกระบวนการปั้นแป้งด้วย ทั้งที่คุณสมบัติของแป้งข้าวฟ่างไม่มีกลูเต็น แต่ก็ยังสามารถผ่านกระบวนการผลิตได้ในระดับสูตรส่วนผสมที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 100 ทั้งนี้จะต้องเพิ่มส่วนผสมอื่นที่เป็นปัจจัยในการผลิต คือ น้ำมันพืช ที่มีความหนืดกว่าน้ำ และเนื่องจากในขั้นตอนการผลิตที่ทำให้ผลิตภัณฑ์สุกโดยให้ความร้อน ไม่ต้องผ่านกระบวนการทอด แต่จะเป็นการให้ความร้อนโดยวิธีอบ จึงมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 100 ไม่สลายตัวไปกับความร้อนในขณะทอดด้วย น้ำมันพืชดัง เช่น ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) และครองแครงกรอบ

ด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิม ได้ผลคะแนนเฉลี่ยด้านการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์คือ 124.66 คะแนน, 111.33 คะแนน, 101.66 คะแนน, 74.33 คะแนน และ 63.33 คะแนน ตามลำดับ แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนได้รับการยอมรับทั่วไปที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ร้อยละ 0 กับ 25, 25 กับ 50 และ 75 กับ 100 ไม่มีความแตกต่างกันเพราะระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีมีระดับที่ใกล้เคียงกัน

Copyright by Mahidol University

ในระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีที่ ร้อยละ 0 กับ 50, 0 กับ 75, 0 กับ 100, 25 กับ 75, 50 กับ 75 และ 50 กับ 100 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ P<0.01

จะเห็นได้ว่าเมื่อระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันจะไม่เห็นความแตกต่างของผลิตภัณฑ์แต่เมื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ที่มีระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีแตกต่างกันออกไปตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนจากน้อยไปจนถึงระดับสูงสุดคือที่ระดับแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 100 ทั้งนี้เป็นเพราะคุณสมบัติของแป้งทั้ง 2 ชนิด ที่มีความแตกต่างกันทางกายภาพค่อนข้างชัดเจน คือ ทางด้านสี ด้านกลิ่น จึงมีผลโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ในด้านการยอมรับของผู้บริโภคด้วย

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อหาการยอมรับทั่วไปของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุดในระดับคะแนนเฉลี่ย 111.33 คะแนน ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับรองลงมาในระดับคะแนนเฉลี่ย 101.66 คะแนน

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 100 ได้รับการยอมรับน้อยที่สุดในระดับคะแนนเฉลี่ย 63.33 คะแนน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนพื้นฐานเดิมที่มีระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 0 ได้ระดับคะแนนเฉลี่ย 124.66 คะแนน

จะเห็นได้ว่าผลการยอมรับทั่วไปของผู้บริโภคยอมรับจากระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีจะได้รับการยอมรับแตกต่างกันไปตามระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีอันเป็นผลสืบเนื่องจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทั้งทางด้านสี กลิ่น รสชาด และลักษณะสัมผัส ซึ่งเป็นผลโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์ทางด้านการยอมรับทั่วไปของผู้บริโภค

5.3 การศึกษาต้นทุนการผลิตจากห้องปฏิบัติการเพื่อขยายผลและการศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมครัวเรือน

จากการทดลองผลิต ผลิตภัณฑ์ขนมที่ใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีทั้ง 4 ชนิด ในห้องปฏิบัติการ เพื่อผลในการลดต้นทุน โดยการใช้แป้งข้าวฟ่างที่มีราคาต่ำกว่ามาทดแทน แป้งสาลีที่มีราคาสูง จากผลการทดลองและ คำนวณต้นทุนการผลิตจากห้องปฏิบัติการ อาจจะได้ตัวเลขที่ไม่ชัดเจนมากนัก เนื่องจากในการทดลอง มีกระบวนการเตรียมแป้งทั้ง 2 ชนิด ที่แตกต่างกันซึ่งในการเตรียมแป้งข้าวฟ่างจะเริ่มจากการเตรียมข้าวฟ่างที่ราคากิโลกรัมละ 10 บาท หากผ่านกระบวนการทำให้เป็นแป้ง เฉพาะกิจเพื่อการทดลอง จนถึงขั้นตอนสุดท้ายจะได้แป้งข้าวฟ่างในราคาโดยประมาณ

Copyright by Mahidol University

กิโลกรัมละ 18 บาท ในขณะที่แป้งสาลีซื้อได้ตามท้องตลาดที่ราคากิโลกรัมละ 28.50 บาท จะเห็นได้ว่าแป้งข้าวฟ่างมีราคาถูกกว่าแป้งสาลีถึงกิโลกรัมละ 8.50 บาท และหากว่าแป้งข้าวฟ่างผ่านกระบวนการผลิตที่เป็นระบบอุตสาหกรรมเหมือนกับแป้งสาลี ก็น่าจะมีราคาที่ต่ำกว่า กิโลกรัมละ 18 บาท สำหรับในการคำนวณราคาต้นทุน ผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ผลิตภัณฑ์ ในห้องปฏิบัติการดังกล่าว จะยังไม่ได้คิดราคาต้นทุนข้าวฟ่างรวมด้วย เพราะได้รับการอนุเคราะห์ตัวอย่างข้าวฟ่าง จากศูนย์วิจัยพืชไร่ สุพรรณบุรี (ดังตารางที่ 4 – 25 ถึงตารางที่ 4 – 28) แต่จะชี้ให้เห็นถึงผลต่างของราคาต้นทุน เมื่อมีแป้งข้าวฟ่างไปทดแทน จะทำให้ต้นทุนต่ำลงและจากผลการทดลองและคำนวณต้นทุนการผลิตจากห้องปฏิบัติการสามารถเรียงลำดับความเหมาะสมทางด้านต้นทุนการผลิต และความเหมาะสมจากกระบวนการผลิตตลอดจนการยอมรับของผู้บริโภคได้ดังนี้

ลำดับที่ 1 ผลิตภัณฑ์โดนัท

ที่แป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 0 มีต้นทุน 10.54 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 105.41 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ที่แป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 25 ลดต้นทุนได้ 0.41 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 4.07 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ที่แป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 50 ลดต้นทุนได้ 0.82 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 8.14 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ที่แป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 75 ลดต้นทุนได้ 1.22 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 12.21 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ที่แป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 100 ลดต้นทุนได้ 1.63 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 16.29 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ลำดับที่ 2 ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน

ที่แป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 0 มีต้นทุน 10.93 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 109.31 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ที่แป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 25 ลดต้นทุนได้ 0.48 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 4.75 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ที่แป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 50 ลดต้นทุนได้ 0.95 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 9.50 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ที่แป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 75 ลดต้นทุนได้ 1.19 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 11.83 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

Copyright by Mahidol University

ที่แป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 100 ลดต้นทุนได้ 1.42 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 14.16 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ลำดับที่ 3 ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ

ที่แป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 0 มีต้นทุน 13.83 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 138.35 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ที่แป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 25 ลดต้นทุนได้ 0.35 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 3.48 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ที่แป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 50 ลดต้นทุนได้ 0.69 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 6.95 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ที่แป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 75 ลดต้นทุนได้ 1.04 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 10.43 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ลำดับที่ 4 ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

ที่แป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 0 มีต้นทุน 12.22 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 122.22 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ที่แป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 25 ลดต้นทุนได้ 0.28 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 2.8 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ที่แป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 50 ลดต้นทุนได้ 0.56 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 5.60 บาท / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

จะเห็นได้ว่าในผลิตภัณฑ์ ลำดับที่ 1 คือผลิตภัณฑ์โดนัท ต้นทุนจะถูกลง (หากเพิ่มระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทน) มากกว่าผลิตภัณฑ์ลำดับที่ 2 คือผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน ทั้งนี้เป็นเพราะในกระบวนการผลิตได้มีการเพิ่มปริมาณน้ำมันขึ้นตามลำดับ ร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี อันเป็นผลทำให้ที่ระดับร้อยละทดแทนของแป้งข้าวฟ่าง ร้อยละ 75 กับร้อยละ 100 ผลิตภัณฑ์โดนัท จะมีราคาต้นทุนที่ถูกกว่า ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน และผลจากการปฏิบัติการทดลองในด้านกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์โดนัท จะผลิตได้ง่ายกว่า กับทั้งยังมีคะแนนที่ได้จากการยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าด้วย จึงเป็นสาเหตุให้ต้องจัดลำดับผลิตภัณฑ์โดนัทไว้เป็นลำดับที่ 1 เพื่อความเหมาะสมในการนำผลการทดลองไปขยายผลเพื่อเป็นแนวทาง เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปพัฒนาการผลิต และพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมครัวเรือนได้ด้วย เพราะในการคำนวณต้นทุน

Copyright by Mahidol University

การผลิต ในห้องปฏิบัติการได้รวมถึงแรงงานที่ใช้ตามช่วงเวลาปฏิบัติเป็นรายชั่วโมงเท่าที่ได้ปฏิบัติงานจริง

จากผลการทดลอง หากนำผลิตภัณฑ์ไปพัฒนาเพื่อเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมครัวเรือนจะยิ่งทำให้ลดต้นทุนการผลิตลงอีกตามลำดับ เช่น ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ถ้าผลิตไส้ขนมเองโดยไม่ซื้อสำเร็จรูปจะยิ่งลดต้นทุนได้อีก

สำหรับผลการศึกษาทางด้านต้นทุนการผลิตตามความเหมาะสมทางด้านการยอมรับของผู้บริโภคตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีพบว่า ต้นทุนการผลิตกับผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนที่ยอมรับมากที่สุดดังนี้

