

บทที่ 4
ผลและอภิปรายผล

1. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบ

1.1 ข้าวโพดไร่ฝักสด พันธุ์ NK 48

จากการตรวจสอบคุณภาพของข้าวโพดไร่ฝักสด พันธุ์ NK 48 ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่จะนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวตัง พบว่า คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 27.58 โปรตีน ร้อยละ 3.76 ไขมัน ร้อยละ 0.96 เถ้า ร้อยละ 0.76 โยอาหาร ร้อยละ 3.54 ความชื้น ร้อยละ 66.94 พลังงานจากไขมัน 8.64 กิโลแคลลอรี่ ต่อ 100 กรัม และพลังงานทั้งหมด 134.00 กิโลแคลลอรี่ ต่อ 100 กรัม ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 คุณภาพทางเคมี ข้าวโพดไร่ฝักสดพันธุ์ NK 48

คุณภาพทางเคมี	ข้าวโพดไร่ฝักสดพันธุ์ NK 48
คาร์โบไฮเดรต(ร้อยละ)	27.58
โปรตีน(ร้อยละ)	3.76
ไขมัน(ร้อยละ)	0.96
เถ้า(ร้อยละ)	0.76
โยอาหาร(ร้อยละ)	3.54
ความชื้น(ร้อยละ)	66.94
พลังงานจากไขมัน(Kcal/100g)	8.64
พลังงานทั้งหมด(Kcal/100g)	134.00

ที่มา ; รายงานผลการทดสอบ จาก ห้องปฏิบัติการกลาง(ประเทศไทย)จำกัด (2552)

1.2 แป้งข้าวโพดไร่

จากการตรวจสอบคุณภาพของแป้งข้าวโพดไร่ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่จะนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ พบว่ามีค่า a_w เท่ากับ 0.39 มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 8.86 โปรตีน ร้อยละ 9.59 ไขมัน ร้อยละ 5.09 เถົา ร้อยละ 1.40 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 75.06 และใยอาหาร ร้อยละ 1.01 พลังงานจากไขมัน 45.81 กิโลแคลลอรี่ ต่อ 100 กรัม พลังงานทั้งหมด 384.41 กิโลแคลลอรี่ ต่อ 100 กรัม

ตารางที่ 12 คุณภาพทางกายภาพและเคมี ของแป้งข้าวโพดไร่

คุณภาพ	แป้งข้าวโพดไร่
ค่าคุณภาพทางกายภาพ	
- ค่า a_w	0.39 ± 0.34
ค่าคุณภาพทางเคมี	
- ความชื้น (ร้อยละ)	8.86
- โปรตีน (ร้อยละ)	9.59
- ไขมัน (ร้อยละ)	5.09
- เถົา (ร้อยละ)	1.40
- คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	75.06
- ใยอาหาร	1.01
- พลังงานจากไขมัน(Kcal/100g)	45.81
- พลังงานทั้งหมด(Kcal/100g)	384.41

ที่มา ; รายงานผลการทดสอบ จาก ห้องปฏิบัติการกลาง(ประเทศไทย)จำกัด (2552)

1.3 ข้าวหอมมะลิ

จากการตรวจสอบคุณภาพองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณข้าวหอมดอกมะลิ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่จะนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวตัง พบว่า มีค่า a_w เท่ากับ 0.23 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 77.76 โปรตีน ร้อยละ 8.26 ไขมัน ร้อยละ 0.89 เถົา ร้อยละ 0.27 ใยอาหาร ร้อยละ 0.71 และความชื้น ร้อยละ 12.16 ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 คุณภาพวัตถุดิบข้าวหอมมะลิ

คุณภาพทางเคมี	ผลการทดสอบ
ค่าคุณภาพทางกายภาพ	
- ค่า a_w	0.23 ± 0.22
ค่าคุณภาพทางเคมี	
- คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	77.76 ± 0.15
- โปรตีน (ร้อยละ)	8.26 ± 0.29
- ไขมัน (ร้อยละ)	0.89 ± 0.44
- เถ้า (ร้อยละ)	0.27 ± 0.11
- ใยอาหาร (ร้อยละ)	0.71 ± 0.31
- ค่าความชื้น (ร้อยละ)	12.16 ± 0.53

2. ดำรวจตลาดผลิตภัณฑ์ข้าวโพดที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ผลการสำรวจตลาดผลิตภัณฑ์จากข้าวโพด ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดในจังหวัดลพบุรี ได้แก่ ร้านค้าชุมชน ร้านค้า OTOP ห้างสรรพสินค้า Big C และ Tesco Lotus พบว่า ผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดมี 17 ผลิตภัณฑ์ พบว่าผลิตภัณฑ์ส่วนมากเป็นขนมขบเคี้ยว ชนิดข้าวโพดอบกรอบ ข้าวโพดปรุงรส 8 ชนิด โดยจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของข้าวโพดเป็นหลัก มีส่วนประกอบอยู่ร้อยละ 20-95 ราคา 20-35 บาท บรรจุภัณฑ์ส่วนมากจะเป็นถุงออลูมิเนียมฟรอยด์ ปากถุงปิดสนิททั้งบนและล่าง ผลิตในประเทศไทย ผลิตภัณฑ์ข้าวโพดประเภทชุบ มี 2 ชนิด ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์นำเข้าจากประเทศมาเลเซีย มีปริมาณข้าวโพด ร้อยละ 20-50 ราคา 45-66 บาท บรรจุภัณฑ์เป็นกระป๋อง นอกจากนี้ยังมีข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง มีส่วนผสมข้าวโพดร้อยละ 60 มีผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องดื่ม น้ำนมไวตามิลค์ น้ำนมถั่วเหลืองผสมข้าวโพด ร้อยละ 3 บรรจุกระป๋อง UHT และมีผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดที่ต้องเอามาแปรรูปก่อนรับประทาน ได้แก่ เมล็ดข้าวโพดดิบ สำหรับป๊อปปอร์น ใช้เมล็ดข้าวโพดร้อยละ 70 บรรจุในถุงกระดาษซับมันห่อหุ้มด้วยพลาสติก ปิดด้านบนถุง ราคา 30 บาท และผลิตภัณฑ์แป้งข้าวโพด ซึ่งใช้ข้าวโพด ร้อยละ 100 บรรจุในถุง 200 กรัม รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดที่จำหน่ายในท้องตลาด

ผู้ผลิต	ผลิตภัณฑ์	ปริมาณ (กรัม)	ราคา (บาท)	ส่วนประกอบโดย ประมาณ (ร้อยละ)	
1. บริษัท อ่าวไทย ฟู้ดโปรดักส์ จำกัด 388/8 ถ. เศรษฐกิจ 1 ตงท่าไม้ อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร 74110	ป๊อปโปะ	80	20	ข้าวโพด	56
	ข้าวโพดแผ่นทอด			ข้าวเจ้า	20
	กรอบปรุงรส			น้ำมันพืช	18
				เครื่องปรุงรส	6
2.บริษัท อาหารยอดคุณ จำกัด เลขที่ 99 หมู่ 2 ถนนนิมิตใหม่มีนบุรี กรุงเทพฯ	ข้าวโพดกรอบ คอนเน้	62	20	แป้งข้าวโพด	90
				น้ำมันปาล์ม	6
				เครื่องปรุงรส	2
				น้ำตาล	1
3.บริษัท กวางโจวมิกหวานฟู้ดส์ จำกัด ถนนชินหยวน มณฑลกวางตุ้ง สาธารณรัฐประชาชนจีน นำเข้าและจำหน่ายโดย : บริษัท เบอร์ลี่ ยุคเกอร์ ฟู้ดส์ จำกัด เลขที่ 225/10 หมู่ 1 ถ.เทพารักษ์ อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ 10540	ข้าวหอมญี่ปุ่นอบกรอบ รสคอร์นชีส ตรา โคโซะ	56	20	ข้าวหอมญี่ปุ่น	80
				น้ำมันพืช	16
				เครื่องปรุงรสกลิ่น คอร์ชีสแต่งกลิ่น	
				เล็ยนธรรมชาติ	4

ตารางที่ 14 ผลผลิตกันท์จากข้าวโพดที่จำหน่ายในท้องตลาด (ต่อ)

ผู้ผลิต	ผลิตภัณฑ์	ปริมาณ (กรัม)	ราคา (บาท)	ส่วนประกอบโดย ประมาณ (ร้อยละ)	
4.บริษัท เป๊ปซี่-โคล่า (ไทย) เทรดดิ้ง จำกัด 99/9-10 ถ.หุบเปอร์ไฮเวย์เชียงใหม่ หมู่ 11 ต.อุโมงค์ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 51150	ทวิสตี้ออร์น	32	10	แป้งสาลี	36
	รสข้าวโพด			น้ำมันพืช	32
				ข้าวโพด	20
				แป้งมันสำปะหลัง	6
				เครื่องปรุงรส	6
5.กลุ่มออมทรัพย์ ข้าวโพดทอดกรอบ อ.ท่าหลวง จ.ลพบุรี	ข้าวโพดทอดกรอบ	-	35	-	-
	กรอบ มัน อร่อย				
6.กลุ่มข้าวโพดทอดกรอบ 175 หมู่ 4 ต.หัวลำ อ.ท่าหลวง จ.ลพบุรี	ข้าวโพดทอดกรอบ	-	35	ข้าวโพด	95
	น้ำผึ้ง			ซอสเค็ม	3
				รสดี	2
7.ผลิตภัณฑ์อาหารไทย 3/24 หมู่ 2 ต.ตลาดขวัญ อ.เมือง นนทบุรี 11000	นุศรา ขนมไทย 118	-	20	ข้าวโพด	80
	ข้าวโพดอบเนย			น้ำมันพืช	5
	รสนม			เกลือ	1
				น้ำตาล	10
				ซอสผง	2
8.บริษัท ดิง เฮง ฟู้ด โปรดส์ จำกัด 285 หมู่ 18 ต.เจดียง อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000	มาย มาย	240	50	ข้าวกล้องมะลิขาวเพาะงอก	
	เส้นหมี่ข้าวโพด			ข้าวกล้องเมล็ดเล็กเพาะงอก	
	ผสมข้าวกล้อง			ข้าวกล้องข้าวเหนียวเพาะงอก	
	เพาะงอก			เมล็ดข้าวโพด	

ตารางที่ 14 ผลผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดที่จำหน่ายในท้องตลาด (ต่อ)

ผู้ผลิต	ผลิตภัณฑ์	ปริมาณ (กรัม)	ราคา (บาท)	ส่วนประกอบโดย ประมาณ (ร้อยละ)	
9.บริษัท แคมเบลล์ ของซาน (เอ็ม) เอสดีเอ็น บีเอสดี รัฐซารังงอ ประเทศมาเลเซีย	ซูปข้าวโพดกิ่งสำเร็จ ตราแคมเบลล์		48	ข้าวโพด	20
				ครีม	25
				น้ำตาล	10
10.บริษัท ยูนิลีเวอร์ ไทยเทรดดิ้งจำกัด ส่วนประกอบ 18 ไทยพาณิชย์ ปาร์ค พลาซ่า อาคาร 1 ชั้น 10 ถ.รัชดาภิเษก เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900	แป้งข้าวโพด ตราคนอร์	200	20	แป้งข้าวโพด	100
				มีซัลไฟต์ใน	
11.บริษัท เจนเนอรัลมิลล์ จำกัด เมืองไอโอวา สหรัฐอเมริกา	เมล็ดข้าวโพดดิบ กลั่นเนย สำหรับ ไมโครเวฟ ตรา ป็อบซีเคร็ต	99	45	เมล็ดข้าวโพด	70
				น้ำมันถั่วเหลือง	
				ผ่านกรรมวิธี	25
				เกลือ	3
				เจือสีธรรมชาติ และแต่งกลิ่นสังเคราะห์	
12.บริษัท เคลลือก (ประเทศไทย) จำกัด	แผ่นข้าวโพดอบกรอบ ตราเคลลือกส์	150	45	ข้าวโพด	88.0
				น้ำตาล	7.0
13. 60 หมู่ 4 นิคมอุตสาหกรรม อีสเทิร์นซีบอร์ด ต.ปลวกแดง อ.ปลวกแดง จ.ระยอง 21140	คอร์นเฟลกส์			มอลต์สกัด	3.0
				เกลือ	1.9
				วิตามิน	0.09
				ธาตุเหล็ก	0.01

ตารางที่ 14 ผลผลิตจากข้าวโพดที่จำหน่ายในท้องตลาด (ต่อ)

ผู้ผลิต	ผลิตภัณฑ์	ปริมาณ (กรัม)	ราคา (บาท)	ส่วนประกอบโดย ประมาณ (ร้อยละ)	
14.บริษัท กรีนสปอต จำกัด 2 ซ.รังสิต- นครนายก 46	ไวตามินัลค์	110 (ชม).	20	น้ำมันถั่วเหลือง	93
	โลว์ซูการ์			น้ำตาล	3.25
	น้ำมันถั่วเหลือง			น้ำมันข้าวโพด	3
15.ประชาติปัทม์ รัชบุรี ปทุมธานี 12130	น้ำมันถั่วเหลืองผสม		20	น้ำมันถั่วเหลือง	0.5
	น้ำมันข้าวโพดยูเอชที			แคลเซียมและ	
				แร่ธาตุผสม	0.2
				วิตามินรวมและ	
				เกลือแร่	0.018
16.บริษัท ริเวอร์แคว อินเตอร์เนชั่นแนล อุตสาหกรรมอาหาร จำกัด 99 ถ.ท่าน้ำต้น- เขาปูน หมู่ 1 ต.แก่งเสี้ยน อ.เมือง จ.กาญจนบุรี	ข้าวโพดหวาน	135	26	ข้าวโพด	83.82
	ชนิดเมล็ด ตรา			น้ำ	15.86
	ทดสอบดี			เกลือ	0.32
17.บริษัท ริเวอร์แคว อินเตอร์เนชั่นแนล อุตสาหกรรมอาหาร จำกัด 99 ถ.ท่าน้ำต้น- เขาปูน หมู่ 1 ต.แก่งเสี้ยน อ.เมือง จ.กาญจนบุรี	ข้าวโพดหวาน	425	18	ข้าวโพดหวาน	60
	ชนิดเมล็ด ตรา			น้ำ	34
	ทดสอบดี			เกลือ	3
				แป้งข้าวโพด	2
				เกลือ	1
18.บริษัท แคมลล์ ของซาน (เอ็ม) เอสดีเอ็น บีเอสดี รัฐราชวัง ประเทศมาเลเซีย	ซูบข้าวโพด	305	47	ข้าวโพด	50.8
	ผสมเห็ดชนิด			เห็ด	13.99
	เข้มข้น			แป้งสาลี	2.27
				น้ำมันข้าวโพด	1.8
				เกลือ	1.5

3. ผลการสร้างแนวความคิดและการคัดเลือกผลิตภัณฑ์

3.1 การสร้างแนวคิดผลิตภัณฑ์จากข้าวโพด

จากการสร้างแนวคิดผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เช่น ตำราอาหาร วารสารอาหาร เว็บไซต์ หรือการสำรวจผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาด สามารถรวบรวมแนวคิดผลิตภัณฑ์ได้ทั้งหมด 57 ผลิตภัณฑ์ ซึ่งประกอบด้วยผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดไร่ที่เป็นอาหารคาว อาหารหวาน ขนมอบ ผลิตภัณฑ์พวกเส้น แป้ง ขนมขบเคี้ยว ไอศกรีม เครื่องดื่ม และโยเกิร์ต โดยมีรายละเอียดดังนี้