ลำดับที่ 1 ผลิตภัณฑ์โดนัท ได้รับการยอมรับทั่วไปมากที่สุดที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 25 ต้นทุนการผลิต 10.45 บาทต่อผลิตภัณฑ์ 100 กรัม ลดต้นทุนการผลิตได้ 0.41 บาทต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 4.07 บาทต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ลำดับที่ 2 ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ ได้รับการยอมรับทั่วไปมากที่สุดที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 25 ต้นทุนการผลิต 13.48 บาทต่อผลิตภัณฑ์ 100 กรัม ลดต้นทุนการผลิตได้ 0.35 บาทต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 3.48 บาท ต่อ น้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ลำดับที่ 3 ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน ได้รับการยอมรับทั่วไปมากที่สุดที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 25 ต้นทุนการผลิต 10.45 บาทต่อผลิตภัณฑ์ 100 กรัม ลดต้นทุนการผลิตได้ 0.48 บาท ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 4.75 บาท ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ลำดับที่ 4 ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ได้รับการยอมรับทั่วไปมากที่สุดที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 50 ต้นทุนการผลิต 11.66 บาทต่อผลิตภัณฑ์ 100 กรัม ลดต้นทุนการผลิตได้ 0.28 บาท ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 2.80 บาท ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

Copyright by Mahidol University

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการนำแป้งข้าวฟ่างมาทดแทนแป้งสาลีในการทำผลิตภัณฑ์ขนม 4 ชนิด ได้แก่ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่), โดนัท, ครองแครงกรอบ และกลีบลำดวน สามารถสรุปผลการศึกษา และเสนอแนะเพื่อการศึกษาในครั้งต่อไปได้ดังนี้

6.1 สรุปผลการศึกษา

6.1.1 ผลการศึกษาจากกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ขนมโดยใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี

ในการทดลองทำผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด โดยการใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีในแต่ละระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีคือจากระดับ ร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 โดยทั่วไปจะพบว่า ความแตกต่างของคุณสมบัติแป้งทั้ง 2 ชนิด คือความแตกต่างทางด้านสีกับด้านกลิ่น และคุณสมบัติทางเคมีของแป้งสาลีที่มีส่วนประกอบกลูเต็น เป็นหลักสำคัญในกระบวนการผลิตมีผลทำให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน โดยเฉพาะในเรื่องของความแตกต่างทางด้านสี กลิ่น และลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์

จึงพอสรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนจากระดับที่น้อยที่สุดจนถึงระดับมากที่สุดจะได้รับการยอมรับน้อยที่สุดตามลำดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีโดยเฉลี่ยดังนี้ 0, 25, 50, 75 และ 100 และจากการจัดลำดับการยอมรับผลิตภัณฑ์สามารถแสดงผลการยอมรับผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิดได้ดังนี้

ลำดับที่ 1 ผลิตภัณฑ์โดนัท มีคะแนนการยอมรับเฉลี่ย 117.33 คะแนนที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 25

ลำดับที่ 2 ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ มีคะแนนการยอมรับเฉลี่ย 113.00 คะแนน ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 25

ลำดับที่ 3 ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน มีคะแนนการยอมรับเฉลี่ย 111.33 คะแนนที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 25

Copyright by Mahidol University

ลำดับที่ 4 ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) มีคะแนนการยอมรับเฉลี่ย 94.66 คะแนนที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 50

6.1.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ทางด้านคุณสมบัติทางด้านกายภาพ โดยการยอมรับของผู้บริโภคจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสทั้งด้านสี ด้านกลิ่น รสชาด ลักษณะสัมผัส และการยอมรับทั่วไปสรุปได้ว่าในแต่ละสูตรส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีในแต่ละผลิตภัณฑ์ได้รับการยอมรับมากที่สุดที่ระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ตามลำดับผลิตภัณฑ์ดังนี้

ผลิตภัณฑ์ที่ 1 กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 50 ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการยอมรับของผู้บริโภค (จากผู้ทดสอบชิม)

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 0 กับ 50 และ 0 กับ 25 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P>0.05$)

ผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัท ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการยอมรับของผู้บริโภค (จากผู้ทดสอบชิม)

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 0 กับ 25 และ 25 กับ 50 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P>0.05$)

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 0 กับ 50, 0 กับ 75, 0 กับ 100, 25 กับ 75, 25 กับ 100 และ 50 กับ 100 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.01$)

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 50 กับ 100 และ 75 กับ 100 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

Copyright by Mahidol University

ผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบ ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยการยอมรับของผู้บริโภค (จากผู้ทดสอบชิม)

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 0 กับ 25 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P > 0.05$)

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 0 กับ 50, 0 กับ 75, 25 กับ 50, 25 กับ 75 และ 50 กับ 75 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.01$)

ผลิตภัณฑ์ที่ 4 กลีบลำดวน ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 25 ได้รับการยอมรับมากที่สุดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการยอมรับของผู้บริโภค (จากผู้ทดสอบชิม)

ที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 0 กับ 25, 25 กับ 50 และ 75 กับ 100 ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P>0.05$)

ที่ระดับแป้งข้างฟ่างทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 0 กับ 25, 25 กับ 75, 0 กับ 100, 25 กับ 75, 25 กับ 100, 50 กับ 75 และ 50 กับ 100 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.01$) จากผลการศึกษาเพื่อศึกษาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์

สรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมทั้ง 4 ชนิด สามารถผลิตขึ้นจากการใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีได้ แต่ทั้งนี้จะทดแทนได้ในปริมาณร้อยละของแป้งข้าวฟ่างที่ใช้ทดแทนแป้งสาลีที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์และองค์ประกอบของคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ขนมในแต่ละชนิด เช่น ขนมบางประเภทต้องมีลักษณะกรอบร่วนซุย แต่บางประเภทต้องอาศัยคุณสมบัติของแป้งในด้านความหนืดเหนียว เพราะคุณสมบัติของแป้งที่มี กลูเต็นที่ส่งผลต่อกระบวนการผลิตด้วย

ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทขนมทั้ง 4 ชนิดที่ผลิตขึ้นจากการใช้แป้งข้าวฟ่าง ทดแทนแป้งสาลี มีคุณสมบัติทางกายภาพทางด้านสี กลิ่น รสชาด ลักษณะสัมผัส และด้านการยอมรับทั่วไป แตกต่างกันตามลำดับร้อยละของแป้งข้างฟ่างทดแทนแป้งสาลีจะเห็นได้จากผลของการทดลอง พบว่า ในระดับร้อยละของแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีในระดับที่ใกล้เคียงกัน มักไม่มีความแตกต่างกัน

6.1.3 ผลการศึกษาต้นทุนการผลิตจากห้องปฏิบัติการ เพื่อขยายผลและศึกษาความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรมครัวเรือน

Copyright by Mahidol University

จากผลการทดลองทำผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิดจากห้องปฏิบัติการ สามารถสรุปผลการใช้ต้นทุนการผลิตในแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยเรียงลำดับความเหมาะสมทางด้านการลดต้นทุนการผลิตและความเหมาะสมจากกระบวนการผลิตตลอดจนการยอมรับของผู้บริโภคได้ดังนี้

ลำดับที่ 1 ผลิตภัณฑ์โดนัท ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 25 ลดต้นทุนได้ 0.41 บาท ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 4.07 บาท ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ลำดับที่ 2 ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 25 ลดต้นทุนได้ 0.48 บาท ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 4.75 บาท ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ลำดับที่ 3 ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 25 ลดต้นทุนได้ 0.35 บาท ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 3.48 บาท ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

ลำดับที่ 4 ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดที่ระดับแป้งข้าวฟ่างทดแทนร้อยละ 50 ลดต้นทุนได้ 0.28 บาท ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 100 กรัม หรือ 2.80 บาท ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 กิโลกรัม

หมายเหตุ ในการจัดเรียงลำดับความเหมาะสมในการผลิต เพื่อลดต้นทุนการผลิตจะเห็นว่าผลิตภัณฑ์โดนัทถูกจัดลำดับไว้ที่ลำดับที่ 1 แม้ว่าราคาต้นทุนที่ร้อยละ 25 จะถูกลดลงได้น้อยกว่าผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน แต่ผู้บริโภคให้ระดับคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์โดนัทมากกว่าผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน และทั้งขั้นตอนในการผลิตของผลิตภัณฑ์โดนัทไม่ยุ่งยากเท่าผลิตภัณฑ์กลีบลำดวนที่ต้องเพิ่มปริมาณวัตถุดิบตัวอื่น เช่น น้ำมัน จึงจะทำให้สามารถผ่านกระบวนการผลิต คือ การปั้นแป้งได้

6.2 ปัญหาอุปสรรค์ในการวิจัย

6.2.1 ด้านวัสดุและอุปกรณ์ ในการทำวิจัยครั้งนี้มีปัญหาในขั้นตอนการทำข้าวฟ่างให้เป็นแห้ง เนื่องจากว่าในท้องตลาดไม่มีแป้งข้าวฟ่างจำหน่าย จึงต้องใช้วัสดุอุปกรณ์พื้นบ้าน ไม่มีวัสดุอุปกรณ์ที่ทันสมัย ประกอบกับผู้วิจัยไม่มีทักษะในการใช้วัสดุอุปกรณ์ดังกล่าว ทำให้ปฏิบัติงานด้วยความล่าช้า ปัญหาเรื่องกระบวนการผลิตแป้งจากเครื่องมือที่ไม่ทันสมัยไม่ได้มาตรฐานอุตสาหกรรม จึงมีผลต่อผลิตภัณฑ์ที่ทำการทดลองและผลต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์จากผู้บริโภค