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1. เล็กข้าวโพด | 30. คุกกี้ข้าวโพด |
| 2. ลูกกึ่งข้าวโพด | 31. ข้าวโพดในน้ำเชื่อม |
| 3. ขนมปังข้าวโพด | 32. แยมข้าวโพด |
| 4. มัฟฟินข้าวโพด | 33. ซุปข้าวโพด |
| 5. พายไส้ข้าวโพด | 34. ซุปข้าวโพดอัดก้อน |
| 6. ทาร์ตข้าวโพด | 35. โจ๊กข้าวโพด |
| 7. รัญชีซอว์แดงผสมข้าวโพด | 36. น้ำสลัดข้าวโพด |
| 8. ข้าวโพดอบพอง | 37. แผ่นกึ่งข้าวโพด |
| 9. ข้าวเกรียบข้าวโพด | 38. เส้นก๊วยเตี๋ยวข้าวโพด |
| 10. แครกเกอร์ข้าวโพด | 39. น้ำมันข้าวโพด |
| 11. ป๊อปคอร์น | 40. เนยข้าวโพด |
| 12. ข้าวตังข้าวโพด | 41. ทอดมันข้าวโพด |
| 13. ขนมอบกรอบขึ้นรูปผสมข้าวโพด | 42. ไส้กรอกข้าวโพด |
| 14. ขาไก่ผสมข้าวโพด | 43. ลูกชิ้นข้าวโพด |
| 15. ข้าวโพดอบเนยชนิดแห้ง | 44. โปรตีนเกษตรข้าวโพด |
| 16. ลูกอมข้าวโพด | 45. น้ำพริกข้าวโพด |
| 17. ข้าวโพดกวนห่อ | 46. ขนมปังฝรั่งเศสแป้งข้าวโพด |
| 18. ข้าวโพดทอดกรอบปรุงรส | 47. เล็กแป้งข้าวโพด |
| 19. ข้าวโพดเคลือบน้ำตาล | 48. คุกกี้แป้งข้าวโพด |
| 20. ข้าวโพดเหลืองปรุงรส | 49. โดนัทแป้งข้าวโพด |
| 21. ข้าวโพดอบเนย | 50. ขนมปังแป้งข้าวโพด |
| 22. แป้งข้าวโพด | 51. วัฟเฟิลแป้งข้าวโพด |
| 23. แผ่นกึ่งแป้งข้าวโพด | 52. พายแป้งข้าวโพด |

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| 24. เส้นก๋วยเตี๋ยวแป้งข้าวโพด | 53. ทาร์ตแป้งข้าวโพด |
| 25. น้ํานมข้าวโพด | 54. ขนมอบกรอบขึ้นรูปแป้งข้าวโพด |
| 26. น้ํานมข้าวโพดเข้มข้น | 55. ขนมขาไก่แป้งข้าวโพด |
| 27. นมเปรี้ยวข้าวโพด | 56. ข้าวเกรียบแป้งข้าวโพด |
| 28. โยเกิร์ตข้าวโพด | 57. แครกเกอร์แป้งข้าวโพด |
| 29. ไอศกรีมข้าวโพด | |

3.2 การกลั่นกรองแนวคิดผลิตภัณฑ์จากข้าวโพด

จากการสร้างแนวความคิดผลิตภัณฑ์จากข้าวโพด ทำการกลั่นกรองโดยวิธี Sequential Screening โดยกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการกลั่นกรอง จำนวน 5 ปัจจัย ได้แก่ ความเป็นไปได้ทางเทคนิค ความยากง่ายในการผลิต มีข้าวโพดไร่เป็นส่วนผสมหลัก และมีอายุการเก็บมากกว่า 2 สัปดาห์ กลั่นกรองผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเกณฑ์ในทุกปัจจัย จะได้ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 29 ผลิตภัณฑ์ แสดงดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การกลั่นกรองแนวคิดผลิตภัณฑ์จากข้าวโพด

ผลิตภัณฑ์	ความเป็นไปได้ทางเทคนิค	ความยากง่ายในการผลิต	มีข้าวโพดเป็นส่วนผสมหลัก	มีอายุการเก็บมากกว่า 2 สัปดาห์	สรุปผล
1. เค้กข้าวโพด	T	T	F		ไม่ผ่าน
2. ลูกก๊วยข้าวโพด	T	T	F		ไม่ผ่าน
3. ขนมปังข้าวโพด	T	T	F		ไม่ผ่าน
4. มัฟฟินข้าวโพด	T	T	F		ไม่ผ่าน
5. พายไส้ข้าวโพด	T	T	F		ไม่ผ่าน
6. ทาร์ตข้าวโพด	T	T	F		ไม่ผ่าน
7. ัญชีซอสดแต่งผสมข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
8. ข้าวโพดอบพอง	T	T	T	T	ผ่าน
9. ข้าวเกรียบข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
10. แครกเกอร์ข้าวโพด	T	T	F		ไม่ผ่าน

ตารางที่ 15 การกลั่นกรองแนวคิดผลิตภัณฑ์จากข้าวโพด (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	ความเป็นไปได้ทางเทคนิค	ความยากง่ายในการผลิต	มีข้าวโพดเป็นส่วนผสมหลัก	มีอายุการเก็บมากกว่า 2 สัปดาห์	สรุปผล
11. ป๊อปคอร์น	T	T	T	T	ผ่าน
12. ข้าวตังข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
13. ขนมอบกรอบขึ้นรูปผสมข้าวโพด	F				ไม่ผ่าน
14. ขาไก่ผสมข้าวโพด	T	T	F		ไม่ผ่าน
15. ข้าวโพดอบเนยชนิดแห้ง	F				ไม่ผ่าน
16. ลูกอมข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
17. ข้าวโพดกวนห่อ	T	T	T	T	ผ่าน
18. ข้าวโพดทอดกรอบปรุงรส	T	T	T	T	ผ่าน
19. ข้าวโพดเหลืองปรุงรส	T	T	T	T	ผ่าน
20. ข้าวโพดอบเนย	T	T	T	T	ผ่าน
21. ป๊อปคอร์น	T	T	T	T	ผ่าน
22. ข้าวตังข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
23. ขนมอบกรอบขึ้นรูปผสมข้าวโพด	F				ไม่ผ่าน
24. ขาไก่ผสมข้าวโพด	T	T	F		ไม่ผ่าน
25. ข้าวโพดอบเนยชนิดแห้ง	F				ไม่ผ่าน
26. ลูกอมข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
27. ข้าวโพดกวนห่อ	T	T	T	T	ผ่าน

ตารางที่ 15 การกลั่นกรองแนวคิดผลิตภัณฑ์จากข้าวโพด (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	ความเป็นไปได้ทางเทคนิค	ความยากง่ายในการผลิต	มีข้าวโพดเป็นส่วนผสมหลัก	มีอายุการเก็บมากกว่า 2 สัปดาห์	สรุปผล
28. ข้าวโพดทอดกรอบปรุงรส	T	T	T	T	ผ่าน
29. ข้าวโพดเหลืองปรุงรส	T	T	T	T	ผ่าน
30. ข้าวโพดอบเนย	T	T	T	T	ผ่าน
31. แป้งข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
32. แผ่นกึ่งแข็งข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
33. เส้นก๋วยเตี๋ยวแป้งข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
34. น้มนมข้าวโพด	T	T	T	F	ไม่ผ่าน
35. น้มนมข้าวโพดเข้มข้น	T	T	T	T	ผ่าน
36. นมเปรี้ยวข้าวโพด	T	T	T	F	ไม่ผ่าน
37. โยเกิร์ตข้าวโพด	T	T	T	F	ไม่ผ่าน
38. ไอศกรีมข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
39. วุ้นข้าวโพด	T	T	T	F	ไม่ผ่าน
40. ข้าวโพดในน้ำเชื่อม	T	T	T	T	ผ่าน
41. โจ๊กข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
42. น้ำสลัดข้าวโพด	T	T	T	F	ไม่ผ่าน
43. แผ่นกึ่งแข็งข้าวโพด	T	T	F		ไม่ผ่าน
44. เส้นก๋วยเตี๋ยวข้าวโพด	T	T	F		ไม่ผ่าน
45. น้ำมันข้าวโพด	F				ไม่ผ่าน
46. เนยข้าวโพด	T	T	F		ไม่ผ่าน
47. ทอดมันข้าวโพด	T	T	T	F	ไม่ผ่าน
48. ใส้กรอกข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
49. ลูกชิ้นข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน

ตารางที่ 15 การกลั่นกรองแนวคิดผลิตภัณฑ์จากข้าวโพด (ต่อ)

ผลิตภัณฑ์	ความเป็นไปได้ทางเทคนิค	ความยากง่ายในการผลิต	มีข้าวโพดส่วนผสมหลัก	มีอายุการเก็บมากกว่า 2 สัปดาห์	สรุปผล
50. โปรตีนเกษตรข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
51. น้ำพริกข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
52. ขนมปังฝรั่งเศสแข็งข้าวโพด	T	T	T	F	ไม่ผ่าน
53. เค้กแข็งข้าวโพด	T	T	T	F	ไม่ผ่าน
54. ลูกกึ่งแข็งข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
55. โดนัทแข็งข้าวโพด	T	T	T	F	ไม่ผ่าน
56. ขนมปังแข็งข้าวโพด	T	T	T	F	ไม่ผ่าน
57. วัฟเฟิลแข็งข้าวโพด	T	T	T	F	ไม่ผ่าน
58. พายแข็งข้าวโพด	T	T	T	F	ไม่ผ่าน
59. ทาร์ตแข็งข้าวโพด	T	T	T	F	ไม่ผ่าน
60. ขนมอบกรอบขึ้นรูปแข็งข้าวโพด	F				ไม่ผ่าน
61. ขนมขาไก่แข็งข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
62. ข้าวเกรียบแข็งข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
63. แครกเกอร์แข็งข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
64. ขนมปังแข็งข้าวโพด	T	T	T	F	ไม่ผ่าน
65. วัฟเฟิลแข็งข้าวโพด	T	T	T	F	ไม่ผ่าน
66. พายแข็งข้าวโพด	T	T	T	F	ไม่ผ่าน
67. ทาร์ตแข็งข้าวโพด	T	T	T	F	ไม่ผ่าน
68. ขนมอบกรอบขึ้นรูปแข็งข้าวโพด	F				ไม่ผ่าน
69. ขนมขาไก่แข็งข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
70. ข้าวเกรียบแข็งข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน
71. แครกเกอร์แข็งข้าวโพด	T	T	T	T	ผ่าน

จากการกลั่นกรองแนวคิดผลิตภัณฑ์ โดยวิธี Sequential Screening จะได้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 29 ผลิตภัณฑ์ ดังนี้

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| 1. ัญชพีชอัดแท่งผสมข้าวโพด | 16. ไอศกรีมข้าวโพด |
| 2. ข้าวโพดอบพอง | 17. ข้าวโพดในน้ำเชื่อม |
| 3. ข้าวเกรียบข้าวโพด | 18. แยมข้าวโพด |
| 4. ป๊อปคอร์น | 19. ซุปข้าวโพด |
| 5. ข้าวตังข้าวโพด | 20. ซุปข้าวโพดอัดก้อน |
| 6. ลูกอมข้าวโพด | 21. โจ๊กข้าวโพด |
| 7. ข้าวโพดกวนห่อ | 22. ไส้กรอกข้าวโพด |
| 8. ข้าวโพดทอดกรอบปรุงรส | 23. ลูกชิ้นข้าวโพด |
| 9. ข้าวโพดเคลือบน้ำตาล | 24. โปรตีนเกษตรข้าวโพด |
| 10. ข้าวโพดเหลืองปรุงรส | 25. น้ำพริกข้าวโพด |
| 11. ข้าวโพดอบเนย | 26. ลูกกึ่งแป้งข้าวโพด |
| 12. แป้งข้าวโพด | 27. ขนมขาไก่แป้งข้าวโพด |
| 13. แผ่นกึ่งเยวแป้งข้าวโพด | 28. ข้าวเกรียบแป้งข้าวโพด |
| 14. เส้นก๋วยเตี๋ยวแป้งข้าวโพด | 29. แครกเกอร์แป้งข้าวโพด |
| 15. น้านมข้าวโพดเข้มข้น | |

แล้วนำมาหาข้อสรุปผลิตภัณฑ์โดยการอภิปรายกลุ่ม (Focus group) กับผู้ร่วมอภิปรายที่มีความสนใจและชื่นชอบการรับประทานข้าวโพดและผลิตภัณฑ์จากข้าวโพด จำนวน 12 คน เพื่อคัดเลือกให้ได้ผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวโพดไร่ จำนวน 1 ผลิตภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดไร่ฝักสด จำนวน 2 ผลิตภัณฑ์ ผลจากการอภิปรายกลุ่มสามารถหาข้อสรุปผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดได้ดังนี้

ผลิตภัณฑ์จากแป้งข้าวโพดไร่ จำนวน 1 ผลิตภัณฑ์ คือ ข้าวเกรียบข้าวโพดที่มีใยอาหารสูง
ผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดฝักสด จำนวน 2 ผลิตภัณฑ์ คือ น้ำพริกข้าวโพด และข้าวตังข้าวโพดไร่

ผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดไร่เสริมสมุนไพร

1.สำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดไร่เสริมสมุนไพร

ทำการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค โดยการออกแบบสอบถามกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย ที่มีอายุตั้งแต่ 18 – 60 ปี ในจังหวัดลพบุรี จำนวน 100 คน เพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค สำหรับชนิดสมุนไพรเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรก และชนิดบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม กับน้ำพริกนรกข้าวโพดไร่เสริมสมุนไพร

จากการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งมีอายุระหว่าง 18-60 ปี พบว่า ผู้บริโภคเป็นเพศชาย ร้อยละ 61.8 และเพศหญิง ร้อยละ 38.2 อายุระหว่าง 36-40 ปี ร้อยละ 32.8 ซึ่งประกอบอาชีพข้าราชการ ร้อยละ 31.9 จบการศึกษาในระดับปริญญาตรี ร้อยละ 37.3 และมีรายได้ 5,000 – 10,000 บาท ร้อยละ 45.1

พฤติกรรมการบริโภคน้ำพริกของผู้บริโภคและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำพริก พบว่า ส่วนใหญ่รับประทานน้ำพริกมากกว่า 2 - 3 ครั้ง/สัปดาห์ ร้อยละ 36.5 มีรสเผ็ดปานกลาง และแห้งร้อน ร้อยละ 48.7 ซื้อจากตลาดสด ร้อยละ 47.5 ขนาดบรรจุ 100 กรัม ราคา 30 บาท เหตุผลที่เลือกซื้อเพราะมีคุณค่าทางโภชนาการ ร้อยละ 26.4 บรรจุภัณฑ์ที่เลือกจะเป็นขวดพลาสติก ร้อยละ 45 สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดไร่เสริมสมุนไพร ผู้บริโภคเห็นด้วย ร้อยละ 100 น้ำพริกนรกปลาได้รับความนิยมมากที่สุด ร้อยละ 52 และเลือกสมุนไพรที่จะเสริมในน้ำพริกคือ ใบมะกรูด ร้อยละ 35.0 และตะระไคร้ ร้อยละ 27.7 แสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามในการสำรวจผู้บริโภค จำนวน 100 คน ในจังหวัดลพบุรี

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ร้อยละ
เพศ	
-ชาย	61.8
-หญิง	38.2
อายุ	
-น้อยกว่า 20 ปี	4.1
-20 - 25 ปี	17.1
-26 - 30 ปี	10.5
-31 - 35 ปี	15.2
-36 - 40 ปี	32.8
-41 - 45 ปี	7.3
-46 - 50 ปี	8.5
-55 - 60 ปี	4.5
ระดับการศึกษา	
-ต่ำกว่ามัธยมศึกษา	23.9
-มัธยมศึกษา	20.1
-อนุปริญญา	15.7
-ปริญญาตรี	37.3
-สูงกว่าปริญญาตรี	3.0
อาชีพ	
-นักเรียน/นักศึกษา	17.1
-ข้าราชการ	31.9
-รัฐวิสาหกิจ	10.5
-พนักงานบริษัทเอกชน	3.5
-ธุรกิจส่วนตัว	28.4
-อื่นๆ	8.6

ตารางที่ 16 ข้อมูลความคิดเห็นและพฤติกรรมความต้องการการบริโภคผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรก(ต่อ)

พฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรก	ร้อยละ
รายได้ต่อเดือน	
-น้อยกว่า 5,000 บาท	17.9
-5,000 - 10,000 บาท	45.1
-10,001 - 15,000 บาท	15.5
-มากกว่า 15,000 บาท	21.5
การรับประทานน้ำพริก	
- มากกว่า 2 - 3 ครั้ง/สัปดาห์	36.5
- 2-3 ครั้ง/สัปดาห์	32.7
-1 - 2 ครั้ง/สัปดาห์	17.5
- น้อยกว่า 1 ครั้ง/สัปดาห์	0
- แล้วยแต่โอกาส	13.3
ลักษณะน้ำพริกที่ชอบ	
-มีรสชาติเผ็ดจัดจ้าน และแห้งร้อน	32.4
-มีรสชาติเผ็ดปานกลาง และแห้งร้อน	48.7
-มีรสชาติเผ็ดน้อยและแห้งร้อน	18.9
สถานที่เลือกซื้อน้ำพริกนรก	
-ตลาดสด	47.5
-ร้านค้าชุมชน OTOP	15.3
-ร้านขายน้ำพริก	16.1
-ร้านสะดวกซื้อ	10
-ซูเปอร์มาร์เกต	10.1
-ร้านค้าริมทาง/ถนน	1.0

ตารางที่ 16 ข้อมูลความคิดเห็นและพฤติกรรมความต้องการการบริโภคผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรก(ต่อ)

พฤติกรรมกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรก	ร้อยละ
ขนาดบรรจุของน้ำพริก	
-50 กรัม (ขนาดเล็ก)	35.2
-100 กรัม (ขนาดกลาง)	50
-200 กรัม (ขนาดใหญ่)	12.9
-อื่นๆ (ถุงแบ่งขาย)	1.9
ราคาน้ำพริก (บาท)	
-20	31.5
- 30	32.5
- 35	25.0
- 40	6.1
- 45	2.9
- 50	2.0
เหตุผลสำคัญในการตัดสินใจซื้อน้ำพริกนรก	
-ความแปลกใหม่	9.6
- มีคุณค่าทางโภชนาการ	26.4
- รสชาติดี	23.1
-ราคา	22.0
-บรรจุภัณฑ์	10.0
-เก็บไว้ได้นาน	8.9
ภาชนะบรรจุสำหรับน้ำพริกนรก	
-ขวดแก้ว	30
- กระจกพลาสติก	45
- ถุงพลาสติกแบบปิดสนิททั้ง 4 ด้าน	15
-ถุงพลาสติกแบบปิดปากถุงด้านบน	10

ตารางที่ 16 ข้อมูลความคิดเห็นและพฤติกรรมความต้องการการบริโภคผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรก (ต่อ)

พฤติกรรมกรบริโภคผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรก	ร้อยละ
ผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกที่ท่านเคยรับประทาน	
-น้ำพริกนรกกุ้ง	45
-น้ำพริกนรกปลา	52
-น้ำพริกนรกแมงดา	2.5
-อื่นๆ	0.5
ความสนใจในการทำน้ำพริกนรกเสริมสมุนไพร	
ชนิดสมุนไพรที่ชื่นชอบ	
-ตะไคร้	27.7
-ขิงอ่อน	20.3
-ขมิ้น	5.2
-ไพล	11.8
-ใบมะกรูด	35.0

2. การคัดเลือกสูตรน้ำพริกนรกข้าวโพดสูตรพื้นฐาน

ทำการรวบรวมสูตรน้ำพริกนรก จากหนังสือ ตำราต่างๆมา 3 สูตร โดยเลือกสูตรที่มีส่วนผสมใกล้เคียงกันมากที่สุด นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบชิม จำนวน 30 คน โดยทำการคัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบในคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส ความชอบรวม โดยให้คะแนน 1 ชอบน้อยที่สุด 9 ชอบมากที่สุด คัดเลือกสูตรที่ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบสูงสุด ทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดในแต่ละคุณลักษณะดังกล่าวนำมาพัฒนาสูตรต่อไป

จากการศึกษาคุณภาพของน้ำพริกนรกสูตรพื้นฐาน ทำการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังนี้

คุณภาพทางกายภาพทั้ง 3 สูตร มีค่า a_w เท่ากับ 0.32 -0.44 น้ำพริกนรกทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ด้านความชื้น พบว่าน้ำพริกนรกสูตรที่ 3 มีปริมาณความชื้น เท่ากับ 1.07 และความชื้น เท่ากับ 0.58 มิลลิกรัมมาโลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมของน้ำพริกนรกสูตรที่ 3 (6.78- 7.90 คะแนน) มากกว่าน้ำพริกนรกสูตรอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมีและทางประสาทสัมผัส ของน้ำพริกนรกสูตรพื้นฐาน

ผลวิเคราะห์คุณภาพ	น้ำพริกนรกสูตร		
	1	2	3
ด้านกายภาพ			
ค่า a_w	0.32±0.06 ^b	0.31 ±0.06 ^a	0.44 ±0.06 ^c
ด้านเคมี			
ความชื้น(ร้อยละ)	1.15 ±0.06 ^b	1.66 ±0.24 ^c	1.07±0.24 ^a
ความชื้น (มิลลิกรัมมาโลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม)	2.19 ±0.04 ^c	1.10 ±0.31 ^b	0.58±0.50 ^a
ลักษณะทางประสาทสัมผัส			
ลักษณะปรากฏ	6.45 ±0.30 ^a	6.23 ±0.11 ^a	6.78 ±0.21 ^b
สี	6.88 ±0.44 ^a	7.80 ±0.22 ^b	7.88 ±0.32 ^b
กลิ่น	7.08 ±0.11 ^a	7.78 ±0.34 ^b	7.90 ±0.21 ^b
รสชาติ	6.68 ±0.21 ^a	6.87 ±0.12 ^a	7.54 ±0.11 ^b
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.21 ±0.61 ^a	6.55 ±0.26 ^a	7.10 ±0.24 ^b
ความชอบรวม	6.74 ±0.14 ^a	6.70 ±0.25 ^a	7.08 ±0.31 ^b

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน ในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ดังนั้นจึงเลือกน้ำพริกนรกสูตรที่ 3 ซึ่งมีส่วนผสม คือ ปลาแห้งป่น ร้อยละ 51.7 กระเทียม ร้อยละ 16.0 มะขามเปียก ร้อยละ 8.1 เกลือ ร้อยละ 2.2 น้ำตาลปีบ ร้อยละ 3.8 น้ำตาลทราย ร้อยละ 3.8 พริก ร้อยละ 8.7 เป็นสูตรที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการศึกษาการเติมข้าวโพดในผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรก

3. การศึกษาปริมาณข้าวโพดในน้ำพริกนรกข้าวโพดไร่

ศึกษาคุณภาพ คุณลักษณะของน้ำพริกนรกข้าวโพดสูตรพื้นฐาน ทำการศึกษาปริมาณข้าวโพดที่เหมาะสมโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) โดยแบ่งปริมาณข้าวโพดร้อยละ 20, 30, 40 และ 50 ของสูตรพื้นฐานน้ำพริกนรก ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 18 การศึกษาปริมาณข้าวโพดของผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรก

ส่วนผสม	ปริมาณข้าวโพดไร่ (ร้อยละ)			
	20	30	40	50
ปลาป่น	41.3	36.2	31.0	25.8
ข้าวโพดไร่	20.0	30.0	40.0	50.0
พริกป่น	7.0	6.1	5.2	4.4
กระเทียม	17.4	15.3	13.1	10.9
มะขามเปียก	6.5	5.7	4.9	4.1
เกลือ	1.8	1.5	1.3	1.1
น้ำตาลปีบ	3.0	2.7	2.3	1.9
น้ำตาลทราย	3.0	2.7	2.3	1.9

นำมาทดสอบคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคจำนวน 30 คน แสดงดังตารางที่ 19

ผลการทดสอบด้านกายภาพ คือ ค่า a_w พบว่ามีค่าระหว่าง 0.41 – 0.58 ที่ปริมาณข้าวโพดร้อยละ 30 มีค่า a_w น้อยที่สุดเท่ากับ 0.41 แต่ไม่มีความแตกต่างกับปริมาณข้าวโพดร้อยละ 20 และ 40 แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับปริมาณร้อยละ 50 เมื่อพิจารณาแล้วพบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกป่นแห้ง (มผช.130/2546) สามารถให้มีค่า a_w ไม่เกิน 0.6

ผลการทดสอบด้านเคมี พบว่า ค่าความชื้นมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 1.55- 1.63 โดยปริมาณความชื้นที่ข้าวโพด ร้อยละ 40 มีค่าความชื้นน้อยสุด และไม่มีมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับปริมาณข้าวโพด ร้อยละ 20, 30 และ 40 ส่วนค่าความหืนพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 1.12- 1.26 มิลลิกรัมมาโลติไฮด์ต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่มีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยค่าความหืนของปริมาณข้าวโพดร้อยละ 20 มีค่าความหืนน้อยสุด คือ 1.12 มิลลิกรัมมาโลติไฮด์ต่อกิโลกรัม

ด้านลักษณะปรากฏ ผู้บริโภคริโกลให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับน้ำพริกนรก ที่มีปริมาณข้าวโพด ร้อยละ 30 มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.82 รองลงมาคือ ปริมาณข้าวโพด ร้อยละ ร้อยละ 20, 40 และ 50 ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะสัดส่วนขององค์ประกอบต่าง ๆ และปริมาณข้าวโพดที่ใส่ต่างกัน โดยปริมาณข้าวโพด ร้อยละ 20 กับร้อยละ 30 และ ปริมาณข้าวโพดร้อยละ 40 กับร้อยละ 50 ไม่มีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

สำหรับด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และด้านกลิ่น รสชาติ ปริมาณข้าวโพดทั้งหมดไม่มีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ด้านสี ผู้บริโภคริโกลให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับน้ำพริกนรก ที่มีปริมาณข้าวโพด ร้อยละ 30 มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.38 และไม่มีมีความแตกต่างกับข้าวโพดร้อยละ 40 แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับน้ำพริกนรกที่มีปริมาณข้าวโพด ร้อยละ 20 และ 50

ด้านความชอบโดยรวม ผู้บริโภคริโกลให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับน้ำพริกนรกที่มีปริมาณข้าวโพด ร้อยละ 30 มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.50 รองลงมาคือ ร้อยละ 50 และไม่มีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งมีความแตกต่างกันกับข้าวโพด ร้อยละ 20 และ 40

ผลการทดสอบค่าคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าผู้บริโภคริโกลให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมโดยให้คะแนนความชอบระหว่าง ร้อยละ 7.10 -7.82 พบว่าอยู่ในระดับที่ชอบปานกลางซึ่งคะแนนความชอบของน้ำพริกนรกข้าวโพดที่มีปริมาณข้าวโพด ร้อยละ 30 มีคุณลักษณะโดยทั้งหมดที่ผู้บริโภคริโกลให้คะแนนซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับน้ำพริกนรกข้าวโพด ที่มีปริมาณข้าวโพด ร้อยละ 20, 40 และ 50

ดังนั้นน้ำพริกนรกที่มีปริมาณข้าวโพด ร้อยละ 30 จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกป่นแห้ง (มผช.130/2546) และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ที่ผู้บริโภคริโกลยอมรับมากที่สุด ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 การทดสอบ คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส น้ำพริกนรกสูตรพื้นฐานที่มีปริมาณข้าวโพด ร้อยละ 20, 30, 40 และ 50

การทดสอบคุณภาพ	ปริมาณข้าวโพด (ร้อยละ)			
	20	30	40	50
ด้านกายภาพ				
ค่า a_w	0.43 ± 0.32^a	0.41 ± 0.42^a	0.48 ± 0.14^a	0.58 ± 0.54^b
ด้านเคมี				
ความชื้น(ร้อยละ) ^{ns}	1.60 ± 0.34	1.58 ± 0.11	1.55 ± 0.55	1.63 ± 0.65
ความหืน ^{ns} (มีลลิกรัมมาโลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม)	1.20 ± 0.21	1.16 ± 0.43	1.21 ± 0.54	1.26 ± 0.76
ด้านประสาทสัมผัส				
ลักษณะปรากฏ	7.80 ± 0.41^b	7.82 ± 0.21^b	7.56 ± 0.56^a	7.60 ± 0.76^a
ลักษณะเนื้อสัมผัส ^{ns}	7.03 ± 0.33	7.11 ± 0.78	7.10 ± 0.97	7.13 ± 0.43
สี	7.01 ± 0.42^a	7.38 ± 0.13^c	7.32 ± 0.15^c	7.21 ± 0.54^b
กลิ่น ^{ns}	7.22 ± 0.57	7.35 ± 0.94	7.11 ± 0.65	7.02 ± 0.72
รสชาติ ^{ns}	7.20 ± 0.63	7.26 ± 0.31	7.25 ± 0.55	7.19 ± 0.50
ความชอบโดยรวม	$7.11^a \pm 0.17$	7.50 ± 0.87^c	7.21 ± 0.97^b	7.30 ± 0.32^b

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4. การศึกษาคุณลักษณะและองค์ประกอบทางเคมีของน้ำพริกนรกข้าวโพดไร่

คุณลักษณะของน้ำพริกนรกข้าวโพดไร่ ซึ่งอ้างอิงจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกป่นแห้ง (มผช.130/2546) ลักษณะโดยทั่วไปของน้ำพริกนรกข้าวโพดสูตรพื้นฐานพบว่า มีการกระจายตัวของส่วนประกอบอย่างสม่ำเสมอ มีสีตามธรรมชาติของน้ำพริกป่นแห้ง ส่วนประกอบที่ใช้มีความสม่ำเสมอสำหรับกลิ่นและรสชาติของส่วนประกอบที่ใช้และปราศจากกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน

ตารางที่ 20 ส่วนผสมน้ำพริกนรกข้าวโพดไร่

ส่วนผสม	จำนวน (ร้อยละ)
ปลาป่น	36.2
ข้าวโพดไร่	30.0
กระเทียม	6.1
มะขามเปียก	15.3
เกลือ	5.7
น้ำตาลบี๊ป	1.5
น้ำตาลทราย	2.7
พริกป่น	2.7

จากการศึกษาคุณลักษณะของน้ำพริกนรกข้าวโพด คุณลักษณะโดยทั่วไป มีลักษณะแห้งกรอบ ส่วนผสมของน้ำพริกนรกข้าวโพดไร่มีความสม่ำเสมอ มีสีแดงออกส้มและมีสีของส่วนผสมที่ใช้พวก กระเทียม หอมแดง ข้าวโพด และมีกลิ่นของส่วนผสมที่ใส่ลงไป มีรสชาติของข้าวโพดและส่วนผสมต่าง ๆ ที่ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับ รวีวรรณ พรหมเจริญ (2545) ที่ศึกษาลักษณะทางกายภาพของน้ำพริกนรกลักษณะน้ำพริกเป็นผงแห้ง โดยคุณลักษณะเหล่านี้นำมาเป็นคุณลักษณะพื้นฐานในการที่จะทำการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพรต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 การศึกษาคุณลักษณะของน้ำพริกนรกข้าวโพด

คุณลักษณะ	น้ำพริกนรกข้าวโพด
ลักษณะโดยทั่วไป	มีลักษณะแห้งร่วน มีการกระจายตัวของส่วนผสมพวก กระเทียม หอมแดง ข้าวโพด อย่างสม่ำเสมอ มีสีแดงออกส้มและมีสีของส่วนผสมที่ใช้พวก กระเทียม หอมแดง และข้าวโพด มีรสชาติกลมกล่อมของส่วนผสม

ผลการทดสอบองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดสูตรพื้นฐาน พบว่าความชื้น ร้อยละ 10.10 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 55.0 โปรตีน ร้อยละ 12.13 ไขมัน ร้อยละ 7.21 กากอาหาร ร้อยละ 10.22 เถ้า ร้อยละ 5.34 และพลังงานทั้งหมดเท่ากับ 333.41 กิโลแคลอรีดังแสดงในตารางที่ 21

ตารางที่ 21 การทดสอบองค์ประกอบทางเคมีของน้ำพริกนรกข้าวโพด

องค์ประกอบทางเคมี	น้ำพริกนรกข้าวโพด
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	55.00 ± 2.08
โปรตีน (ร้อยละ)	12.13 ± 1.14
ไขมัน (ร้อยละ)	7.21 ± 1.02
กากอาหาร (ร้อยละ)	10.22 ± 1.20
เถ้า (ร้อยละ)	5.34 ± 0.43
ความชื้น (ร้อยละ)	10.10 ± 0.73
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	333.41 ± 0.31