Copyright by Mahidol University

6.2.2 ด้านวัตถุดิบ ในการทดลองทำผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด โดยการใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี มีวัตถุดิบหลักคือ แป้ง 2 ชนิด แต่ในการเตรียมแป้งเพื่อทำการทดลองยังไม่มีมาตรฐานเหมือนหรือใกล้เคียงกัน แป้งข้าวฟ่างที่เป็นวัตถุดิบหลักยังมีลักษณะไม่ได้มาตรฐานยังไม่มีความละเอียดเพียงพอ ในขณะที่แป้งสาลีที่มีขายตามท้องตลาดผ่านกระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐานอุตสาหกรรม

6.2.3 ด้านต้นทุนการผลิต ในการทดลองทำผลิตภัณฑ์ขนมทั้ง 4 ชนิด ทดลองในห้องปฏิบัติการที่อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าบางเครื่อง เช่นเตาอบไฟฟ้าเป็นเตาอบที่ใช้ในระบบอุตสาหกรรม ไม่สามารถคำนวณปริมาณต้นทุนได้อย่างถูกต้อง ตลอดจนผลิตภัณฑ์บางชนิดมีส่วนผสมต่างๆ ที่เป็นวัตถุดิบการผลิตนำมาใช้ในปริมาณที่น้อยมาก ทำให้มีความยากลำบากในการคิดต้นทุนหรือบางอย่างไม่สามารถคิดต้นทุนได้ เช่นการใช้ควันเทียนในการอบขนมทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหอม

6.3 ข้อเสนอแนะ

6.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรศึกษาถึงกระบวนการผลิตแป้งข้างฟ่างให้ได้มาตรฐานอุตสาหกรรม เพื่อผลในการนำแป้งข้างฟ่างไปใช้ในการบริโภคให้กว้างขวางขึ้น

2) ควรศึกษาการเพิ่มกลูเต็นในแป้งข้างฟ่างเพื่อเพิ่มคุณสมบัติของแป้งให้ทดลองทำผลิตภัณฑ์ประเภทขนมได้หลากหลายยิ่งขึ้น

3) ควรศึกษาการใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวฟ่างในการประกอบอาหารชนิดอื่นเพิ่มเติมโดยเฉพาะอาหารคาว เพื่อการพัฒนาเป็นระบบอุตสาหกรรม

4) ควรศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ที่ใช้แป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลีในการทดลองครั้งต่อไป

5) ควรศึกษาถึงวิธี การแก้ไขแป้งข้าวฟ่างไม่ให้มีกลิ่นหืน เพื่อประโยชน์ในการทำผลิตภัณฑ์ขนมชนิดอื่นๆ โดยการเพิ่มวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตที่มีคุณสมบัติในการดูดกลิ่นและเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ

6.3.2 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1) สามารถนำไปผลิตเป็นอุตสาหกรรมครัวเรือนเพื่อลดต้นทุนการผลิตได้

2) รัฐบาลควรส่งเสริมให้เกษตรกรได้มีการปลูกข้าวฟ่างได้อย่างริงจัง ในเขตพื้นที่ที่เหมาะสม ตลอดจนให้การสนับสนุนในทุกปัจจัยที่สำคัญ ตั้งแต่เรื่องตลาด การส่งออก ตลอดจนการนำข้าวฟ่างมาประกอบการในด้านอื่น ๆ โดยเฉพาะให้การสนับสนุนเกี่ยวกับการ

Copyright by Mahidol University

ตลอดจนการนำข้าวฟ่างมาประกอบการในด้านอื่น ๆ โดยเฉพาะให้การสนับสนุนเกี่ยวกับการประกอบการเพื่อการผลิตแป้งข้าวฟ่าง อันเป็นอีกทางเลือก ที่จะพัฒนาเศรษฐกิจภายในประเทศ หากคนไทยหันมาบริโภคแป้งข้าวฟ่างทดแทนแป้งสาลี

3) สามารถนำไปผลิตเพื่อบริโภคในครอบครัว

4) สามารถนำผลผลิตไปแนะนำผู้สนใจ โดยเฉพาะกลุ่มแม่บ้านที่เข้าร่วมโครงการอาชีวศึกษาพัฒนา

Copyright by Mahidol University

รายการอ้างอิง

1. ณรงค์ นิยมวิทย์. ธัญชาติและพืชหัว. กรุงเทพมหานคร : คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2538.
2. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรมวิชาการเกษตร. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี. การปลูกและการใช้ประโยชน์จากข้าวฟ่าง. ม.ป.ท.; ม.ป.ป.
3. ศิวาพร ศิวเวชช, เนื้อทอง วนานุวัช, วิชัย หฤทัยธนาสันต์, กฤษฎา สัมพันธารักษ์. รายงานการวิจัย เรื่อง การศึกษาการใช้ประโยชน์จากแป้งข้าวฟ่างในการทำคุกกี้. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ; 2523.
4. ศิวาพร ศิวเวชช, ผลิตภัณฑ์จากข้าวฟ่าง,เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร : คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2533.
5. จิตธนา แจ่มเมฆ, อรอนงค์ นัยวิกุล, และปริศนา สุวรรณาภรณ์. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2539.
6. พระบรมมหาราชวัง. สำนักงานกลางหอรัษฎากรพิพัฒน์. สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว. เล่ม 14. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานกลางหอรัษฎากรพิพัฒน์ในพระบรมมหาราชวัง ; ม.ป.ป.
7. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2538/39. กรุงเทพมหานคร : ม.ป.ท. ; 2539.
8. กฤษฎา สัมพันธารักษ์. พืชไร่. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : คณะเกษตรมหาวิทยาเกษตรศาสตร์; 2537.
9. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมวิชาการเกษตร สถาบันวิจัยพืชไร่. เอกสารคำแนะนำพันธุ์ข้าวฟ่าง. สุพรรณบุรี : ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ; 2541.
10. ไชยยศ เพชระบูรณิน ,สมศักดิ์ ทองศรี, วิภาวรรณ วิถิวัชระเจริญ เอกสารวิชาการ การปลูกพืชไร่. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร; 2540.
11. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมวิชาการเกษตร สถาบันวิจัยพืชไร่. เอกสารวิชาการการปลูกพืชไร่. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว; 2540.
12. กระทรวงสาธารณสุข. กรมอนามัย. กองโภชนาการ. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทย. กรุงเทพมหานคร : ม.ป.ท. ; 2530.

Copyright by Mahidol University

รายการอ้างอิง (ต่อ)

13. อรอนงค์ นัยวิกุล. ข้าวสาลี : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร : กราฟฟิคแอนด์ปริ้นติ้งเซ็นเตอร์; ม.ป.ป.
14. เกษมศรี อารีย์. การทำดอกไม้แห้งจากช่อข้าวฟ่าง. ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี : ม.ป.ท., ม.ป.ป.
15. อรอนงค์ นัยวิกุล. เอกสารคำสอนวิชาเคมีทางธัญหาร (วทอ 511). กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษศาสตร์; 2538.
16. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรมวิชาการเกษตร. สถาบันวิจัย. ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก. เอกสารประกอบการสัมนาทางวิชาการเรื่องข้าวและธัญพืช เมืองหนาว ; ครั้งที่3. วันที่ 7-8 กุมภาพันธ์ 2534 ; โรงแรมไพลิน จ.พิษณุโลก : ม.ป.ท. ; 2534.
17. เข็มทอง นิ่มจินดา. ทฤษฎีอาหาร ตำรา-เอกสารวิชาการ. ฉบับที่ 81. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การศาสนา กรมการศาสนา กรุงเทพ ; 2538.
18. จิตธนา แจ่มเมฆ, อรอนงค์ นัยวิกุล. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์พิฆเนศ ; 2523.
19. จิตธนา แจ่มเมฆ, อรอนงค์ นัยวิกุล. เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์พิฆเนศ ; 2523.
20. อรวินท์ โทรกี, ประชา บุญญสิริกุล. อาหาร. กรุงเทพมหานคร : สมาคมคหเศรษฐศาสตร์ แห่งประเทศไทย; 2522.
21. ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. ทฤษฎีอาหารหลักการประกอบอาหาร. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ บี เอ ฟ ไอ จำกัด; 2529.
22. ปิยนันท์ อัครพัธน์. ศึกษาการใช้แป้งข้าวฟ่างในการทำคุกกี้เสริมโปรตีน (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร). กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2520.
23. ศิวาพร ศิวเวชช, อาหาร FOOD , กรุงเทพมหานคร: ม.ป.ท. ; 2537.
24. ศิวาพร ศิวเวชช. ผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวฟ่าง. เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร : คณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ; 2533.

Copyright by Mahidol University

รายการอ้างอิง (ต่อ)

25. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรมวิชาการเกษตร. สถาบันวิจัยข้าว. ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก. เอกสารประกอบการสัมนาทางวิชาการ เรียกข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 4. ม.ป.ท. ; 2535.

26. อภิรดี สัจจมงคล, อัครวุฒิ งามเกษม. ปัญหาพิเศษทางเทคโนโลยีอาหาร เรื่องบะหมี่ถั่วมะแฮะ. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2538.

27. วิเชียร วรพุทธพร. ศึกษาการทำวุ้น และซ่าหริ่มจากแป้งถั่วมะแฮะพันธุ์ต่างๆ (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2525.

28. สมชาย ประภาวัต. การใช้ประโยชน์ของถั่วแฮะในการทำคุกกี้. ใน : พิชาญเลิศปันณะพงษ์, บรรณาธิการ. อาหาร. กรุงเทพฯ : 2522.