3. ศึกษาปริมาณสมุนไพรในผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร

จากน้ำพริกนรกข้าวโพด นำมาศึกษาการเติมสมุนไพร เพื่อให้มีสรรพคุณทางยา บรรเทาอาการท้องอืด แน่นเพื่อ ขับลมในลำไส้ ช่วยเจริญอาหาร ลดความดันโลหิต โดยใช้สมุนไพรที่ได้จากการสอบถามผู้บริโภค 2 ชนิดที่ได้รับคะแนนสูงสุด พบว่า ผู้บริโภคให้ความสนใจที่จะเสริมสมุนไพรลงในน้ำพริก ร้อยละ 100 สมุนไพรที่ผู้บริโภคลือเลือกได้แก่ ใบมะกรูด ร้อยละ 35.0 และ ตะไคร้ ร้อยละ 27.7 ทำการศึกษาปริมาณสมุนไพรที่จะใส่ในผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพรในอัตราส่วนตะไคร้กับใบมะกรูด 2:1 โดยทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design , CRD) แบ่งออกเป็น 3 ระดับได้แก่ปริมาณสมุนไพร ร้อยละ 10 ,15 และ 20 ของส่วนผสมทั้งหมดดังตารางปริมาณสมุนไพรในผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร แสดงดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ปริมาณสมุนไพรในผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร ร้อยละ 10, 15 และ 20 ของส่วนผสมทั้งหมด

ส่วนผสมทั้งหมด	สูตรพื้นฐาน (ร้อยละ)	ตะไคร้:ใบมะกรูด (2:1) (ร้อยละ)		
		10	15	20
ปลาป่น	36.2	32.5	30.7	28.9
ข้าวโพดไร่	30.0	27.0	25.5	24.0
พริกป่น	6.1	5.5	5.5	4.9
กระเทียม	15.3	13.8	13.0	12.2
มะขามเปียก	5.7	5.1	4.8	4.5
เกลือ	1.5	1.4	1.3	1.2
น้ำตาลปีบ	2.7	2.4	2.3	2.1
น้ำตาลทราย	2.7	2.4	2.3	2.1
สมุนไพร	-	10.0	15.0	20.0

ทำการศึกษาคูณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำพริกนรกเสริมสมุนไพร ร้อยละ 10, 15 และ 20 ของส่วนผสมทั้งหมด ผลการทดสอบด้านกายภาพ คือ ค่า a_w พบว่า ปริมาณสมุนไพรร้อยละ 10 , 15 และ 20 มีค่า 0.44 - 0.48 มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกป่นแห้ง (มผช.130/2546) และ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ผลการทดสอบด้านเคมี พบว่า ค่าความชื้นของปริมาณสมุนไพรร้อยละ 10, 15 และ 20 อยู่ระหว่างร้อยละ 12.10 – 12.18 โดยค่า ความชื้นของน้ำพริกนรกข้าวโพดที่มีปริมาณสมุนไพรร้อยละ 10 มีค่าความชื้นน้อยสุด และ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกป่นแห้ง (มผช.130/2546) ส่วนค่าความชื้นพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 1.19 -1.52 มิลลิกรัมมาโลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม โดยค่าความชื้น ของน้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร ร้อยละ 15 มีค่าน้อยสุด คือ 1.19 มิลลิกรัมมาโลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับน้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร ร้อยละ 10 และ 20

เมื่อพิจารณาคูณภาพทางเคมีและกายภาพ ผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร พบว่าค่าคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่า a_w มีค่าเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับ สุมาลี เหลืองสกุล (2545) กล่าวว่า ถ้าความชื้นสัมพัทธ์รอบ ๆ อาหารต่ำกว่าในอาหาร จะทำให้ a_w ที่ผิวของอาหารลดลง และในทางกลับกัน a_w ที่ผิวหน้าของอาหารจะเพิ่มขึ้น ถ้าความสัมพัทธ์รอบ ๆ อาหารสูงกว่าในอาหาร สำหรับความชื้นพบว่ามีค่าที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกป่นแห้ง (มผช.130/2546)

ด้านลักษณะปรากฏมีค่าอยู่ระหว่าง 6.78 – 7.12 และลักษณะเนื้อสัมผัส มีค่าอยู่ระหว่าง 6.60 – 7.15 มีคะแนนเฉลี่ยผู้บริโภครู้สึกพอใจให้คะแนนเฉลี่ยความชอบ ปริมาณสมุนไพรร้อยละ 15 มากที่สุด รองลงมาคือ ร้อยละ 20 และ 10 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ด้านสี ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับน้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร ที่มีปริมาณสมุนไพรร้อยละ 15 มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.25 ซึ่งมีความแตกต่างกับน้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร ร้อยละ 10 และ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ด้านกลิ่นสมุนไพร ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับน้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร ที่มีปริมาณสมุนไพรร้อยละ 15 มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.34 รองลงมาคือ ร้อยละ 20 และ 10 ซึ่งปริมาณสมุนไพรร้อยละ 10, 15 และ 20 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ด้านรสชาติ ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับน้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร ที่มีปริมาณสมุนไพรร้อยละ 15 มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.56 ซึ่งมีความแตกต่างกับน้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร ร้อยละ 10 และ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่ปริมาณสมุนไพรร้อยละ 15 ผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับสูงสุด เพราะมีรสชาติที่กลมกล่อม ปริมาณสมุนไพรที่ใส่ลงไปให้น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพรกำลังพอดี

ด้านความชอบโดยรวม ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยการยอมรับน้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร ที่มีปริมาณสมุนไพรร้อยละ 15 มากที่สุด รองลงมาคือ ร้อยละ 20 และ 10 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการทดสอบค่าคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นสมุนไพร รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมโดยให้คะแนนความชอบระหว่าง ร้อยละ 6.60 - 7.59 พบว่าน้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพรที่มีปริมาณสมุนไพรร้อยละ 15 ผู้บริโภคให้อยู่ในระดับที่ชอบปานกลางมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับน้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพรที่มีปริมาณสมุนไพร ร้อยละ 10 และ 20

ดังนั้นน้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพรที่มีปริมาณตะไคร้กับใบมะกรูด ในอัตราส่วน 2:1 คือ ร้อยละ 15 สูตรของน้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร มีส่วนประกอบ คือ ปลาป่น ร้อยละ 30.0 ข้าวโพดไร่ ร้อยละ 25.5 พริกป่น ร้อยละ 5.5 กระเทียม ร้อยละ 13.0 มะขามเปียก ร้อยละ 4.8 เกลือ ร้อยละ 1.3 น้ำตาลปี๊บ ร้อยละ 2.3 น้ำตาลทราย ร้อยละ 2.3 ตะไคร้ ร้อยละ 10 และใบมะกรูด ร้อยละ 5 เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมิ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกป่นแห้ง (มพช.130/2546) และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสผู้บริโภคให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและความชอบปานกลาง แสดงดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 การทดสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางด้านประสาทสัมผัสของปริมาณ
สมุนไพรร้อยละ 10, 15 และ 20 ของส่วนผสมทั้งหมด

การทดสอบคุณภาพ	ปริมาณสมุนไพรร้อยละ (ร้อยละ)		
	10	15	20
ด้านกายภาพ			
ค่า a_w ^{ns}	0.44 ± 0.62	0.45 ± 0.34	0.48 ± 0.54
ด้านเคมี			
ความชื้น(ร้อยละ) ^{ns}	12.10 ± 0.74	12.12 ± 0.18	12.18 ± 0.58
ความหืน (มิลลิกรัมมาโลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม)	1.90 ± 0.31 ^c	1.19 ± 0.46 ^a	1.52 ± 0.24 ^b
ด้านประสาทสัมผัส			
ลักษณะปรากฏ	6.78 ± 0.51 ^a	7.12 ± 0.71 ^b	7.00 ± 0.96 ^a
ลักษณะเนื้อสัมผัส	6.60 ± 0.66 ^a	7.15 ± 0.87 ^b	6.98 ± 0.36 ^a
สี	7.10 ± 0.75 ^a	7.25 ± 0.19 ^b	7.20 ± 0.13 ^b
กลิ่นสมุนไพรร	6.54 ± 0.35 ^a	7.34 ± 0.86 ^c	7.11 ± 0.49 ^b
รสชาติ	7.10 ± 0.75 ^a	7.56 ± 0.61 ^b	7.08 ± 0.59 ^a
ความชอบโดยรวม	7.21 ^a ± 0.33	7.59 ± 0.56 ^c	7.31 ± 0.90 ^b

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4. การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้ายของผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพรร

นำผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพรรที่ได้พัฒนามาแล้ว มาศึกษาคุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ ทางด้านจุลินทรีย์ ทางด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ 9-Point hedonic scale กับผู้บริโภคที่ชื่นชอบผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพรร จำนวน 100 คน โดยแสดงผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี จุลินทรีย์ทั้งหมด และคุณค่าทางโภชนาการของคุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้ายของผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพรร

พบว่า คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ มีจุลินทรีย์ทั้งหมด 500 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม สอดคล้องกับ รวีวรรณ พรหมเจริญ(2545) พบว่าน้ำพริกนรกที่เก็บมาจากแหล่งต่างๆใน

กรุงเทพมหานครมีจุลินทรีย์ทั้งหมด $4.7 \times 10^5 - 6.3 \times 10^4$ และสาเหตุส่วนใหญ่ของการปนเปื้อนของจุลินทรีย์อาจติดมากับวัตถุดิบ เช่น พริก กระเทียม ซึ่งเป็นพืชที่อยู่ในดินหรืออาจมีการวางตากกับพื้น ทำให้เกิดการปนเปื้อน (สิริพร สธนธาวภาคย์และคณะ, 2539) สำหรับ ยีสต์และรา เท่ากับ 7 โคลโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม สอดคล้องกับ เนื่องจากส่วนประกอบของน้ำพริกอุดมไปด้วยสารอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ได้แก่ แร่ธาตุที่เรียกรวม และยีสต์ จึงทำให้มีการเติมวัตถุดิบเสียที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตหรือทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสียเช่นกันเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกป่นแห้ง พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกต้องมีปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน 1×10^4 โคลโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และปริมาณยีสต์ รา พบได้ไม่เกิน 10 โคลโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพรไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกป่นแห้ง (มผช.130/2546) ผลการทดสอบค่าคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ เท่ากับ 7.62 ลักษณะเนื้อสัมผัส เท่ากับ 7.73 สี เท่ากับ 7.50 กลิ่น เท่ากับ 7.70 รสชาติ เท่ากับ 7.73 และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.64 ดังนั้นผู้บริโภคให้การยอมรับถึงคุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้ายของผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร อยู่ในเกณฑ์ที่ชอบปานกลาง แสดงผลดังตารางที่ 24

ทางด้านคุณค่าทางโภชนาการโดยทดสอบโดยบริษัท ปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด ในสารอาหารต่อ 100 กรัม น้ำพริกนรกข้าวโพดไร่เสริมสมุนไพร พบว่า พลังงานทั้งหมด 382.96 กิโลแคลอรี พลังงานจากไขมัน 129.24 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด ร้อยละ 14.36 ไขมันอิ่มตัว ร้อยละ 5.56 โคลเลสเตอรอล ร้อยละ 36.48 โปรตีน ร้อยละ 13.21 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 50.22ใยอาหาร ร้อยละ 14.74 น้ำตาล ร้อยละ 26.91 เกลือ ร้อยละ 9.02 ความชื้น ร้อยละ 13.19 โซเดียม 1893.81 มิลลิกรัม แคลเซียม 782.63 มิลลิกรัม เหล็ก 5.51 มิลลิกรัม ดังแสดงผล ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 24 การทดสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ยีสต์รา และลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

การทดสอบคุณภาพ	น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร ร้อยละ 15
ด้านจุลินทรีย์	
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม)	500
ยีสต์และรา (โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม)	7
ด้านลักษณะทางประสาทสัมผัส	
ลักษณะปรากฏ	7.62 ± 0.14
ลักษณะเนื้อสัมผัส	7.73 ± 0.57
สี	7.50 ± 0.44
กลิ่นสมุนไพร	7.70 ± 0.29
รสชาติ	7.73 ± 0.47
ความชอบโดยรวม	7.64 ± 0.11

ตารางที่ 25 คุณค่าทางโภชนาการน้ำพริกนรกเสริมสมุนไพร

รายการทดสอบ	ผลิตภัณฑ์ต่อ 100 กรัม
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	382.96
พลังงานจากไขมัน (กิโลแคลอรี)	129.24
ไขมันทั้งหมด	14.36
ไขมันอิ่มตัว	5.56
โคเลสเตอรอล	36.48
โปรตีน	13.21
คาร์โบไฮเดรต	50.12
ใยอาหาร	14.74
น้ำตาล	26.91
โซเดียม (มิลลิกรัม)	1893.81
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	782.63
เหล็ก (มิลลิกรัม)	5.51
ถั่ว	9.02
ความชื้น	13.19

ที่มา : บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

5. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร ที่ทำการบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการจากสอบถามในขั้นตอนที่ 1 คือ กระปุกพลาสติก ซึ่งมีการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร ที่อุณหภูมิห้อง (25-37 °C) เป็นเวลา 35 วัน นำมาวิเคราะห์คุณภาพด้านต่างๆ ทุกๆ 7 วัน โดยทดสอบทางด้านกายภาพ ได้แก่ ค่า a_w ทางเคมี ได้แก่ ค่าความชื้น และ ค่าความหืน ทางด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์ รา และทดสอบทางประสาทสัมผัส แสดงผลดังตาราง ที่ 26

ผลการทดสอบทางด้านกายภาพ พบว่า ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร ในช่วงอายุการเก็บรักษาวันที่ 0, 7 และ 14 มีค่า 0.40-0.47 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทางด้านเคมี ได้แก่ ความชื้นและความหืน พบว่า ค่าความชื้น มีค่าระหว่างร้อยละ 12.05-13.65 ในช่วงการเก็บรักษาวันที่ 0, 14 และ 35 กับช่วงการเก็บรักษาวันที่ 7, 21 และ 28 ไม่มีความแตกต่างกันตามนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งปริมาณความชื้นที่สูงสุดการเก็บรักษาคือวันที่ 28 ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในวันที่ 35 และวันที่ 0 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกป่นแห้ง (มพช.130/2546) กำหนด ส่วนค่าความหืนพบว่ามีค่าระหว่าง 1.12-1.44 มิลลิกรัมมาโลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่า ค่าความหืนในวันที่ 0 มีค่าน้อยสุดและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษามากขึ้น ทั้งนี้ในผลิตภัณฑ์มีการทอดกรอบของส่วนผสมสมุนไพรตะไคร้และใบมะกรูดลงไปด้วยซึ่งทำให้น้ำมันสามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ (นิธิยา รัตนปนนท์, 2549) ทางจุลินทรีย์พบว่าน้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 50-80 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และมีปริมาณ ยีสต์ รา 7-8 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เมื่อพิจารณาและพบว่าปริมาณจุลินทรีย์และยีสต์ รา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณ ยีสต์ รา ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีก๊าซออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการเจริญของ ยีสต์และราซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำพริกป่นแห้ง (มพช.130/2546)

การทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนเฉลี่ยในแต่ละลักษณะอยู่ในระดับชอบปานกลาง(7.50-7.80 คะแนน)

ด้านลักษณะปรากฏ พบว่าผลการทดสอบคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภค การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร วันที่ 0, 7 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างกับวันที่ 14, 21 และ 28 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ด้านลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่าผลการทดสอบคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร วันที่ 0, 7 และ 28 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างกับวันที่ 14, 21 และ 35 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95

ด้านสี กลิ่น และรสชาติ พบว่าผลการทดสอบคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร ระยะเวลา 35 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจาก น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร จะมีสีออกน้ำตาลเข้มอมแดงเล็กน้อย จึงทำให้สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงของสีน้ำพริกข้าวโพดเสริมสมุนไพร ได้ค่อนข้างยาก ทางด้านกลิ่นในผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร มีองค์ประกอบของวัตถุดิบต่าง ๆ ที่มีกลิ่นของสมุนไพร เช่น หอม กระเทียม และใบมะกรูดที่มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว

ด้านความชอบโดยรวม พบว่าผลการทดสอบคะแนนเฉลี่ยการยอมรับของผู้บริโภคในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร ตลอดระยะเวลา 35 วัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในด้านความชอบโดยรวม แสดงผลดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ค่าคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ของผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกข้าวโพดเสริมสมุนไพร ที่อายุการเก็บรักษาต่างๆ

วัน	ด้าน กายภาพ	ด้านเคมี		ด้านจุลินทรีย์		ลักษณะทางประสาทสัมผัส					
		ค่า a_w ^{ns}	ความชื้น (ร้อยละ)	ความหืน (มิลลิกรัมมาโล ดีไฮด์ต่อ กิโลกรัม)	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	ยีสต์และรา (CFU/g)	ลักษณะ ปรากฏ	เนื้อสัมผัส	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns}
0	0.40 ± 0.58	12.05 ± 0.12 ^a	1.12 ± 0.12 ^a	50 ^a	7 ^a	7.62 ± 0.14 ^a	7.73 ± 0.57 ^a	7.50 ± 0.44	7.70 ± 0.29	7.73 ± 0.47	7.64 ± 0.11
7	0.45 ± 0.67	13.35 ± 0.34 ^b	1.30 ± 0.11 ^b	50 ^a	7 ^a	7.56 ± 0.32 ^a	7.76 ± 0.57 ^a	7.55 ± 0.35	7.70 ± 0.75	7.74 ± 0.77	7.74 ± 0.41
14	0.43 ± 0.63	12.47 ± 0.10 ^a	1.23 ± 0.22 ^a	50 ^a	7 ^a	7.71 ± 0.24 ^b	7.87 ± 0.57 ^b	7.54 ± 0.36	7.71 ± 0.33	7.76 ± 0.97	7.77 ± 0.46
21	0.46 ± 0.87	13.02 ± 0.17 ^b	1.13 ± 0.44 ^a	70 ^b	7 ^b	7.80 ± 0.96 ^{bc}	7.85 ± 0.57 ^b	7.55 ± 0.63	7.77 ± 0.75	7.78 ± 0.41	7.68 ± 0.57
28	0.47 ± 0.54	13.65 ± 0.89 ^b	1.28 ± 0.53 ^a	65 ^{ab}	8 ^b	7.70 ± 0.58 ^b	7.79 ± 0.57 ^a	7.57 ± 0.74	7.69 ± 0.89	7.79 ± 0.84	7.76 ± 0.77
35	0.42 ± 0.35	12.25 ± 0.54 ^a	1.44 ± 0.65 ^c	80 ^c	8 ^b	7.73 ± 0.86 ^b	7.68 ± 0.57 ^a	7.62 ± 0.25	7.78 ± 0.42	7.75 ± 0.33	7.66 ± 0.68

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ผลิตภัณฑ์ข้าวตังข้าวโพดไร่

1. ตำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภค

จากการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวตังข้าวโพดไร่ กับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่ชื่นชอบการรับประทานข้าวตัง ซึ่งมีอายุระหว่าง 15-60 ปี จำนวน 100 คน ในจังหวัดลพบุรี เพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมและความต้องการหน้าข้าวตัง รูปร่าง รวมถึงชนิดบรรจุภัณฑ์ข้าวตังข้าวโพดไร่

จากการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีผลิตภัณฑ์ข้าวตังกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่ชื่นชอบการรับประทานข้าวตัง ซึ่งมีอายุระหว่าง 18-60 ปี พบว่า ผู้บริโภคเป็นเพศชาย ร้อยละ 48.7 และเพศหญิง ร้อยละ 51.3 โดยที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะมีอายุระหว่าง 15-30 ปี ร้อยละ 38.9 ซึ่งประกอบอาชีพนักเรียนหรือนักศึกษา ร้อยละ 35.4 จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือปวช. ร้อยละ 40 และมีรายได้น้อยกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 52.3

พฤติกรรมผู้บริโภคข้าวตังของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เคยรับประทานข้าวตังที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส ร้อยละ 37.3 มีขนาดชิ้นของข้าวตังประมาณ 6x6 เซนติเมตร² ร้อยละ 71.3 ในการบริโภคแต่ละครั้งส่วนใหญ่จะรับประทานมากกว่า 6-10 ชิ้น ร้อยละ 45.0 ซื้อจากร้านขายของฝาก ร้อยละ 25.0 เหตุผลในการซื้อข้าวตังมาบริโภค เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการ ร้อยละ 40.1 เมื่อรับประทานไม่หมดจะเก็บรักษาโดยมัดปากถุงและเก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้อง ร้อยละ 78.4

ผลจากการสอบถามความคิดเห็นและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวตังข้าวโพด พบว่า ผู้บริโภคต้องการให้พัฒนาข้าวตังเป็นรูปร่างกลม ร้อยละ 37.30 มีขนาดชิ้นของข้าวตังประมาณ 6x6 เซนติเมตร² รูปร่างกลม บรรจุในภาชนะที่เป็นถุงพลาสติกแบบปิดสนิททั้ง 4 ด้าน ในสถานะสุญญากาศ ร้อยละ 31.5 โดยที่ต้องการให้ข้าวตังมีกลิ่นของข้าวโพดเล็กน้อย ร้อยละ 53.4 และมีราคา 25 บาท ร้อยละ 30.1 ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 การสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคในด้านประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค

N = 100

ข้อมูล	ร้อยละ
เพศ	
- ชาย	48.7
- หญิง	51.3
อายุ	
- 15-30 ปี	38.9
- 31-45 ปี	25.7
- 46-60 ปี	35.4
อาชีพ	
- ข้าราชการ	12.6
- พนักงานมหาวิทยาลัย	10.6
- พนักงานเอกชน	5.0
- พ่อบ้าน/แม่บ้าน	20.1
- ธุรกิจส่วนตัว	10.3
- พนักงานรัฐวิสาหกิจ	4.0
- นักเรียน/นักศึกษา	35.4
- อื่นๆ	2.0
การศึกษา	
- ประถมศึกษา	15.0
- มัธยมศึกษาตอนต้น	7.4
- มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	40.0
- อนุปริญญา/ปวส.	15.9
- ปริญญาตรี	21.5
- สูงกว่าปริญญาตรี	0.2
รายได้ต่อเดือน	
- น้อยกว่า 10000 บาท	52.3
- 10001-20000 บาท	11.1
- 20001-30000 บาท	13.1
- 30001-40000 บาท	12.8
- 40001 บาทขึ้นไป	10.7

ตารางที่ 28 การสำรวจพฤติกรรมการบริโภคข้าวตั้งของผู้บริโภค

N= 100

ข้อมูล	ร้อยละ
การเคยรับประทานข้าวตั้ง	
- เคย	90
- ไม่เคย	10
รูปร่างของข้าวตั้งที่เคยทาน	
- สี่เหลี่ยมจัตุรัส	80.8
- สามเหลี่ยม	2.3
- วงกลม	15.6
- ดาว	1.0
- อื่นๆ	0.3
ขนาดของข้าวตั้ง	
- 2×2 เซนติเมตร	0.1
- 4×4 เซนติเมตร	24.1
- 6×6 เซนติเมตร	71.3
- 8×8 เซนติเมตร	4.5
จำนวนชิ้นที่รับประทาน	
1-5	25.6
6-10	45.0
16-20	15.2
มากกว่า 20	14.2
สถานที่ซื้อ	
- ร้าน OTOP	7.4
- ห้างสรรพสินค้า	6.2
- ร้านขายของชำ	12.0
- ร้านค้าของฝาก	25.0
- ปั้มน้ำมัน	11.9
- ซูเปอร์มาร์เก็ต	14.0
- หาบเร่	0.0
- ร้านสะดวกซื้อ 7-eleven	23.5

ตารางที่ 28 การสำรวจพฤติกรรมการบริโภคข้าวตั้งของผู้บริโภค (ต่อ)

N= 100

ข้อมูล	ร้อยละ
เหตุผลที่ซื้อ	
- ราคาถูก	22.4
- สะดวกในการซื้อ	16.0
- รสชาติอร่อย	21.5
- มีคุณค่าทางโภชนาการ	40.1
- อื่นๆ	0.0
วิธีการเก็บรักษา	
- มัดปากถุงเก็บแบบแช่เย็น	21.6
- มัดปากถุงเก็บที่อุณหภูมิห้อง	78.4

ตารางที่ 29 การสอบถามความคิดเห็นและความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวตั้งข้าวโพด

ข้อมูล	ร้อยละ
ผู้บริโภคเห็นด้วยกับแนวคิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวตั้งข้าวโพดไว้	100
รูปร่างของข้าวตั้ง	
- รูปวงกลม	37.3
- รูปวงรี	0.4
- รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	25.8
- รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	28.0
- รูปสามเหลี่ยม	8.0
- รูปดาว	0.5
ขนาดของข้าวตั้ง	
- 2×2 เซนติเมตร ²	0.7
- 4×4 เซนติเมตร ²	51.2

ตารางที่ 29 การสอบถามความคิดเห็นและความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าว
ตั้งข้าวโพด (ต่อ)

ข้อมูล	ร้อยละ
ขนาดของข้าวตั้ง	
- 6×6 เซนติเมตร ²	42.9
- 8×8 เซนติเมตร ²	2.2
- อื่นๆ	3.0
ภาชนะบรรจุ	
- กล่องกระดาษ	12.5
- กล่องพลาสติก	10.3
- กระปุกพลาสติกทรงสูง	13.4
- ถุงพลาสติกแบบปิดสนิททั้ง 4 ด้านในสภาวะสุญญากาศ	31.5
- ถุงพลาสติกแบบปิดสนิททั้ง 4 ด้านมีแผ่นรองกันกระแทก	12.9
- ถุงพลาสติกแบบปิดปากถุงด้านบน	17.9
- ถุงพลาสติกแบบปิดปากถุงด้านบนมีแผ่นรองกันกระแทก	1.5
กลิ่นข้าวโพด	
- กลิ่นเล็กน้อย	53.4
- กลิ่นปานกลาง	22.5
- กลิ่นมาก	24.1
ราคาข้าวตั้ง	
- 15 บาท	10.3
- 20 บาท	25.1
- 25 บาท	30.1
- 30 บาท	11.5
- 35 บาท	23.0

2. ผลการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ข้าวตังข้าวโพดไร่

2.1 ผลการศึกษาคัดเลือกผลิตภัณฑ์ข้าวตังสูตรพื้นฐาน

ทำการรวบรวมสูตรข้าวตัง จากหนังสือ ตำราต่างๆมา 3 สูตร โดยเลือกสูตรที่มีส่วนผสมใกล้เคียงกันมากที่สุด เพื่อให้ได้ลักษณะข้าวตังที่ เหลือง กรอบ มีลักษณะเบา และเนื้อละเอียด ซึ่งนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบชิม จำนวน 50 คน โดยทำการคัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบในคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส ความชอบรวม โดยให้คะแนน 1 ชอบน้อยที่สุด 9 ชอบมากที่สุด คัดเลือกสูตรที่ได้คะแนนเฉลี่ยความชอบสูงสุด ทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดในแต่ละคุณลักษณะดังกล่าวนำมาพัฒนาสูตรต่อไป จากการศึกษาคุณภาพของข้าวตังพื้นฐาน ด้านคุณภาพทางกายภาพ คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลดังนี้

ค่าคุณภาพทางกายภาพ มีค่า a_w มีค่า 0.17 – 0.27 ข้าวตังสูตรที่ 1 และ 2 มีค่าน้อยสุดและไม่มีมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ค่าความแข็ง มีค่า 2.10 – 2.55 นิวตัน ซึ่งข้าวตังสูตรที่ 1 มีค่าความกรอบมากที่สุด รองลงมาสูตรที่ 1 และ 2 อัตราการพองตัวพบว่า มีค่า 1.38 – 2.03 ข้าวตังสูตรที่ 1 มีอัตราการพองตัวมากที่สุด สอดคล้อง สัมพันธ์ (2547) ได้ศึกษาขนมขบเคี้ยวจากแป้งหอมมะลิผสมแป้งมันเทศและงาคำป่น พบว่า อัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์เท่ากับ 4.24 เท่า ซึ่งมากกว่า อาจเนื่องจากขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบต่างกัน ค่าคุณภาพทางเคมี มีค่าความชื้น ร้อยละ 1.65 – 1.86 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และมีค่าความหืน เท่ากับ 0.74 – 0.85 มิลลิกรัมมาโลตีไฮดรอกซีโลกรัม แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับด้านจุลินทรีย์ ทั้ง 3 สูตร มีค่า 44-48 CFU/g และยีสต์ รา 7 -8 CFU/g ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากการทดสอบของกลุ่มบริโภครวมเป้าหมายจำนวน 50 คน พบว่าผู้บริโภครายให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นของข้าวโพดความกรอบ รสชาติ การอมน้ำมัน และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับความชอบเล็กน้อย (6.08-6.88 คะแนน) ซึ่งข้าวตังทั้ง 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของของผลิตภัณฑ์ข้าวตังสูตรพื้นฐานวิธีทดสอบแบบ 9-point hedonic scale กับผู้บริโภครายที่ชื่นชอบรับประทานข้าวตัง จำนวน 50 คน พบว่าคะแนนเฉลี่ยในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความพองกรอบ) การยึดเกาะเป็นแผ่น ความชอบโดยรวม คือ 6.78, 6.88, 6.60, 6.81, 6.87, 6.66, 6.55 อยู่ในระดับความชอบเล็กน้อย ในส่วนลักษณะของข้าวตังต้องมีความพองกรอบ จะเห็นได้ว่า จากการทดสอบสูตร

เบื้องต้นทั้ง 3 สูตร สรุปได้ว่า สูตรที่ 1 ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด ทั้งในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความพองกรอบ) การยึดเกาะเป็นแผ่น ความชอบโดยรวมในส่วนตัวลักษณะของกลิ่นผู้บริโภคให้ความรู้สึกในการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ความชอบเล็กน้อยแต่เมื่อคิดเทียบกับสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 จะมีเกณฑ์ความชอบน้อยกว่า ดังนั้นคุณลักษณะในด้านต่างๆ สูตรที่ 1 จึงเป็นสูตร สำหรับการศึกษาในขั้นต่อไป

ตารางที่ 30 การทดสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และดัชนีจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ข้าวตังสูตรพื้นฐาน

การทดสอบคุณภาพ	ข้าวตังสูตรพื้นฐาน		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ด้านกายภาพ			
ค่า a_w	0.17 ± 0.20^a	0.17 ± 0.10^a	2.27 ± 0.21^b
ค่าความแข็ง (นิวตัน)	2.55 ± 0.35^a	2.35 ± 0.11^b	2.10 ± 0.43^a
อัตราการพองตัว (เท่า)	2.03 ± 0.22^c	1.56 ± 0.54^b	1.38 ± 0.31^a
ด้านเคมี			
ความชื้น(ร้อยละ)	1.65 ± 0.09^a	$1.79^b \pm 0.02^b$	1.86 ± 0.01^c
ความหืน (มิลลิกรัมมาโลดีไฮด์/กิโลกรัม)	0.75 ± 0.05^a	$0.74^a \pm 0.11^a$	0.85 ± 0.21^b
ด้านจุลินทรีย์			
จุลินทรีย์ทั้งหมด(CFU/g) ^{ns}	45	48	44
ยีสต์และรา(CFU/g) ^{ns}	7	8	8
ด้านประสาทสัมผัส			
ลักษณะปรากฏ	6.78 ± 0.12^c	6.08 ± 0.02^b	5.80 ± 0.06^a
สี	6.88 ± 0.23^c	6.73 ± 0.02^b	6.42 ± 0.05^a
กลิ่น	6.53 ± 0.22^a	6.60 ± 0.10^b	6.86 ± 1.54^c
รสชาติ	6.72 ± 0.11^a	6.81 ± 1.24^b	6.80 ± 1.06^b
เนื้อสัมผัส (ความพองกรอบ)	6.87 ± 0.42^c	6.23 ± 0.97^a	6.60 ± 0.13^b
การยึดเกาะกันเป็นแผ่น	6.66 ± 0.51^c	6.13 ± 1.08^a	6.56 ± 0.23^b
ความชอบ โดยรวม	6.55 ± 0.33^c	6.15 ± 0.33^b	6.09 ± 0.43^a