29. วันดี กฤษณพันธ์. เกล็ดความรู้สมุนไพร. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ มีเดีย พิมพ์ที่ บริษัท ทีพี พริ้นจำกัด ; ม.ป.ป.

30. สิริลักษณ์ สินธวาลัย. ทฤษฎีอาหารหลักการทดลองอาหาร. เล่ม 3. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ; 2522.

31. วันเพ็ญ จิตรเจริญ. หลักการวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. ม.ป.ท. ; 2539.

Copyright by Mahidol University

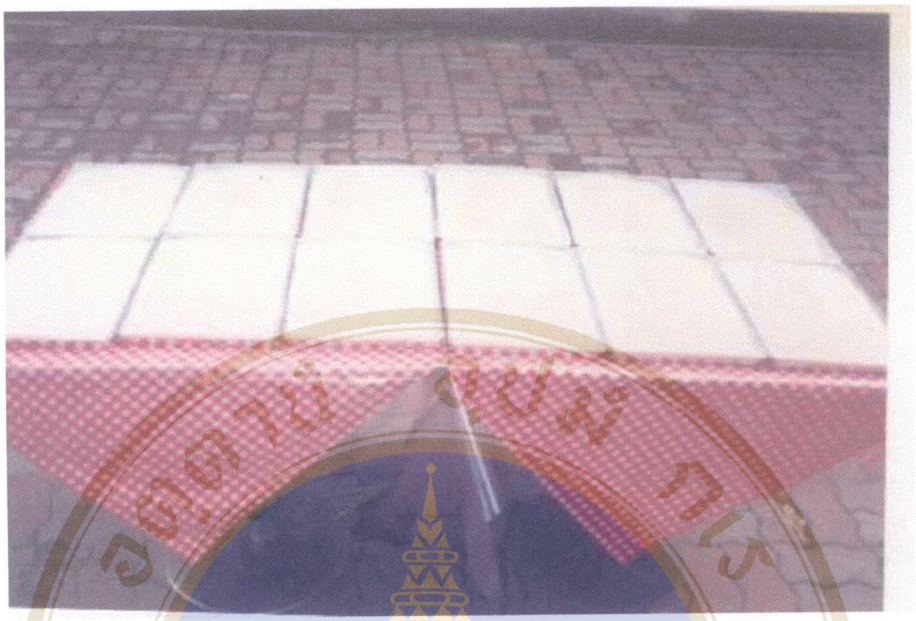
ภาคผนวก ก.

ภาพการเตรียมแป้งข้าวฟ่าง การผลิตและตัวอย่างผลิตภัณฑ์ขนมจากแป้งข้าวฟ่าง

Copyright by Mahidol University

รูปที่ ผ – 1 การเตรียมแป้งข้าวฟ่าง

Copyright by Mahidol University



รูปที่ ผ – 2 การเตรียมแป้งข้าวฟ่าง

รูปที่ ผ – 3 การเตรียมส่วนผสมแป้งข้าวฟ่างกับแป้งสาลีตามอัตราส่วน

Copyright by Mahidol University

รูปที่ ผ – 4 ขั้นการผลิต

รูปที่ ผ – 5 ผลิตภัณฑ์กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

Copyright by Mahidol University

รูปที่ ผ – 6 ผลิตภัณฑ์โดนัท

รูปที่ ผ – 7 ผลิตภัณฑ์ครองแครงกรอบ

Copyright by Mahidol University

รูปที่ ผ – 8 ผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ข.

การเตรียมการทดสอบทางประสาทสัมผัส

Copyright by Mahidol University

ขั้นตอนการเตรียมการทดสอบทางประสาทสัมผัส

วันเพ็ญ จิตรเจริญ ได้กล่าวไว้ในหนังสือหลักการวิเคราะห์และควบคุมคุณภาพอาหารว่า (31)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) นับว่ามีความสำคัญทางอุตสาหกรรมอาหาร และได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในงานวิจัยเพื่อการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ใหม่การประเมินผลิตภัณฑ์ที่ถูกผลิตขึ้น ตลอดจนการศึกษาด้านคุณภาพพื้นฐานของผลิตภัณฑ์ ผู้ดำเนินการวัดค่าทางประสาทสัมผัส จึงควรได้ศึกษาถึงวิธีการเตรียมการทดสอบทางประสาทสัมผัส เพื่อให้สามารถดำเนินการทดสอบได้สะดวกและรวดเร็ว

วิธีการ

1. การเตรียม Master sheet

1.1 การกรอกข้อมูล

Master sheet จะประกอบด้วยข้อมูลสำคัญ คือ วันที่ทดสอบ วิธีการทดสอบ คำอธิบายรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ ชื่อหรือหมายเลขของผู้ทดสอบชิม หมายเลขตัวอย่างอาหารลำดับการเสนอตัวอย่าง เป็นต้น

1.2 การสุ่มหมายเลขตัวอย่างอาหาร

นิยมใช้ตัวเลข 3 ตัว จะสามารถหาได้จากตาราง ก.1 (Table of random number) การเริ่มต้นสุ่มตัวอย่างจากตารางสุ่มไม่มีกฎตายตัว สามารถเริ่มต้นได้จากจุดใดก็ได้ของตาราง อย่างไรก็ตามควรหลีกเลี่ยงตัวเลขคู่ เช่น 122, 333, 499 หรือ ตัวเลข 13 เช่น 213, 313, 413 เพราะผู้ตัดสินอาจให้ความสนใจแก่ตัวเลขเหล่านี้เป็นพิเศษ และนำไปสู่ผลการตัดสินใจที่ผิดพลาดได้

1.3 ลำดับการเสนอตัวอย่างทดสอบ

เนื่องจากผู้ทดสอบชิมมีแนวโน้มที่จะให้คะแนนแก่ตัวอย่างแรกมากกว่าตัวอย่างหลัง ดังนั้นเพื่อลดความลำเอียง ตัวอย่างทดสอบควรถูกนำเสนอต่อผู้ทดสอบชิมตามลำดับตัวอย่างอาหารที่ได้จากตาราง ก.2 (Table of random numbers permutation of nine) ซึ่งจะปรากฏหมายเลข 1 ถึง 9 ถ้ามีตัวอย่างทดสอบเพียง 4 ตัวอย่าง ตัวเลขที่จะเกี่ยวข้องคือ 1 ถึง 4 ซึ่งจะหมายถึงตัวอย่าง A ถึง D ถ้าสุ่มตารางโดยเริ่มจากแถวซ้ายมือสุดลำดับหมายเลขที่ปรากฏเลข 1 ถึง 4 คือ 4, 1, 2 และ 3 ตามลำดับ นั่นหมายถึงผู้ทดสอบชิมคนที่ 1 จะได้รับเสนอตัวอย่างตามลำดับดังนี้ คือ D, A, B และ C โดยทั่วไปนิยมเขียนลำดับการเสริฟตัวอย่างอาหารลงด้านบนของมุมขวามือของหมายเลขตัวอย่างอาหาร

Copyright by Mahidol University

2. การเตรียมแบบประเมินผลทดสอบ (Score sheet)

เป็นแบบฟอร์มที่ถูกเตรียมขึ้นสำหรับผู้ทดสอบชิมแต่ละคน โครงสร้างของ Scoresheet จะประกอบด้วยวิธีการประเมินตัวอย่างอาหาร หมายเลขตัวอย่างอาหารที่ได้จากการสุ่มลำดับการเสนอตัวอย่าง ผู้ทดสอบจะต้องประเมินตัวอย่างทดสอบตามลำดับการเสนอตัวอย่างดังที่ปรากฏบน Score sheet

3. การเตรียมภาชนะทดสอบ (Code Sample containers)

เขียนหมายเลขตัวอย่างอาหารที่ได้จากการสุ่มใน Master sheet ลงบนภาชนะทดสอบสำหรับผู้ทดสอบชิมแต่ละคน สำหรับหมึกหรือปากกาที่จะใช้เขียนหมายเลขตัวอย่างอาหารควรปราศจากกลิ่นรบกวนสมาธิของผู้ทดสอบหรือมีส่วนทำให้กลิ่นรสของอาหารเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้สีของปากกาควรใช้สีเดียวกันตลอดทุกตัวอย่าง เพราะถ้าหากใช้สีแตกต่างกันอาจทำให้มีผลต่อจิตใจของผู้ทดสอบได้

4. การเตรียมโต๊ะทดสอบชิม (Prepare a Table Mark Up)

เตรียมโต๊ะสำหรับวางตัวอย่างอาหาร โดยจำลองแบบมาจาก Master sheet วางภาชนะทดสอบที่ติดหมายเลขตัวอย่างแล้วลงบนโต๊ะ แล้วจึงรินหรือใส่ตัวอย่างอาหารลงในภาชนะให้ถูกต้องตาม Treatment ที่กำหนดควรใช้ตัวอย่างอาหารเหลวและอาหารแข็ง 15 – 20 มิลลิลิตร และ 20 กรัม ตามลำดับ

5. การเตรียมถาดวางภาชนะทดสอบและการเสริฟ (Set Up Trays and Serve)

ตัวอย่างอาหารจะถูกวางลงบนถาดตามลำดับการเสนอตัวอย่างอาหารดังปรากฏใน Score sheet ของผู้ทดสอบชิมแต่ละคน วาง score sheet ลงบนถาดพร้อมแก้วน้ำดื่ม กระดาษเช็ดปาก แล้วจึงเสริฟให้ผู้ทดสอบชิมแต่ละคน ซึ่งจะถูกจัดให้นั่งแยกเป็นอิสระคนละ booth

6. การถอดรหัส และวิเคราะห์ผล (Decode Score Sheets and Determination)

หลังจากที่ผู้ทดสอบชิมได้ประเมินตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลของผู้ทดสอบแต่ละคนจะถูกนำมารวมกัน เพื่อถอดรหัสและให้คะแนน เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติต่อไป

Copyright by Mahidol University

การประเมินคุณภาพอาหาร

แบบ Hedonic Rating Scale

เป็นวิธีการทดสอบแบบหนึ่งของ Aceptability test ใช้ทดสอบหาความรู้สึกของผู้บริโภคแต่ละคนที่มีต่อตัวอย่างทดสอบหรือผลิตภัณฑ์ โดยไม่ต้องการการตัดสินใจของผู้บริโภค

Hedonic scale เป็นวิธีการทดสอบหาการยอมรับของตัวอย่าง โดยตัวอย่างจะถูกนำเสนอพร้อมกัน 1 – 4 ตัวอย่าง ผู้ชิมจะต้องบันทึกขั้นของความชอบและความไม่ชอบต่อตัวอย่างออกมาเป็นคะแนน แบบทดสอบจะต้องอธิบายค่าของคะแนนที่กำหนด การทดสอบจะได้ผลผู้ทดสอบชิมจะต้องชิมและตัดสินทันที โดยไม่ให้มีเวลาในการชั่งน้ำหนักหรือตัดสินใจ เพราะอาจผิดพลาดได้

วิธีการ

1. **การเตรียม Master sheet**

กรอกข้อมูลสำคัญลงบน Master sheet สุ่มหมายเลขตัวอย่างอาหารและลำดับการเสนอตัวอย่างอาหาร

2. **การเตรียม Score sheet**

กรอกข้อมูลสำคัญลงบน Score sheet สำหรับผู้ทดสอบชิมแต่ละคน

3. **การเสนอตัวอย่างอาหาร**

เสริฟถาดตัวอย่างอาหารพร้อม Score sheet ให้ผู้ทดสอบชิมแต่ละคนโดยกำหนดคะแนนให้

1	หมายถึง	ไม่ชอบมาก	2	หมายถึง	ไม่ชอบปานกลาง
3	หมายถึง	ไม่ชอบเล็กน้อย	4	หมายถึง	รู้สึกเฉย ๆ
5	หมายถึง	ชอบเล็กน้อย	6	หมายถึง	ชอบปานกลาง
7	หมายถึง	ชอบมาก			

4. **การแปรผลทดสอบ**

ผลการทดสอบจะถูกนำมาวิเคราะห์ โดยใช้ Analysis of variance หรือ Rank analysis

Copyright by Mahidol University

ตัวอย่าง

Master Sheet

Treatmentที่ 2 ผลิตภัณฑ์โดนัท

A = ใช้อัตราส่วนผสมแป้งข้าวฟ่าง 0 แป้งสาลี 100 วันที่.....

B = ใช้อัตราส่วนผสมแป้งข้าวฟ่าง 25 แป้งสาลี 75 ตัวอย่าง โดนัท

C = ใช้อัตราส่วนผสมแป้งข้าวฟ่าง 50 แป้งสาลี 50 วิธีการทดสอบ - สี

D = ใช้อัตราส่วนผสมแป้งข้าวฟ่าง 75 แป้งสาลี 25 - กลิ่น

E = ใช้อัตราส่วนผสมแป้งข้าวฟ่าง 100 แป้งสาลี 0 - รสชาด

- ลักษณะสัมผัส

- การยอมรับทั่วไป

ทดสอบชิมครั้งที่ 1

หมายเลขผู้ทดสอบ	Treatments				
	A	B	C	D	E
1	870^{3}	270^{5}	983^{4}	317^{2}	362^{1}
2	035^{4}	352^{1}	671^{3}	631^{5}	359^{2}
3	416^{4}	419^{5}	107^{1}	148^{2}	908^{3}
4	436^{1}	540^{4}	864^{5}	638^{2}	579^{3}
5	381^{3}	791^{5}	983^{1}	546^{2}	649^{4}
6	651^{2}	295^{3}	520^{4}	479^{5}	439^{1}
7	618^{4}	597^{5}	943^{1}	804^{2}	718^{3}
8	723^{2}	394^{3}	176^{4}	136^{5}	397^{1}
9	098^{1}	862^{5}	928^{3}	492^{2}	813^{4}
10	758^{1}	716^{5}	594^{2}	297^{4}	854^{3}
11	038^{2}	148^{5}	105^{3}	426^{4}	015^{1}
12	032^{2}	952^{1}	329^{5}	298^{4}	041^{3}
13	018^{4}	271^{3}	328^{5}	349^{2}	836^{1}
14	963^{1}	352^{3}	391^{2}	539^{4}	615^{5}
15	736^{2}	365^{1}	954^{3}	431^{5}	427^{4}
16	763^{5}	409^{4}	075^{1}	038^{3}	734^{2}
17	127^{3}	258^{2}	139^{5}	593^{1}	103^{4}
18	950^{1}	168^{5}	924^{2}	156^{4}	716^{3}
19	405^{2}	751^{3}	803^{4}	574^{1}	735^{5}
20	259^{2}	783^{4}	832^{3}	769^{1}	370^{5}

Copyright by Mahidol University

ตัวอย่าง

Master Sheet

Treatmentที่ 2 ผลิตภัณฑ์โดนัท

A = ใช้อัตราส่วนผสมแป้งข้าวฟ่าง 0 แป้งสาลี 100 วันที่.....

B = ใช้อัตราส่วนผสมแป้งข้าวฟ่าง 25 แป้งสาลี 75 ตัวอย่าง โดนัท

C = ใช้อัตราส่วนผสมแป้งข้าวฟ่าง 50 แป้งสาลี 50 วิธีการทดสอบ - สี

D = ใช้อัตราส่วนผสมแป้งข้าวฟ่าง 75 แป้งสาลี 25 - กลิ่น

E = ใช้อัตราส่วนผสมแป้งข้าวฟ่าง 100 แป้งสาลี 0 - รสชาด

- ลักษณะสัมผัส

- การยอมรับทั่วไป

ทดสอบชิมครั้งที่ 2

หมายเลขผู้ทดสอบ	Treatments				
	A	B	C	D	E
1	870^{5}	270^{3}	983^{4}	317^{2}	362^{1}
2	035^{5}	352^{4}	671^{2}	631^{3}	359^{1}
3	416^{1}	419^{3}	107^{4}	148^{5}	908^{2}
4	436^{5}	540^{2}	864^{4}	638^{1}	579^{3}
5	381^{5}	791^{4}	983^{2}	546^{3}	649^{1}
6	651^{4}	295^{1}	520^{5}	479^{2}	439^{3}
7	618^{1}	597^{4}	943^{3}	804^{5}	718^{2}
8	723^{2}	394^{3}	176^{5}	136^{1}	397^{4}
9	098^{1}	862^{2}	928^{3}	492^{4}	813^{3}
10	758^{1}	716^{4}	594^{3}	297^{2}	854^{5}
11	038^{3}	148^{1}	105^{2}	426^{4}	015^{5}
12	032^{4}	952^{1}	329^{3}	298^{2}	041^{5}
13	018^{4}	271^{5}	328^{1}	349^{2}	836^{3}
14	963^{3}	352^{2}	391^{5}	539^{1}	615^{4}
15	736^{4}	365^{2}	954^{1}	431^{5}	427^{3}
16	763^{2}	409^{4}	987^{3}	431^{5}	075^{1}
17	038^{2}	734^{4}	127^{5}	258^{3}	139^{1}
18	763^{2}	975^{3}	195^{4}	245^{1}	472^{5}
19	631^{5}	745^{3}	107^{1}	153^{2}	138^{4}
20	731^{1}	510^{4}	304^{3}	026^{2}	602^{5}

Copyright by Mahidol University

Master Sheet

Treatmentที่ 2 ผลิตภัณฑ์โดนัท

A = ใช้อัตราส่วนผสมแป้งข้าวฟ่าง 0 แป้งสาลี 100 วันที่.....

B = ใช้อัตราส่วนผสมแป้งข้าวฟ่าง 25 แป้งสาลี 75 ตัวอย่าง โดนัท

C = ใช้อัตราส่วนผสมแป้งข้าวฟ่าง 50 แป้งสาลี 50 วิธีการทดสอบ - สี

D = ใช้อัตราส่วนผสมแป้งข้าวฟ่าง 75 แป้งสาลี 25 - กลิ่น

E = ใช้อัตราส่วนผสมแป้งข้าวฟ่าง 100 แป้งสาลี 0 - รสชาด

- ลักษณะสัมผัส

- การยอมรับทั่วไป

ทดสอบชิมครั้งที่ 3

หมายเลขผู้ทดสอบ	Treatments				
	A	B	C	D	E
1	763^{1}	975^{4}	195^{5}	245^{2}	472^{3}
2	631^{3}	745^{2}	107^{4}	153^{3}	138^{5}
3	731^{5}	510^{4}	304^{2}	026^{1}	602^{3}
4	395^{1}	659^{2}	124^{5}	328^{3}	651^{4}
5	065^{5}	568^{2}	615^{1}	498^{4}	758^{3}
6	745^{3}	728^{5}	109^{1}	381^{2}	078^{4}
7	520^{2}	514^{1}	368^{5}	359^{3}	738^{4}
8	574^{2}	765^{4}	356^{3}	849^{1}	651^{5}
9	512^{2}	716^{5}	982^{1}	621^{3}	981^{4}
10	421^{4}	104^{3}	091^{2}	102^{1}	301^{5}
11	697^{2}	865^{3}	084^{4}	954^{5}	430^{1}
12	981^{2}	936^{5}	215^{3}	827^{1}	146^{4}
13	256^{4}	167^{2}	145^{1}	910^{3}	132^{5}
14	913^{4}	408^{5}	906^{1}	980^{2}	756^{3}
15	918^{1}	830^{3}	021^{2}	842^{4}	647^{5}
16	395^{4}	782^{5}	270^{1}	960^{2}	743^{3}
17	547^{3}	347^{4}	589^{1}	581^{2}	514^{5}
18	870^{3}	270^{5}	983^{4}	317^{2}	362^{1}
19	035^{3}	352^{5}	671^{1}	613^{2}	359^{4}
20	416^{5}	419^{3}	107^{4}	148^{1}	908^{2}

Copyright by Mahidol University

แบบทดสอบชิม

ครั้งที่ .....