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

สูตรที่ 1 : คัดแปลงจากอัมรา วงษ์พีค (2549)

สูตรที่ 2 : คัดแปลงจากกรมการจัดหางาน กระทรวงแรงงาน (2552)

สูตรที่ 3 : คัดแปลงจากกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร จ.ฉะเชิงเทรา (2552)

2. การศึกษาปริมาณระหว่างข้าวหอมมะลิต่อข้าวโพดไร่ และน้ำ ในผลิตภัณฑ์ข้าวตั้งข้าวโพดไร่

จากการศึกษาขั้นต้น สูตรข้างตั้งของอัมรา วงษ์พีค (สูตรที่ 1) มีคุณลักษณะทางกายภาพเคมี และจุลินทรีย์ที่เหมาะสม เป็นที่ยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบมากที่สุด และจึงเลือกสูตรที่ 1 เป็นสูตรเบื้องต้นในการศึกษาปริมาณข้าวโพดเพื่อที่ใช้ในการทำข้างตั้งข้าวโพดไร่ ด้วยการทดแทนข้าวโพดไร่บางส่วนในส่วนผสมหลัก โดยศึกษากรรมวิธีที่เหมาะสมระหว่างข้าวหอมมะลิหัก(ดิบ)ต่อข้าวโพดไร่ และน้ำ โดยใช้การวางแผนการทดลองแบบ 2^3 แฟกทอเรียล (Factorial in CRD) โดยใช้ ข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 20 และ 30 ข้าวโพดไร่ ร้อยละ 10 และ 20 น้ำ ร้อยละ 60 และ 70 ดังแสดงในตารางที่ 31

ตารางที่ 31 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างข้าวหอมมะลิต่อข้าวโพดไร่ และน้ำ

สิ่งทดลอง	ข้าวหอมมะลิ (ร้อยละ)	ข้าวโพดไร่ฝักสด (ร้อยละ)	น้ำ (ร้อยละ)
1	20	10	60
2	20	10	70
3	20	20	60
4	20	20	70
5	30	10	60
6	30	10	70
7	30	20	60
8	30	20	70

ข้าวตังข้าวโพดไร่ทั้ง 8 สิ่งทดลอง นำไปทดสอบคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความชื้น ด้านกายภาพ ได้แก่ ค่า a_w ด้านเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดค่าลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ค่าสี L^* a^* b^* อัตราการพองตัว (เท่า) โดยการแทนที่ด้วยเมล็ดงา ผลดังแสดงในตารางที่ 32

จากผลการศึกษาปริมาณระหว่างข้าวหอมมะลิต่อข้าวโพดไร่ และน้ำ ในผลิตภัณฑ์ข้าวตังข้าวโพด ดังตารางที่ 4.9 พบว่า ค่าความชื้นของสิ่งทดลองที่ 2, 7 และ 8 มีความชื้นน้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 1.12- 1.17 และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สำหรับค่า a_w พบว่า มีค่าระหว่าง 0.12 -1.19 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 สำหรับอัตราการพองตัวของสิ่งทดลองทั้งหมดพบว่า มีค่าเท่ากับ 2.15 -2.36 ซึ่งสิ่งทดลองที่ 2 มีอัตราการพองตัวมากที่สุด คือ 2.36 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับค่าความแข็ง พบว่าสิ่งทดลองที่ 2 มีค่าความแข็งต่ำสุด เท่ากับ 7.13 ซึ่งทำให้มีอัตราการพองตัวมากที่สุด สอดคล้องกับค่าความชื้นและค่า a_w ที่พบว่าค่าความชื้นที่น้อยทำให้การพองตัวของแผ่นข้าวตังสูง เพราะปริมาณความชื้นที่ต่ำกว่าร้อยละ 3.50 ซึ่งเป็นปริมาณความชื้นที่จะทำให้อาหารมีความพองกรอบ (Sacharow, 1980) เมื่อพิจารณาคุณภาพด้านสี ค่าความสว่าง (L^*) มีค่า ระหว่าง 28.31- 32.21 ค่าสี (a^*) มีค่าระหว่าง 4.03 – 8.63 และค่าสี (b^*) มีค่าเท่ากับ 8.43 - 14.03 โดย Moreria และคณะ (1999) กล่าวว่า สีเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับของผู้บริโภค ต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการทอด และสีบอกคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เมื่อพิจารณาคุณภาพด้านต่างๆ พบว่าคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ข้าวตังคือ การพองตัว จากการศึกษาพบว่าสิ่งทดลอง ที่ 2 มีค่าความชื้นต่ำ และอัตราการพองตัวที่ดีที่สุด ทำให้ค่าความแข็งเมื่อวัดด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัสมีค่าความแข็งน้อยที่สุด จึงเลือกสิ่งทดลองที่ 2 เป็นสูตรที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวตังข้าวโพดไร่ในอัตราส่วนของข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 20 ข้าวโพดไร่ ร้อยละ 20 และน้ำ ร้อยละ 70 เพื่อศึกษาการพัฒนารสชาติต่อไป

ตารางที่ 32 การวัดค่าคุณภาพในด้านต่างๆของสิ่งทดลองทั้ง 8 สิ่งการทดลอง

สิ่งทดลองที่	ความชื้น (ร้อยละ)	ค่า a_w	อัตราการพองตัว (เท่า)	ค่าความแข็ง (N)	ค่าสี		
					L*	a*	b*
1	2.72 ± 0.10^d	0.12 ± 0.12^a	2.15 ± 0.22^a	7.25 ± 0.21^b	30.21 ± 0.11^{bc}	4.03 ± 0.21^a	14.03 ± 0.32^c
2	2.12 ± 0.22^a	0.14 ± 0.11^b	2.36 ± 0.32^c	7.13 ± 0.08^a	28.38 ± 0.04^b	5.73 ± 0.13^b	10.21 ± 0.31^{bc}
3	2.13 ± 0.75^a	0.15 ± 0.50^b	2.03 ± 0.43^a	7.83 ± 0.45^c	28.31 ± 0.13^b	8.23 ± 0.32^c	9.13 ± 0.12^b
4	2.42 ± 0.66^b	0.16 ± 0.23^{bc}	2.10 ± 0.53^a	7.62 ± 0.42^d	25.21 ± 0.21^a	8.63 ± 0.11^c	11.10 ± 0.09^c
5	2.41 ± 0.84^b	0.18 ± 0.54^c	2.23 ± 0.61^b	7.18 ± 0.22^a	30.01 ± 0.32^{bc}	7.03 ± 0.13^d	10.02 ± 0.87^{bc}
6	2.54 ± 0.92^c	0.15 ± 0.65^b	2.20 ± 0.24^b	7.21 ± 0.15^b	30.11 ± 0.20^{bc}	6.82 ± 0.31^c	12.09 ± 0.43^d
7	2.17 ± 0.64^a	0.19 ± 0.78^c	2.29 ± 0.11^b	7.15 ± 0.11^a	35.21 ± 0.11^c	5.80 ± 0.15^b	9.04 ± 0.95^b
8	2.12 ± 0.60^a	0.19 ± 0.64^c	2.22 ± 0.21^b	7.33 ± 0.46^c	32.21 ± 0.11^d	6.22 ± 0.12^c	8.43 ± 0.27^a

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวตังข้าวโพดไร่ ทั้ง 8 สิ่งทดลอง ดังตารางที่ 4.10 พบว่า ลักษณะที่ปรากฏที่ได้ คือ มีลักษณะเป็นแผ่นพอง มีการเกาะตัวกัน บางแผ่นมีเกล็ดสีน้ำตาลอ่อนๆ จากข้าวโพด กระจายอยู่บางจุดของแผ่น เมื่อพิจารณาแล้วผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ระหว่าง 6.15 – 7.21 ซึ่งพบว่าสิ่งทดลองที่ 2 มีลักษณะปรากฏที่มีคะแนนความชอบสูงสุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสิ่งทดลองอื่นที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อพิจารณาปริมาณข้าวต่อปริมาณข้าวโพดพบว่า ปริมาณข้าวโพดของสิ่งทดลองที่ 2 มีสัดส่วนร้อยละ 50 ของปริมาณข้าวหอมมะลิ ซึ่งทำให้ลักษณะของแผ่นสวย มีความสม่ำเสมอของแผ่น เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น

ผลการทดสอบด้านสี พบว่าผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองอ่อน เพราะมีส่วนผสมจากข้างโพด เมื่อพิจารณาแล้วผู้บริโภคให้คะแนนความชอบอยู่ระหว่าง 6.33 – 7.21 สิ่งทดลองที่ 2 มีคะแนนความชอบอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเท่ากับ 7.21 ซึ่งมีความสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่น และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การใส่ข้าวโพดไร่ทำให้สีส่งผลต่อผู้บริโภค ทำให้ผู้บริโภคมีความชอบ วิทิตา (2545) กล่าวว่า สีของผลิตภัณฑ์เป็นปัจจัยแรกที่ดึงดูดใจผู้บริโภค และความเข้มของสีมีผลต่อความรู้สึก ดังนั้นการใส่ข้าวโพดเพิ่มเข้าไปในข้าวตังทำให้มีผลต่อการให้คะแนนความชอบของผู้บริโภค

ผลการทดสอบด้านกลิ่น (ข้าวโพด) พบว่าลักษณะของผลิตภัณฑ์มีกลิ่นข้าวโพด ซึ่งมีคะแนนความชอบระหว่าง 6.10 – 7.38 ซึ่งสิ่งทดลองที่ 2 มีระดับคะแนนความชอบสูงสุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าปริมาณข้าวโพดที่แตกต่างกัน และปริมาณน้ำมีผลต่อคะแนนความชอบเมื่อปริมาณข้าวโพดต่อปริมาณข้าวหอมมะลิมีสัดส่วนเท่ากัน ดังสิ่งทดลองที่ 3 พบว่าคะแนนความชอบลดลง เนื่องจากสัดส่วนปริมาณข้าวโพดกับข้าวเท่ากัน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จแล้วมีกลิ่นที่เข้มที่ไม่ใช่ข้าวโพดจากการสีที่เข้มมากเกินไปและไม่ค่อยพองกรอบ

ผลการทดสอบด้านรสชาติ พบว่ารสชาติมีการเพิ่มข้อเสนอแนะในการเพิ่มรสชาติเค็ม และหวาน เพื่อให้รสชาติกลมกล่อม มากขึ้น ซึ่งสิ่งทดลองที่ 1 และ 2 มีคะแนนความชอบที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 แต่มีคะแนนความชอบสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสิ่งทดลองอื่น จึงจะทำปรับรสชาติโดยการศึกษาปริมาณเกลือและน้ำตาลต่อไป

ผลการศึกษาเนื้อสัมผัส(การพองกรอบ) พบว่ามีคะแนนระหว่าง 6.55 -7.29 ซึ่งสิ่งทดลองที่ 2 มีระดับคะแนนความชอบสูงสุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับสิ่งทดลองอื่น เมื่อพิจารณาการพองกรอบจะพบว่าสัดส่วนของข้าวหอมมะลิต่อปริมาณข้าวโพดมีผลต่อการพองตัวเพราะปริมาณอะไมโลเพกตินในข้าวมีคุณสมบัติในการพองตัว เมื่อนำข้าวไปแช่น้ำ

เมล็ดข้าวจะดูดน้ำไว้ และเมื่อนำไปผ่านการทอดจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการพองตัวที่ดี ซึ่งปริมาณของการดูดน้ำที่พอดี และสัดส่วนข้าวต่อปริมาณข้าวโพดที่เหมาะสมทำให้ส่งผลต่อคะแนนความชอบของผู้บริโภค

ผลการทดสอบการยัดเกาะเป็นแผ่น พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ ระหว่าง 5.87 – 7.04 ซึ่งสิ่งทดลองที่ 1 และ 2 มีระดับคะแนนความชอบสูงสุด และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) มีความแตกต่างกับสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการทดสอบความชอบรวมพบว่ามีคะแนนความชอบผู้บริโภค ระหว่าง 6.13- 7.10 ซึ่งสิ่งทดลองที่ 2 มีคะแนนความชอบปานกลาง เท่ากับ 7.10 มีคะแนนสูงสุดและมีความแตกต่างกับสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ซึ่งเมื่อพิจารณาโดยภาพรวมพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลางซึ่งการสอบถามผลการทดสอบด้านรสชาติ พบว่ารสชาติมีการเพิ่มข้อเสนอแนะในการปรับรสชาติให้มีรสกลมกล่อม จึงใช้สิ่งทดลองที่ 2 เพื่อศึกษาปริมาณเกลือและน้ำตาล เพื่อปรับรสชาติต่อไป

ตารางที่ 33 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวตังข้าวโพดไร่ โดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 point Hedonic Scale) จำนวน 50 คน

สิ่งทดลอง ที่	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส						
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นข้าวโพด	รสชาติ	ความพองกรอบ	การยึดเกาะเป็น แผ่น	ความชอบรวม
1	7.13 ± 0.75 ^d	7.12 ± 0.21 ^d	7.24 ± 0.24 ^d	6.70 ± 0.44 ^c	7.11 ± 0.33 ^d	7.03 ± 0.53 ^d	6.95 ± 0.53 ^d
2	7.21 ± 0.67 ^e	7.21 ± 0.34 ^e	7.38 ± 0.56 ^e	7.10 ± 0.87 ^c	7.29 ± 0.45 ^e	7.04 ± 0.67 ^d	7.10 ± 0.35 ^e
3	6.62 ± 0.75 ^c	6.76 ± 0.43 ^c	5.87 ± 0.32 ^a	5.88 ± 0.56 ^a	6.87 ± 0.32 ^c	6.61 ± 0.74 ^c	6.80 ± 0.67 ^d
4	6.24 ± 0.75 ^b	6.50 ± 0.53 ^b	6.10 ± 0.31 ^a	6.18 ± 0.44 ^b	6.71 ± 0.56 ^b	6.19 ± 0.35 ^b	6.51 ± 0.78 ^c
5	6.23 ± 0.75 ^b	6.53 ± 0.62 ^b	7.12 ± 0.44 ^c	7.11 ± 0.36 ^c	6.85 ± 0.63 ^c	5.87 ± 0.75 ^a	6.19 ± 0.64 ^a
6	5.84 ± 0.75 ^a	6.41 ± 0.44 ^a	7.11 ± 0.21 ^c	7.05 ± 0.35 ^c	6.81 ± 0.46 ^c	5.91 ± 0.46 ^a	6.09 ± 0.67 ^a
7	5.86 ± 0.75 ^a	6.33 ± 0.32 ^a	6.87 ± 0.12 ^b	6.98 ± 0.34 ^c	6.79 ± 0.62 ^b	6.12 ± 0.78 ^b	6.24 ± 0.82 ^b
8	6.15 ± 0.75 ^b	6.51 ± 0.72 ^b	6.71 ± 0.23 ^b	6.88 ± 0.32 ^b	6.55 ± 0.11 ^a	6.11 ± 0.26 ^b	6.13 ± 0.65 ^a

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3. การศึกษาปริมาณเกลือและน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ข้าวตังข้าวโพดไร่

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยคะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 point Hedonic Scale) พบว่าผู้บริโภคต้องการให้ปรับรสชาติเพื่อให้ข้าวตังข้าวโพดมีกลิ่นหอมและรสชาติที่มีความหวาน เค็มเล็กน้อย จึงปรับรสชาติโดยการเพิ่มปริมาณน้ำตาลและเกลือในส่วนผสมทั้งหมด โดยวางแผนการทดลองแบบ 2×3 Factorial in CRD ได้ทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง ได้แก่ น้ำตาลทราย ที่ระดับ 2.0 2.7 และเกลือที่ระดับ 1.0 1.3 1.6 ได้ทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง จากนั้นทดสอบกับผู้บริโภค จำนวน 50 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 point Hedonic Scale) ได้ผลดังตารางที่ 4.11

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า สิ่งทดลองที่ 5 (ดังแสดงในตารางที่ 4.11) ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้ น้ำตาล ร้อยละ 2.7 เกลือ ร้อยละ 1.3 มีคะแนนเฉลี่ยความชอบสูงสุดในคุณลักษณะรสชาติ และความชอบโดยรวมแตกต่างจากสิ่งทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนคุณลักษณะด้านสีและด้านกลิ่น ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบที่ไม่แตกต่าง แสดงว่า ระดับน้ำตาลและเกลือ ไม่มีผลต่อสีและกลิ่น ดังนั้นจึงเลือกสิ่งทดลองที่ 5 เป็นระดับที่เหมาะสมในการปรับรสชาติของข้าวตังข้าวโพดไร่

ดังนั้นส่วนประกอบของข้าวตังข้าวโพดไร่หลังจากทำการพัฒนาแล้วมีส่วนประกอบดังนี้ ข้าวหอมมะลิ ร้อยละ 17.5 ข้าวโพดไร่ ร้อยละ 8.7 น้ำตาล ร้อยละ 2.7 เกลือ ร้อยละ 1.3 และน้ำ ร้อยละ 69.8

ตารางที่ 34 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสคะแนนเฉลี่ยความชอบในคุณลักษณะต่างๆ โดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 point Hedonic Scale) จำนวน 50 คน

สิ่งทดลองที่	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส			
	สี	กลิ่นข้าวโพด	รสชาติ	ความชอบรวม
1	7.36 ± 0.31 ^c	7.32 ± 0.24 ^b	7.20 ± 0.35 ^b	7.11 ± 0.13 ^a
2	7.21 ± 0.14 ^b	7.38 ± 0.56 ^b	7.40 ± 0.65 ^c	7.10 ± 0.25 ^a
3	6.86 ± 0.33 ^a	7.31 ± 0.32 ^b	7.43 ± 0.32 ^c	7.17 ± 0.67 ^a
4	7.50 ± 0.73 ^d	7.28 ± 0.31 ^a	7.21 ± 0.41 ^b	7.32 ± 0.45 ^b
5	7.53 ± 0.11 ^d	7.39 ± 0.44 ^b	7.76 ± 0.16 ^d	7.46 ± 0.64 ^c
6	7.41 ± 0.41 ^c	7.25 ± 0.21 ^a	7.05 ± 0.33 ^a	6.98 ± 0.24 ^a

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแต่ละแถว หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4. การศึกษาอุณหภูมิ เวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งและ ในการทอดผลิตภัณฑ์ข้าวตัง ข้าวโพดไร่

การศึกษากกรรมวิธีที่เหมาะสมในการเตรียมข้าวตังทอด ตามกรรมวิธีการผลิต ดังแผนภาพที่ 2 โดยกำหนดอุณหภูมิ และเวลาในการอบแห้ง อุณหภูมิและเวลาในการทอด ปัจจัย ละ 2 ระดับ ใช้การวางแผนการทดลองแบบ 2^4 Factorial โดยอุณหภูมิในการอบ คือ 60, 80 องศาเซลเซียส เวลา 5, 6 ชั่วโมง และอุณหภูมิในการทอด 220, 230 องศาเซลเซียส 3, 5 วินาที จากนั้นพิจารณาผลิตภัณฑ์ข้าวตังทอดที่ได้จากการพองตัวโดยการหาอัตราการพองตัวด้วยการ แทนที่ของเมล็ดงา ค่าความแข็ง สีของผลิตภัณฑ์ เลือกสภาวะที่ดีที่สุดที่ทำให้ข้าวตังมีการพองตัว ที่ดี สม่่าเสมอสุกทั่วทั้งเมล็ด มีสีเหลืองทอง

ผลจากการศึกษาอุณหภูมิ เวลาที่เหมาะสมในการอบแห้งและ ในการทอดผลิตภัณฑ์ข้าวตัง ข้าวโพดไร่ดังแสดงในตารางที่ 35 อุณหภูมิและเวลามีผลต่อการพองตัว และสีอย่างเห็นได้ชัดเจน จากตารางเมื่อพิจารณาอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งพบว่า ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทำให้ ผลิตภัณฑ์สามารถพองตัวได้ดี แต่เมื่อพิจารณาเวลาในการอบแห้งข้าวตังแล้วพบว่า ที่เวลา 5 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์สามารถพองตัวได้แต่ยังมีไตของข้าวที่เห็นได้ชัดเจนและมีบางส่วนที่ไม่พองตัวเต็มที่ และ เหนียวบางส่วน สำหรับอุณหภูมิในการอบแห้งที่ 80 องศาเซลเซียส ข้าวตังที่ได้จากการอบแห้งมาก จะมีน้ำเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์น้อยเกินไป เมื่อนำมาทอดกับน้ำมันที่อุณหภูมิสูงจึงทำให้น้ำระเหย ออกอย่างรวดเร็ว ทำให้สีของผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเข้มจนถึงน้ำตาลดำ ซึ่ง Robbin (1976) กล่าวว่า อุณหภูมิของน้ำมันขณะทอดเป็นสิ่งที่สำคัญ เพราะถ้าสูงกว่า 220 องศาเซลเซียสจะทำให้ เกิดปฏิกิริยาให้สารสีน้ำตาลอย่างรวดเร็วเกินไปที่ผิวด้านนอก โดยเนื้อข้างในอาจจะยังไม่สุก เพราะฉะนั้นคุณลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ คือ มีสีเหลืองทอง พองตัวสม่ำเสมอ เนื้อสัมผัส กรอบเบา สภาวะในการอบแห้งข้าวตังข้าวโพดไร่ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยตู้อบลมร้อน จากนั้นนำมาทอดที่ 220 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วินาที มีอัตราการพองตัว 2.46 เท่า ค่าความแข็ง 7.15 นิวตัน ค่าสี $L^* 35.21$ $a^* 6.08$ $b^* 10.11$ จะทำให้ได้ข้าวตังจาก ข้าวโพดไร่ที่มีคุณลักษณะดีที่สุด

ตารางที่ 35 การศึกษาลักษณะข้าวตั้งข้าวโพดไร่ที่อุณหภูมิต่างๆ เวลาในการอบแห้งและ ในการทอดผลิตภัณฑ์ข้าวตั้งข้าวโพดไร่

สภาวะการศึกษา				ลักษณะข้าวตั้งข้าวโพดไร่
อุณหภูมิ อบแห้ง (C□)	เวลา (ชั่วโมง)	อุณหภูมิตอด (C□)	เวลา (วินาที)	
60	5	220	3	มีไตของข้าวเป็นจุดๆ เหมือนยังไม่แห้ง เมื่อนำมาทอดจึงพองตัวไม่สม่ำเสมอ เนื้อสัมผัสแข็ง
			5	มีไตของข้าวเป็นจุดๆ เหมือนยังไม่แห้ง เมื่อนำมาทอดจึงพองตัวไม่สม่ำเสมอ เนื้อสัมผัสแข็ง
		230	3	มีไตของข้าวเป็นจุดๆ สีเหลืองเข้ม เนื้อสัมผัสแข็ง
			5	มีไตของข้าวเป็นจุดๆ สีเหลืองเข้มมาก เนื้อสัมผัสแข็ง
60	6	220	3	มีสีเหลืองทอง พองตัวไม่สม่ำเสมอ เนื้อสัมผัสเหนียวบางส่วน
			5	มีสีเหลืองทอง พองตัวสม่ำเสมอ เนื้อสัมผัสกรอบเบา
		230	3	มีสีเหลืองปนน้ำตาล พองตัวบางส่วนไม่สม่ำเสมอ เนื้อสัมผัส กรอบบางมาก
			5	มีสีน้ำตาลเข้ม ใหม้ พองตัวบางส่วน
80	5	220	3	มีสีน้ำตาลเข้ม ใหม้ไม่พองตัว
			5	มีสีน้ำตาลเข้ม ใหม้เกรียม ไม่พองตัว
		230	3	มีสีน้ำตาลดำ ใหม้เกรียม ไม่พองตัว
			5	มีสีน้ำตาลดำ ไม่พองตัว
80	6	220	3	มีสีน้ำตาลดำ ใหม้เกรียม รสขม
			5	มีสีน้ำตาลดำ พองตัวบางจุด รสขม
		230	3	มีสีดำ ไม่พองตัว ใหม้เกรียม แข็ง

5 มีค่า ไม่พองตัว ใหม่เกรียม

ตารางที่ 36 การศึกษาลักษณะทางกายภาพ ผลิตภัณฑ์ข้าวตังข้าวโพดไร่

สภาวะการศึกษา			ลักษณะทางกายภาพ						
อุณหภูมิ อบแห้ง (C□)	เวลา (ชั่วโมง)	อุณหภูมิทอด (C□)	เวลา(วินาที)	อัตราการพองตัว (เท่า)	ความแข็ง (N)	ค่าสี			
						L*	a*	b*	
60	5	220	3	-	-	-	-	-	
			5	-	-	-	-	-	
	230	3	-	-	-	-	-		
		5	-	-	-	-	-		
60	6	220	3	2.33 ± 0.54 ^c	7.76 ± 0.65 ^b	29.11 ± 0.54 ^b	6.11 ± 0.76 ^{ab}	9.12 ± 0.65 ^c	
			5	2.46 ± 0.74 ^d	7.15 ± 0.07 ^a	35.21 ± 0.34 ^d	6.08 ± 0.24 ^{ab}	10.11 ± 0.54 ^d	
	230	3	2.27 ± 0.44 ^c	7.78 ± 0.43 ^b	29.58 ± 0.67 ^b	7.12 ± 0.66 ^c	7.98 ± 0.64 ^a		
		5	2.24 ± 0.14 ^c	7.71 ± 0.32 ^b	23.45 ± 0.27 ^a	7.08 ± 0.32 ^c	8.11 ± 0.25 ^b		
80	5	220	3	1.12 ± 0.78 ^a	10.17 ± 0.28 ^d	33.48 ± 0.37 ^c	7.80 ± 0.75 ^c	10.12 ± 0.54 ^d	
			5	1.11 ± 0.05 ^a	10.23 ± 0.21 ^d	25.17 ± 0.88 ^a	5.23 ± 0.48 ^a	8.04 ± 0.67 ^b	
	230	3	1.15 ± 0.43 ^a	9.20 ± 0.32 ^c	24.45 ± 0.42 ^a	5.87 ± 0.96 ^a	9.11 ± 0.96 ^c		
		5	1.98 ± 0.23 ^b	9.51 ± 0.55 ^c	24.20 ± 0.13 ^a	9.21 ± 0.43 ^d	10.41 ± 0.23 ^d		
80	6	220	3	-	-	-	-	-	
			5	-	-	-	-	-	

385

230

3

-

-

-

-

-

5

-

-

-

-

-

4. การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ผลการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาคุณภาพด้านกายภาพ คุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางจุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ พบว่า ผลิตภัณฑ์ข้าวตังข้าวโพดไร่ มีค่า a_w 0.43 อัตราการพองตัว 2.36 เท่า และค่าความแข็ง 7.15 นิวตัน ค่าสี L^* เท่ากับ 36.32 a^* เท่ากับ 7.03 และ b^* เท่ากับ 10.25 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ข้าวตังข้าวโพดไร่ (ต่อ 100 กรัม) ดังนี้คือ พลังงานทั้งหมด 500.53 กิโลแคลลอรี่ พลังงานจากไขมัน 237.33 กิโลแคลลอรี่ ไขมันทั้งหมด 26.37 กรัม ไขมันอิ่มตัว 6.27 กรัม โปรตีน 5.49 กรัม คาร์โบไฮเดรต 60.31 กรัมใยอาหาร 2.00 กรัม น้ำตาล 6.24 กรัม เกลือ 2.08 กรัม ความชื้น 5.75 กรัม โซเดียม 671.81 มิลลิกรัม วิตามินบี1 0.04 มิลลิกรัม และแคลเซียม 52.61 มิลลิกรัม สำหรับคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 50 โคโลนีต่อกรัม และยีสต์ รา 7 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ข้าวตัง ทิมผช.119/2546 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 37

ตารางที่ 37 คุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายข้าวตังข้าวโพดไร่

คุณภาพ	ปริมาณ
คุณภาพทางกายภาพ	
ค่า a_w	0.43
อัตราการพองตัว(เท่า)	2.36
ค่าความแข็ง (Hardness) (N)	7.15
ค่าสี L^*	36.32
a^*	7.03
b^*	10.25
คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์	
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	50
ยีสต์แลร่า(โคโลนีต่อกรัม)	7
คุณค่าทางโภชนาการ (ต่อผลิตภัณฑ์ 100 กรัม)	
ความชื้น (กรัม)	5.75
ไขมันทั้งหมด (กรัม)	26.37
ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	6.27
โคเลสเตอรอล	0.00
โปรตีน (กรัม)	5.49
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	60.31
ใยอาหาร (กรัม)	2.00
น้ำตาล (กรัม)	6.24
โซเดียม (มิลลิกรัม)	671.81
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.04
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	52.61
เถ้า (กรัม)	2.08
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	500.53
พลังงานจากไขมัน (กิโลแคลอรี)	237.33

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ข้าวตังข้าวโพดไ้มีคุณลักษณะที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ คือ มีสีเหลืองทอง พองตัวสม่ำเสมอ เนื้อสัมผัสกรอบเบาซึ่งได้สภาวะในการอบแห้งข้าวตังข้าวโพดไ้ที่อุณหภูมิ 60 C □เป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยตู้อบลมร้อน จากนั้นนำมาทอดที่ 220 C □เป็นเวลา 5 วินาทีโดยทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 คน ในจังหวัดลพบุรี และประเมินความชอบโดยวิธี 9 Point hedonic scale จากนั้นทำการวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้ายทางด้านกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 93 ให้คะแนนความชอบกลิ่น(ข้าวโพด) ระดับปานกลางค่อนข้างมาก (7.43 คะแนน) และความพองกรอบ ระดับปานกลาง (7.36 คะแนน) คะแนนความชอบรวมปานกลาง(7.05 คะแนน) ดังตารางที่ 38

ตารางที่ 38 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์สุดท้ายของข้าวตังข้าวโพดไ้ โดยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 point Hedonic Scale) จำนวน 100 คน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส (n = 100 คน)						
ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความพองกรอบ	การยึดเกาะ	ความชอบโดยรวม
7.04± 0.23	7.21± 0.23	7.43± 0.23	7.12± 0.23	7.36± 0.23	7.02± 0.23	7.08± 0.23

5. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ที่อายุการเก็บรักษาต่างๆ

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการเก็บรักษาข้าวตังข้าวโพดไ้ โดยบรรจุในถุงบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (Polypropylene: PP) สภาวะสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิห้อง (25-37 C □)เป็นเวลา 35 วัน ได้ทำการศึกษาคูณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 -Point hedonic scale) คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ความหืน คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่า a_w ดังตารางที่ 39 ได้ผลดังนี้

ด้านคุณภาพทางจุลินทรีย์ โดยศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 45-50 โคโลนีต่อกรัม ยีสต์และรา มีค่าเท่ากับ 6 – 8 โคโลนีต่อกรัม ผลิตภัณฑ์ข้าวตังข้าวโพดไ้ที่เก็บรักษาวันที่ 35 และวันที่ 0 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อยีสต์ รา อยู่ในเกณฑ์ของ มพช.119/2546 (จุลินทรีย์ไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อกรัม ยีสต์และรา ไม่เกิน 10 โคโลนีต่อกรัม)

ด้านคุณภาพทางเคมี ปริมาณความชื้นและความหืน ที่เก็บรักษาอุณหภูมิห้อง(25-37 C□) เป็นเวลา 35 วัน เมื่อเก็บรักษานานขึ้น พบว่า ปริมาณความชื้นมีค่า (5.34 -5.51) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สำหรับค่า a_w (0.22-0.27) มีค่าต่ำและไม่มีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p > 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์พลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน มีคุณสมบัติจำกัดในการซึมผ่านของอากาศและความชื้น(Erickson, 1982) ส่งผลให้ค่าความหืนมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (0.98 – 1.34) เมื่อเก็บรักษาเนื่องจากไม่มีออกซิเจนซึ่งมีบทบาทในการเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน(นิตินยา รัตนปนนท์, 2549) เป็นผลทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้น้อย ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ที่การเก็บรักษา 35 วัน