หมายเลขผู้ทดสอบ.....

วันที่ .....

ตัวอย่าง .....

ระยะเวลาหลังผลิต.....วัน

กรุณาประเมินตัวอย่างอาหารต่อไปนี้จากซ้ายไปขวา โดยการเขียนหมายเลขตัวอย่างอาหารแต่ละอัน ลงบนช่องที่กำหนดให้ ตามระดับความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ตามที่ท่านชอบ

หมายเลขตัวอย่างอาหาร _____ _____ _____ _____ _____

	สี	กลิ่น	รสชาด	ลักษณะสัมผัส	การยอมรับทั่วไป
ชอบมาก					
ชอบปานกลาง					
ชอบเล็กน้อย					
รู้สึกเฉย ๆ					
ไม่ชอบเล็กน้อย					
ไม่ชอบปานกลาง					
ไม่ชอบมาก					

Copyright by Mahidol University

คะแนนจากผู้ทดสอบ

ผลิตภัณฑ์ที่ 2/1 = 0 ข้าวฟ่าง

ชื่อผลิตภัณฑ์ โดนัท

ทดสอบด้าน สี

ลำดับที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
1	7	7	7	
2	7	7	5	
3	7	7	7	
4	6	7	7	
5	7	3	3	
6	6	5	5	
7	7	7	7	
8	7	7	5	
9	6	6	6	
10	7	7	6	
11	7	7	6	
12	6	7	7	
13	6	5	3	
14	7	7	7	
15	7	7	4	
16	7	7	7	
17	7	7	6	
18	7	7	6	
19	6	7	7	
20	5	7	5	
รวม	132	131	116	126.33

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ค.

ตาราง ค.1 Table of random numbers

Copyright by Mahidol University

ตาราง ก. 1 Table of random numbers

59391	58030	52098	82718	87024	82848	04190
99567	76364	77204	14615	27062	43918	01896
10363	97518	64432	25670	98342	61891	27101
86859	19558	51400	16706	99612	59798	32803
11258	24591	36863	55368	31721	94335	34936
95068	88628	35911	14530	33020	80428	39936
54463	47237	73800	91017	36239	71824	83671
16874	62677	57412	13215	31389	62233	80827
92494	63157	76593	91326	03505	72389	96363
15669	56689	35682	40844	35256	81872	35212
00116	74586	84989	23476	67104	39495	39100
15696	10703	65178	90637	63110	17622	53988
97720	15369	51259	69620	03388	13699	33423
11666	13841	71681	98000	35979	39719	81899
71628	73130	78783	75691	41632	09847	61547
40501	51089	99943	91834	41995	88931	73631
22518	55576	98215	83068	10798	86211	36584
75112	30485	62173	02132	14878	92879	22281
80327	02671	98191	84242	90813	49269	95451
45548	60251	42146	05597	48822	81366	34598
57430	82270	10421	00541	43648	75888	55049
73528	39559	34434	88596	54086	71693	43132
25991	65959	70769	64721	86413	33475	42740
78388	16638	09134	59980	62806	48472	39318
34534	12477	09965	96657	57994	59439	76330

Copyright by Mahidol University

ตาราง ก. 1 (ต่อ

83266	32883	43451	15579	38155	29793	40914
76970	80876	10237	39515	79152	74798	39357
37074	65198	44785	68624	98336	84481	98710
83712	06514	30101	78295	54656	85417	43189
20287	56862	69717	94420	64936	03866	27227
74216	61592	86538	27041	65172	85535	07571
64081	49863	08478	96001	18888	14810	70745
05617	75818	47750	67814	29575	10526	66192
26793	74591	95466	74307	13330	42664	85515
65988	72850	47737	54719	52056	01596	03845
27366	42271	43001	73399	21105	03280	73457
56760	10909	98147	34736	33863	95256	12731
72880	43338	93643	58904	59543	32943	11231
79999	38100	03062	58103	47961	83841	25878
28440	07819	21580	51459	47971	29882	13990

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ง.

ตาราง ก. 2 Table of random numbers – permutations of nine

Copyright by Mahidol University

ตาราง ก. 2 Table of random numbers -- permutations of nine

98119	47634	62128	74824	26316	69967	99242
42293	62781	39637	56945	93661	35153	26837
71926	19563	58873	41611	12194	24228	17798
17455	58857	11765	19452	57975	47815	52523
66834	25245	27285	25299	71782	88679	34114
29662	83196	93516	32777	64843	92581	73375
35341	75918	44949	93188	85428	71742	58486
84787	96479	76491	68563	38259	16396	81659
53578	31322	85352	87336	49537	53434	45961
24814	99952	56378	32381	21148	97297	72848
52498	87383	22131	69919	15466	36866	98794
71675	78536	73495	27778	77622	55159	51263
98581	33164	49769	86257	88255	72928	85426
37137	45775	97913	51435	93913	14312	18975
63226	16691	38586	93132	54874	29581	44112
86349	64849	61622	15644	62331	63645	39681
19752	22217	85847	48893	46597	48774	63557
45963	51428	14254	74566	39789	81433	17339
35951	41886	65455	39863	86891	26531	12772
62737	28622	97774	94399	69615	71386	36396
93289	53491	21397	16212	98532	12463	83527
57693	75743	49661	77747	54358	44124	59263
74862	87515	54246	43585	19779	87859	64959
19144	39259	33113	82151	47924	95624	75934
86518	66168	12838	25974	31147	93998	41141
48426	14937	88522	68628	73483	38217	97468
21345	92374	76989	51436	22226	65776	28685

Copyright by Mahidol University

ตาราง ก. 2 (ต่อ)

46622	22565	57564	62716	48346	22575	78356
32234	77979	61291	19143	19222	98313	54127
25553	66127	89656	47931	84577	46781	43718
14871	33813	48879	33229	37769	79698	38599
91485	98384	23448	75582	95118	67862	82865
57997	15656	36185	56864	21884	53946	61484
78366	84292	74722	28657	76693	84137	99632
63140	49438	15937	81498	52455	31229	17273
29719	51741	92313	84375	63931	15454	25941
85392	17996	58885	38247	84138	71165	44772
72575	99477	91117	93856	77347	82872	29147
51457	72341	72394	47919	62519	34731	82898
96724	46815	23931	75785	95794	15923	57113
48683	28624	46578	52168	11983	99488	61586
64968	51183	64763	19332	33622	27299	73355
27846	64569	85256	81571	49461	58617	95634
19211	35232	19449	26624	58256	66356	18461
33139	83758	37622	64593	26875	43544	36979

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก จ.

ผลการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคและผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 1 กะหรี่พัฟพ์ (ไส้ไก่) การวิเคราะห์ทางด้านสถิติ ของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟพ์ (ไส้ไก่) โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 1 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟพ์ (ไส้ไก่)

หน่วย : คะแนน

ด้านสี ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	132	131	116	379
25	111	111	86	308
50	105	106	89	300
Total	348	348	291	987

ตารางที่ ผ – 2 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟพ์ (ไส้ไก่)

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F - cal
Block	2	722	361	38.69^{**}
Treatment	2	1260.66	630.33	67.55^{**}
Error	4	37.34	9.33	
Total	8	20.20		

CV = 2.78%

$X_1 - X_3 = 126.33 - 100 = 26.33^{**}$

$X_1 - X_2 = 126.33 - 102.66 = 23.67^{**}$

$X_2 - X_3 = 102.66 - 100 = 2.66^{ns}$

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 1 กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) การวิเคราะห์ทางด้านสถิติ ของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 3 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

หน่วย : คะแนน

ด้านกลิ่น ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	128	130	113	371
25	107	109	82	298
50	109	115	82	306
Total	344	354	277	975

ตารางที่ ผ – 4 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F - cal
Block	2	1168.66	584.33	31.29**
Treatment	2	1068.66	534.33	28.61**
Error	4	74.68	18.67	
Total	8	2312		

CV = 3.98%

$X_1 - X_2 = 123.66 - 99 = 24.66^{**}$

$X_1 - X_3 = 123.66 - 102.00 = 21.66^{**}$

$X_3 - X_2 = 102 - 99 = 3^{ns}$

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 1 กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) การวิเคราะห์ทางด้านสถิติ ของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 5 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

หน่วย : คะแนน

รสชาด ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	128	130	96	354
25	102	108	53	263
50	103	117	66	286
Total	333	355	215	903

ตารางที่ ผ – 6 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F - cal
Block	2	3778.66	1889.33	47.62^{**}
Treatment	2	1492.66	746.33	18.81^{**}
Error	4	158.66	39.67	
Total	8	5430		

CV = 6.27%

$X_1 - X_2 = 118 - 87.66 = 30.34^{**}$

$X_1 - X_3 = 118 - 95.33 = 22.67^{*}$

$X_3 - X_2 = 95.33 - 87.66 = 7.67^{ns}$

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 1 กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) การวิเคราะห์ทางด้านสถิติ ของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 7 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

หน่วย : คะแนน

ด้านลักษณะสัมผัส ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	124	120	110	354
25	108	107	85	300
50	97	105	85	287
Total	329	332	280	941

ตารางที่ ผ – 8 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F - cal
Block	2	568.23	284.11	14.86^{**}
Treatment	2	841.56	420.78	22.01^{**}
Error	4	76.44	19.11	
Total	8	1486.23		

CV = 4.18%

$X_1 - X_3 = 118 - 95.66 = 22.34^{**}$

$X_1 - X_2 = 118 - 100 = 18^{**}$

$X_2 - X_3 = 100 - 95.66 = 4.34^{ns}$

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 1 กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) การวิเคราะห์ทางด้านสถิติ ของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่) โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 9 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

หน่วย : คะแนน

ด้านการยอมรับทั่วไป ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	122	124	101	347
25	110	104	64	278
50	105	111	68	284
Total	337	339	233	909

ตารางที่ ผ – 10 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กะหรี่พัฟฟ์ (ไส้ไก่)

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F - cal
Block	2	2450.66	1225.33	23.41^{**}
Treatment	2	974	487	9.30^{**}
Error	4	209.34	52.33	
Total	8	3634		

CV = 7.16%

$X_1 - X_2 = 115.66 - 92.66 = 23^{*}$

$X_1 - X_3 = 115.66 - 94.66 = 21^{*}$

$X_2 - X_3 = 94.66 - 92.66 = 2^{ns}$

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัท การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของผลิตภัณฑ์ โดนัทโดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 11 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ โดนัท

หน่วย : คะแนน

ด้านสี ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	137	131	133	401
25	119	115	113	347
50	98	97	108	303
75	85	87	80	252
100	88	74	74	236
Total	527	504	508	1539

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ผ – 12 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ โดนัท

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F - cal
Block	2	60.40	30.20	1.16^{ns}
Treatment	4	6171.60	1542.90	59.45^{**}
Error	8	207.60	25.90	
Total	14	6439.60		

CV = 4.96%

X_1-X_5 = 133.66 – 78 = 55.66^{**}

X_1-X_4 = 133.66 –84 = 49.66^{**}

X_2-X_5 = 115.66 – 78 = 37.66^{**}

X_1-X_3 = 133.66-101 = 32.66^{**}

X_2-X_4 = 115.66-84 = 31.66^{**}

X_3-X_5 = 101-78 = 23^{**}

X_1-X_2 = 133.66-115.66 = 18^{**}

X^3-X^4 = 101-84 = 17^{**}

X^2-X^3 = 115.66- 101 =14.66^{*}

X^4-X^5 = 84-78 = 6^{ns}

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัท การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของผลิตภัณฑ์ โดนัท โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 13 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ โดนัท

หน่วย : คะแนน

ด้านกลิ่น ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	127	122	124	373
25	119	117	111	347
50	112	100	114	326
75	103	99	93	295
100	89	91	80	260
Total	550	529	522	1601

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ผ – 14 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ โดนัท

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F - cal
Block	2	84.94	42.47	1.72^{ns}
Treatment	4	2599.60	649.90	26.47^{**}
Error	8	196.40	24.55	
Total	14	2880.94		

CV = 4.64%

X_1-X_5 = 124.33-86.66 = 37.67^{**}

X_2-X_5 = 115.66-86.66 = 29^{**}

X_1-X_4 = 124.33-98.33 = 26^{**}

X_3-X_5 = 108.66-86.66 = 22^{**}

X_2-X_4 = 115.66-98.33 = 17.33^{**}

X_1-X_3 = 124.33-108.66 = 15.67^{**}

X_4-X_5 = 98.33-86.66 = 11.67^{*}

X_3-X_4 = 108.66-98.33 = 10.33^{*}

X_1-X_2 = 124.33-115.66 = 8.67^{ns}

X_2-X_3 = 115.66-108.66 = 7^{ns}

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัท การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของผลิตภัณฑ์ โดนัท โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 15 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ โดนัท

หน่วย : คะแนน

ด้านรสชาด ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	132	126	121	379
25	121	118	115	354
50	104	102	116	322
75	96	81	80	257
100	70	75	71	216
Total	523	502	503	1528

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ผ – 16 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ โดนัท

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F – cal
Block	2	56.14	28.07	0.72^{ns}
Treatment	4	6129.74	1532.43	39.31^{**}
Error	8	311.86	38.98	
Total	14	6497.74		

CV = 6.12%

X_1-X_5 = 126.33-72 = 54.33^{**}

X_2-X_5 = 118-72 = 46^{**}

X_1-X_4 = 126.33-85.66 = 40.67^{**}

X_3-X_5 = 107-72 = 35^{**}

X_2-X_4 = 118-85.66 = 32.34^{**}

X_3-X_4 = 107-85.66 = 21.34^{**}

X_1-X_3 = 126.33 –107 = 19.33^{*}

X_4-X_5 = 85.66-72 = 13.66^{*}

X_2-X_3 = 118-107 = 11^{ns}

X_1-X_2 = 126.33-118 = 8.33^{ns}

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัท การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของผลิตภัณฑ์ โดนัท โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 17 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ โดนัท

หน่วย : คะแนน

ด้านลักษณะสัมผัส ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	121	123	114	358
25	119	108	111	338
50	97	98	104	299
75	98	94	86	278
100	102	79	82	263
Total	537	502	497	1536

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ผ – 18 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ โดนัท

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F - cal
Block	2	190	95	2.26^{ns}
Treatment	4	2134.26	533.56	12.73^{**}
Error	8	335.34	41.91	
Total	14	2659.6		

CV = 6.32%

X_1-X_5 = 119.33-87.66 = 31.67^{**}

X_1-X_4 = 119.33-92.66 = 26.67^{**}

X_2-X_5 =112.66-87.66 = 25^{**}

X_2-X_4 = 112.66-92.66 = 20^{**}

X_1-X_3= 119.33-99.66 = 19.67^{**}

X_2-X_3 = 112.66-99.66 = 13^{**}

X_3-X_5 = 99.66-87.66 = 12^{ns}

X_3-X_4 = 99.66-92.66 = 7^{ns}

X_1-X_2 = 119.33-112.66 = 6.67^{ns}

X_4-X_5 = 92.66-87.66 = 5^{ns}

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 2 โดนัท การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของผลิตภัณฑ์ โดนัท โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 19 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ โดนัท

หน่วย : คะแนน

ด้านการยอมรับทั่วไป ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	132	126	122	380
25	122	117	113	352
50	105	100	115	320
75	102	95	85	282
100	85	82	77	244
Total	546	520	512	1578

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ผ – 20 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ โดนัท

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F - cal
Block	2	126.40	63.20	1.94^{ns}
Treatment	4	3915.73	978.93	30.09^{**}
Error	8	260.27	32.53	
Total	14	4302.40		

CV = 5.42%

X_1-X_5 = 126.66-81.33 = 45.33^{**}

X_2-X_5 = 117.33-81.33 = 36^{**}

X_1-X_4 = 126.66-94 = 32.66^{**}

X_3-X_5 = 106.66-81.33 = 25.33^{**}

X_2-X_4= 117.33-94 = 23.33^{**}

X_1-X_3 = 126.66-106.66 = 20^{**}

X_4-X_5 = 94 - 81.33 = 12.67^{*}

X_3-X_4 = 106.66-94 = 12.66^{*}

X_2-X_3 = 117.33-106.66 = 10.67^{ns}

X_1-X_2 = 126.66-117.33 = 9.33^{ns}

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบ การวิเคราะห์ทางด้านสถิติ ของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 21 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ

หน่วย : คะแนน

ด้านสี ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	115	117	126	358
25	104	118	116	338
50	95	103	96	294
75	84	68	79	231
Total	398	406	417	1221

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ผ – 22 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F - cal
Block	2	45.5	22.75	0.44^{ns}
Treatment	3	3164.91	1054.97	20.42^{**}
Error	6	309.84	51.64	
Total	11	3520.25		

CV = 7.06%

X_1-X_4 = 119.33-77 = 42.33^{**}

X_2-X_4 = 112.66-77 = 35.66^{**}

X_1-X_3= 119.33-98 = 21.33^{*}

X_3-X_4 = 98-77 = 21^{*}

X_2-X_3 = 112.66-98 = 14.66^{*}

X_1-X_2 = 119.33-112.66 = 6.67^{ns}

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบ การวิเคราะห์ทางด้านสถิติ ของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 23 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ

หน่วย : คะแนน

ด้านกลิ่น ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	102	114	116	332
25	101	113	104	318
50	102	89	94	285
75	79	79	79	237
Total	384	395	393	1172

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ผ – 24 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F - cal
Block	2	17.17	8.58	0.19^{ns}
Treatment	3	1782	594	13.63^{**}
Error	6	261.50	43.58	
Total	11	2060.67		

CV = 6.75%

X_1-X_4 =110.66-79 = 31.66^{**}

X_2-X_4 = 106-79 = 27^{**}

X_3-X_4= 95-79 = 16^{*}

X_1-X_3 = 110.66-95 = 15.66^{*}

X_2-X_3 = 106-95 = 11^{ns}

X_1-X_2 = 110.66-106 = 4.66^{ns}

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบ การวิเคราะห์ทางด้านสถิติ ของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 25 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ

หน่วย : คะแนน

ด้านรสชาด ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	110	118	119	347
25	105	123	110	338
50	94	87	86	267
75	65	71	70	206
Total	374	399	385	1158

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ผ – 26 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F - cal
Block	2	78.5	39.25	1.16^{ns}
Treatment	3	4379	1459.66	43.46^{**}
Error	6	201.5	33.58	
Total	11	4659		

CV = 6.00%

X_1-X_4 = 115.66-68.66 = 47^{**}

X_2-X_4 = 112.66-68.66 = 44^{**}

X_1-X_3= 115.66-89 = 26.66^{**}

X_2-X_3 = 112.66-89 = 23.66^{**}

X_3-X_4 = 89-68.66 = 20.34^{**}

X_1-X_2 = 115.66-112.66 = 3^{ns}

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบ การวิเคราะห์ทางด้านสถิติ ของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 27 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ

หน่วย : คะแนน

ด้านลักษณะสัมผัส ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	115	108	112	335
25	100	112	117	329
50	101	92	91	284
75	85	86	74	245
Total	401	398	394	1193

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ผ – 28 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F - cal
Block	2	6.17	3.08	0.05^{ns}
Treatment	3	1778.25	592.75	11.09^{**}
Error	6	320.50	53.41	
Total	11	2104.92		

CV = 7.35%

X_1-X_4 = 111.66-81.66 = 30^{**}

X_2-X_4 = 109.66-81.66 = 28^{**}

X_1-X_3= 111.66-94.66 = 17^{*}

X_2-X_3 = 109.66-94.66 = 15^{*}

X_3-X_4 = 94.66-81.66 = 13^{ns}

X_1-X_2 = 111.66-109.66 = 2^{ns}

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 3 ครองแครงกรอบ การวิเคราะห์ทางด้านสถิติ ของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 29 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ

หน่วย : คะแนน

ด้านการยอมรับทั่วไป ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	111	120	119	350
25	114	116	109	339
50	101	91	94	286
75	78	78	78	234
Total	404	405	400	1209

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ผ – 30 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ ครองแครงกรอบ

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F - cal
Block	2	3.50	1.75	0.08^{ns}
Treatment	3	2850.91	950.30	46.04^{**}
Error	6	123.84	20.64	
Total	11	2978.25		

CV = 4.50%

X_1-X_4 = 116.66-78 = 38.66^{**}

X_2-X_4 = 113-78 = 35^{**}

X_1-X_3= 116.66-95.33 = 21.33^{**}

X_2-X_3 = 113-95.33 = 17.67^{**}

X_3-X_4 = 95.33-78 = 17.33^{**}

X_1-X_2 = 116.66-113 = 3.66^{ns}

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 4 กลีบลำดวน การวิเคราะห์ทางด้านสถิติ ของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 31 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

หน่วย : คะแนน

ด้านสี ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	138	138	133	409
25	118	120	113	351
50	97	109	106	312
75	83	75	97	255
100	68	51	71	190
Total	504	493	520	1517

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ผ – 32 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F - cal
Block	2	73.74	36.87	0.55^{ns}
Treatment	4	9564.4	2391.10	36.25^{**}
Error	8	527.6	65.95	
Total	14	10165.74		

CV = 8.03%

X_1-X_5 = 136.33-63.33 = 73 **

X_2-X_5 = 117-63.33 = 53.67**

X_1-X_4 = 136.33-85 = 51.33**

X_3-X_5 = 104-63.33 = 40.67**

X_1 -X_3= 136.33 - 104 = 32.33**

X_2-X_4 = 117-85 = 32 **

X_4-X_5 = 85-63.33 = 21.67*

X_1-X_2 = 136.33-117 = 19.33*

X_3-X_4 = 104-85 = 19 *

X_2-X_3 = 117-104 = 13^{ns}

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 4 กลีบลำดวน การวิเคราะห์ทางด้านสถิติ ของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 33 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

หน่วย : คะแนน

ด้านกลิ่น ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	121	125	135	381
25	106	98	109	313
50	107	114	105	326
75	73	63	83	219
100	66	59	58	183
Total	473	459	490	1422

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ผ – 34 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F – cal
Block	2	96.40	48.20	1.08^{ns}
Treatment	4	8814.06	2203.51	49.80^{**}
Error	8	353.94	44.24	
Total	14	9264.40		

CV = 7.01%

X_1-X_5 = 127-61 = 66^{**}

X_1-X_4 = 127-73 = 54^{**}

X_3-X_5 = 108.66-61 = 47.66^{**}

X_2-X_5 = 104.33-61 = 43.33^{**}

X_3-X_4 = 108.66-73 = 35.66^{**}

X_2-X_4 = 104.33-73 = 31.33^{*}

X_1-X_2 = 127-104.33 = 22.67^{**}

X_1-X_3 = 127-108.66 = 18.34^{*}

X_4-X_5 = 73-61 = 12^{ns}

X_3-X_2 = 108.66-104.33 = 4.33^{ns}

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 4 กลีบลำดวน การวิเคราะห์ทางด้านสถิติของผลิตภัณฑ์กลีบลำดวน โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 35 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

หน่วย : คะแนน

ด้านรสชาด ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	127	130	127	384
25	111	113	116	340
50	101	102	90	293
75	78	60	78	216
100	65	54	57	176
Total	482	459	468	1409

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ผ – 36 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F – cal
Block	2	53.74	26.87	0.64^{ns}
Treatment	4	9826.94	2456.73	58.80^{**}
Error	8	334.26	41.78	-
Total	14	10214.94		

CV = 6.88%

X_1-X_5 = 128-58.66 = 69.34^{**}

X_1-X_4 = 128-72 = 56^{**}

X_2-X_5 = 113.33-58.66 = 54.67^{**}

X_2-X_4 = 113.33-72 = 41.33^{**}

X_3-X_5 = 97.66-58.66 = 39^{**}

X_1-X_3 = 128-97.66 = 30.34^{**}

X_3-X_4 = 97.66-72 = 25.66^{**}

X_2-X_3 = 113.33-97.66 = 15.67^{*}

X_1-X_2 = 128-113.33 = 14.67^{*}

X_4-X_5 = 72-58.66 = 13.34^{*}

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 4 กลีบลำดวน การวิเคราะห์ทางด้านสถิติ ของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 37 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

หน่วย : คะแนน

ด้านลักษณะสัมผัส	ซ้ำ			Total
ร้อยละ	1	2	3	
0	124	128	122	374
25	124	126	105	355
50	107	108	104	319
75	104	101	85	290
100	93	81	77	251
Total	552	544	493	1589

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ผ – 38 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F – cal
Block	2	409.74	204.87	7.01^{ns}
Treatment	4	3259.60	814.90	27.90^{**}
Error	8	233.60	29.20	
Total	14	3902.94		

CV = 5.10%

X_1-X_5 = 124.66-83.66 = 41^{**}

X_2-X_5 = 118.33-83.66 = 34.67^{**}

X_1-X_4 = 124.66-96.66 = 28^{**}

X_3-X_5 = 106.33-83.66 = 22.67^{**}

X_2-X_4 = 118.33- 96.66 = 21.67^{**}

X_1-X_3 = 124.66-106.33 = 18.33^{**}

X_4-X_5 = 96.66-83.66 = 13^{**}

X_2-X_3 = 118.33-106.33 = 12^{*}

X_3-X_4 = 106.33-96.66 = 9.67^{ns}

X_1-X_2 = 124.66-118.33 = 6.33^{ns}

Copyright by Mahidol University

คะแนนการยอมรับของผู้ทดสอบ ในผลิตภัณฑ์ที่ 4 กลีบลำดวน การวิเคราะห์ทางด้านสถิติ ของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน โดยวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ด้วย Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และหาความแตกต่างของแต่ละสูตรด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ตารางที่ ผ – 39 คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

หน่วย : คะแนน

ด้านการยอมรับทั่วไป ร้อยละ	ซ้ำ			Total
	1	2	3	
0	125	125	124	374
25	117	108	109	334
50	101	108	96	305
75	80	70	73	223
100	63	51	76	190
Total	486	462	478	1426

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ ผ – 40 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของผลิตภัณฑ์ กลีบลำดวน

ANOVA

SOV	df.	SS	MS	F – cal
Block	2	59.74	29.87	0.55^{ns}
Treatment	4	7863.6	1965.90	36.78^{**}
Error	8	427.6	53.45	
Total	14	8350.94		

CV = 7.69 %

X_1-X_5 =124.66-63.33 = 61.33^{**}

X_1-X_4 = 124.66-74.33 = 50.33^{**}

X_2-X_5 = 111.33-63.33 = 48^{**}

X_3-X_5 = 101.66-63.33 = 38.33^{**}

X_2-X_4 = 111.33-74.33 = 37^{**}

X_3-X_4 = 101.66- 74.33 = 27.33^{**}

X_1-X_3 = 124.66-101.66 = 23^{**}

X_1-X_2 = 124.66-111.33 = 13.33^{ns}

X_4-X_5 = 74.33-63.33 = 11^{ns}

X_2-X_3 = 111.33-101.66 = 9.67^{ns}

หมายเหตุ ** หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ P<0.01

* หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ P<0.05

ns หมายถึง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ P>0.05

Copyright by Mahidol University

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวมัลลิกา อาจแย้มสรวล
วัน เดือน ปีเกิด	23 กุมภาพันธ์ 2502
สถานที่เกิด	จังหวัดสมุทรปราการ ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล), พ.ศ. 2524 – 2526 คหกรรมศาสตรบัณฑิต คศ.บ. (ผ้าและเครื่องแต่งกาย) มหาวิทยาลัยมหิดล, พ.ศ. 2539 – 2544 วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	พ.ศ. 2534 – ปัจจุบัน วิทยาลัยอาชีวศึกษาสระบุรี กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ตำแหน่ง : อาจารย์ 2 ระดับ 7

Copyright by Mahidol University