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ โดยพิจารณาปัจจัยในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นข้าวโพด ความพองกรอบโดยทำการทดสอบทุก ๆ 7 วัน ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า ด้านลักษณะปรากฏ การเก็บรักษาในวันที่ 0 มีคะแนนความชอบ 7.40 ซึ่งแตกต่างกับวันที่ 7- 14 (7.20 – 7.32) ซึ่งมีคะแนนโดยภาพรวมอยู่ในระดับความชอบปานกลาง ในด้านสีผู้บริโภครู้สึกให้คะแนนเฉลี่ย อยู่มนระดับความชอบปานกลาง (7.11- 7.30) ซึ่งในวันที่ 0 มีคะแนนความชอบด้านสี สูงสุดซึ่งไม่มีความแตกต่างกับวันที่ 7 และในวันที่ 14 – 35 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 เมื่อพิจารณาด้านกลิ่นข้าวโพดและความพองกรอบของข้าวตัวข้าวโพดไร้พบว่าตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 39 การทดสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี ด้านจุลินทรีย์ และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ช่วงการเปลี่ยนแปลงอายุการเก็บรักษาต่างๆ

วัน	ด้านกายภาพ	ด้านเคมี		ด้านจุลินทรีย์		ลักษณะทางประสาทสัมผัส			
	ค่า a_w ^{ns}	ความชื้น (ร้อยละ) ^{ns}	ความหืน (มีลิกกรัมมาโลดีไฮด์ ต่อกิโลกรัม) ^{ns}	จุลินทรีย์ ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม) ^{ns}	ยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม) ^{ns}	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่นข้าวโพด ^{ns}	ความพองกรอบ ^{ns}
0	0.23 ± 0.13	5.34 ± 0.15	0.98 ± 0.57	45	6	7.40 ± 0.33 ^b	7.30 ± 0.31 ^b	7.21 ± 0.08	7.09 ± 0.45
7	0.22 ± 0.97	5.44 ± 0.23	1.03 ± 0.62	46	7	7.32 ± 0.21 ^{ab}	7.22 ± 0.13 ^{ab}	7.32 ± 0.11	7.11 ± 0.16
14	0.25 ± 0.23	5.38 ± 0.28	1.10 ± 0.21	45	7	7.23 ± 0.26 ^a	7.14 ± 0.03 ^a	7.26 ± 0.21	7.13 ± 0.21
21	0.25 ± 0.13	5.42 ± 0.22	1.10 ± 0.34	47	7	7.22 ± 0.86 ^a	7.12 ± 0.33 ^a	7.19 ± 0.73	7.14 ± 0.03
28	0.25 ± 0.98	5.43 ± 0.54	1.23 ± 0.11	48	8	7.25 ± 0.15 ^a	7.06 ± 0.82 ^a	7.15 ± 0.34	7.07 ± 0.65
35	0.27 ± 0.26	5.51 ± 0.65	1.34 ± 0.19	50	8	7.20 ± 0.96 ^a	7.11 ± 0.44 ^a	7.21 ± 0.42	7.14 ± 0.39

หมายเหตุ อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดที่มีใยอาหารสูง

1. ผลการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่มีใยอาหารสูงจากแป้งข้าวโพดไร่

จากการสำรวจพฤติกรรมและความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบกับ ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่ชื่นชอบการรับประทานข้าวเกรียบ ซึ่งมีอายุระหว่าง 15-60 ปีที่อาศัยอยู่ใน จังหวัดลพบุรี และจังหวัดใกล้เคียง จำนวน 140 คน เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ พบว่าผู้บริโภคเป็นเพศชาย ร้อยละ 51.4 และเพศหญิง ร้อยละ 48.6 โดยส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 31-45 ปี ร้อยละ 47.1 ประกอบอาชีพนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 31.4 รองลงมาประกอบอาชีพพ่อบ้าน/แม่บ้าน และธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 20.7 โดยที่ผู้บริโภคส่วนมากจบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. ร้อยละ 32.9 รองลงมาคือปริญญาตรี และอนุปริญญา/ปวส. ร้อยละ 27.1 และ 21.1 ตามลำดับ และผู้บริโภคมีรายได้เฉลี่ยน้อยกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 43.6 ผลการทดลองแสดงดัง ตารางที่ 40

ตารางที่ 40 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค

	ร้อยละ
n = 140 คน	
ข้อมูล	ร้อยละ
เพศ	
- ชาย	51.4
- หญิง	48.6
อายุ	
- 15-30 ปี	37.1
- 31-45 ปี	47.1
- 46-60 ปี	15.7

ตารางที่ 40 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภค (ต่อ)

n = 140 คน

ข้อมูล	ร้อยละ
อาชีพ	
- ข้าราชการ	14.3
- พนักงานมหาวิทยาลัย	12.2
- พนักงานเอกชน	11.4
- พ่อบ้าน/แม่บ้าน	20.7
- ธุรกิจส่วนตัว	20.7
- พนักงานรัฐวิสาหกิจ	5.0
- นักเรียน/นักศึกษา	31.4
- อื่นๆ	5.0
การศึกษา	
- ประถมศึกษา	5.7
- มัธยมศึกษาตอนต้น	10.0
- มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	32.9
- อนุปริญญา/ปวส.	22.1
- ปริญญาตรี	27.1
- สูงกว่าปริญญาตรี	2.1
รายได้ต่อเดือน	
- < 10,000 บาท	43.6
- 10,001-20,000 บาท	7.1
- 20,001-30,000 บาท	6.5
- 30,001-40,000 บาท	42.1
- 40,001 บาทขึ้นไป	0.7

จากผลสำรวจพฤติกรรมการบริโภคข้าวเกรียบของผู้บริโภคกับกลุ่มเป้าหมายซึ่งมีอายุระหว่าง 15-60 ปีที่อาศัยอยู่ในจังหวัดลพบุรี และจังหวัดใกล้เคียง จำนวน 140 คน เพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมการบริโภคข้าวเกรียบของผู้บริโภค จากผลการสำรวจพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เคยรับประทานข้าวเกรียบที่มีรูปร่างเป็นวงกลม ร้อยละ 83.6 ขนาด 4×4 เซนติเมตร² ร้อยละ 67.1 จำนวนชิ้นในการบริโภคแต่ละครั้ง คือมากกว่า 20 ชิ้น ร้อยละ 47.1 ส่วนใหญ่ผู้บริโภคจะรับประทานข้าวเกรียบเปล่า ร้อยละ 58.6 ซื้อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบจากร้านขายของชำ ร้อยละ 23.6 รองลงมาซื้อจากร้านสะดวกซื้อ เช่น 7-eleven ร้อยละ 19.0 และซูเปอร์มาร์เกต ร้อยละ 12.4 เหตุผลในการซื้อข้าวเกรียบของผู้บริโภค คือราคาถูก รสชาติอร่อย และสะดวกในการซื้อ ร้อยละ 40.0, 34.1 และ 18.5 ตามลำดับ และเมื่อทานไม่หมดผู้บริโภคส่วนใหญ่จะเก็บข้าวเกรียบโดยการมัดปากถุงและเก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้อง ร้อยละ 82.9 ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 40

ตารางที่ 41 ข้อมูลพฤติกรรมการบริโภคข้าวเกรียบของผู้บริโภค

n = 140 คน

ข้อมูล	ร้อยละ
รูปร่างของข้าวเกรียบที่เคยรับประทาน	
- รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	8.6
- รูปสามเหลี่ยม	5.0
- รูปวงกลม	83.6
- รูปดาว	0.7
- อื่นๆ	2.1
ขนาดของข้าวเกรียบที่เคยรับประทาน	
- 2×2 เซนติเมตร ²	2.1
- 4×4 เซนติเมตร ²	67.1
- 6×6 เซนติเมตร ²	27.9
- 8×8 เซนติเมตร ²	2.9

ตารางที่ 41 ข้อมูลพฤติกรรมกรรมการบริโภคข้าวเกรียบของผู้บริโภค (ต่อ)

n = 140 คน

ข้อมูล	ร้อยละ
จำนวนชิ้นที่รับประทานในแต่ละครั้ง	
- 1-5 ชิ้น	3.6
- 6-10 ชิ้น	10.0
- 16-20 ชิ้น	39.3
- มากกว่า 20 ชิ้น	47.1
การรับประทานข้าวเกรียบ	
- ข้าวเกรียบเปล่า	58.6
- ทานกับน้ำพริกเผา	14.3
- ทานกับอาหารคาว	1.4
- ทานกับซอสพริก/มะเขือเทศ	27.7
สถานที่ซื้อ	
- ร้าน OTOP	8.9
- ห้างสรรพสินค้า	6.2
- ร้านขายของชำ	23.6
- ร้านค้าริมทาง	11.0
- ป้ายน้ำมัน	10.2
- ซุปเปอร์มาเก็ต	12.4
- หาบเร่	8.6
- ร้านสะดวกซื้อ เช่น 7-eleven	19.0
เหตุผลที่ซื้อ	
- ราคาถูก	40.0
- สะดวกในการซื้อ	18.5
- รสชาติอร่อย	34.1
- มีคุณค่าทางโภชนาการ	7.0
- อื่นๆ	7.0

ตารางที่ 41 ข้อมูลพฤติกรรมกรรมการบริโภคข้าวเกรียบของผู้บริโภค (ต่อ)

n = 140 คน

ข้อมูล	ร้อยละ
วิธีการเก็บรักษา	
- มัดปากถุงเก็บแบบแช่เย็น	16.4
- มัดปากถุงเก็บที่อุณหภูมิห้อง	82.9
- ไม่มีมัดปากถุงเก็บที่อุณหภูมิห้อง	0.7

จากผลสำรวจความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดที่มีใยอาหารสูงกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายมีอายุระหว่าง 15-60 ปีที่อาศัยอยู่ในจังหวัดลพบุรี และจังหวัดใกล้เคียง จำนวน 140 คน พบว่าผู้บริโภคต้องการให้ข้าวเกรียบข้าวโพดที่มีใยอาหารสูงมีรูปร่างเป็นวงรี ร้อยละ 35.0 มีขนาด 4 × 4 เซนติเมตร² ร้อยละ 64.3 บรรจุในถุงพลาสติกแบบปิดสนิททั้ง 4 ด้านมีแผ่นรองกันกระแทก ร้อยละ 27.9 มีกลิ่นของข้าวโพดปานกลาง ร้อยละ 59.3 และมีราคา 20 บาท ร้อยละ 67.9 แสดงผลดังตารางที่ 42

ตารางที่ 42 ข้อมูลความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดที่มีใยอาหารสูง

n = 140 คน

ข้อมูล	ร้อยละ
รูปร่างของข้าวเกรียบ	
- รูปวงกลม	26.4
- รูปวงรี	35.0
- รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	3.6
- รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	8.6
- รูปสามเหลี่ยม	13.6
- รูปดาว	12.9

ตารางที่ 42 ข้อมูลความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดที่มีใยอาหารสูง (ต่อ)

n = 140 คน

ข้อมูล	ร้อยละ
ขนาดของข้าวเกรียบ	
- 2×2 เซนติเมตร ²	10.0
- 4 ×4 เซนติเมตร ²	64.3
- 6×6 เซนติเมตร ²	19.3
- 8×8 เซนติเมตร ²	5.0
- อื่นๆ	1.4
ภาชนะบรรจุ	
- กล่องกระดาษ	9.3
- กล่องพลาสติก	16.4
- กระจุกพลาสติกทรงสูง	14.3
- ถุงพลาสติกแบบปิดสนิททั้ง 4 ด้าน	16.4
- ถุงพลาสติกแบบปิดสนิททั้ง 4 ด้านมีแผ่นรองกันกระแทก	27.9
- ถุงพลาสติกแบบปิดปากถุงด้านบน	10.0
- ถุงพลาสติกแบบปิดปากถุงด้านบนมีแผ่นรองกันกระแทก	5.7
กลิ่นข้าวโพด	
- กลิ่นเล็กน้อย	15.7
- กลิ่นปานกลาง	59.3
- กลิ่นมาก	25.0
ราคาข้าวเกรียบ	
- 15 บาท	12.1
- 20 บาท	67.9
- 25 บาท	12.1
- 30 บาท	7.1
- 35 บาท	0.7

2. การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดสูตรพื้นฐาน

จากการศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพ คุณภาพด้านเคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดสูตรพื้นฐานจากแป้งมันสำปะหลัง พบว่าค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดสูตรพื้นฐาน มีค่า a_w เท่ากับ 0.39 และค่าความแข็งเท่ากับ 2.84 นิวตัน ค่าคุณภาพทางเคมี มีปริมาณใยอาหาร ร้อยละ 1.04 ค่าความชื้น ร้อยละ 2.17 และมีค่าความหืน เท่ากับ 0.90 มิลลิกรัมมาโลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม จากการตรวจค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์เท่ากับ 25 โคโลนีต่อกรัม และตรวจไม่พบยีสต์และรา แสดงผลดังตารางที่ 42 และค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสจากการให้คะแนนความชอบของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่มีอายุระหว่าง 15-60 ปี และชื่นชอบการรับประทานข้าวโพด จำนวน 50 คน พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นของข้าวโพด ความแข็ง รสชาติ การอมน้ำมัน และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับความชอบปานกลาง (7.13-7.87 คะแนน) แสดงผลดังตารางที่ 43

ตารางที่ 43 ค่าคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดสูตรพื้นฐาน

ค่าคุณภาพ	ข้าวเกรียบสูตรพื้นฐาน
ค่าคุณภาพทางกายภาพ	
ค่า a_w	0.39 ± 0.04
ค่าความแข็ง (นิวตัน)	2.84 ± 0.02
ค่าคุณภาพทางเคมี	
ใยอาหาร (ร้อยละ)	1.04 ± 0.12
ความชื้น (ร้อยละ)	2.17 ± 0.09
ความหืน (มิลลิกรัมมาโลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม)	0.90 ± 0.02
ค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์	
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	25
ยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม)	ตรวจไม่พบ

ตารางที่ 44 ค่าคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวโพดสูตรพื้นฐาน

n = 50 คน

ค่าคุณภาพ	ข้าวเหนียวสูตรพื้นฐาน
ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส	
ลักษณะปรากฏ	7.27 ± 0.28
สี	7.83 ± 0.35
กลิ่นของข้าวโพด	7.13 ± 0.27
ความแข็ง	7.87 ± 0.32
รสชาติ	7.60 ± 0.29
การอมน้ำมัน	7.43 ± 0.34
ความชอบโดยรวม	7.80 ± 0.31

3. ผลการศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพดไร่ และน้ำเปล่า ในผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวโพดสูตรพื้นฐาน

จากการศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพดไร่ และน้ำเปล่า ในผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวโพดสูตรพื้นฐาน พบว่าค่าคุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวโพดในสิ่งทดลองที่ 1, 3, 4, 5 และ 8 มีค่า a_w น้อยที่สุด และแตกต่างจากสิ่งทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ค่าความแข็งของสิ่งทดลองทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และไม่แตกต่างจากสูตรพื้นฐาน แสดงผลดังตารางที่ 44

ค่าคุณภาพทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวโพดในด้านความชื้น พบว่าสิ่งทดลองที่ 5 และ 7 มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด และแตกต่างจากสิ่งทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ในขณะที่ความหืนของสิ่งทดลองที่ 1, 2 และ 5 พบว่ามีค่าความหืนน้อยที่สุด และแตกต่างจากสิ่งทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่สิ่งทดลองที่ 1 มีค่าความหืนไม่แตกต่างจากสูตรพื้นฐาน แสดงผลดังตารางที่ 45

ตารางที่ 45 ค่าคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางเคมี ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพด ใน การศึกษาอัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพดไร่ และน้ำเปล่า

สิ่งทดลอง	ค่าคุณภาพทางกายภาพ			ค่าคุณภาพทางเคมี	
	ค่า a_w	ค่าความแข็ง ^(ns) (นิวตัน)	ค่าความชื้น (ร้อยละ)	ความหืน (มิลลิกรัมมาโลดีไฮด์ ต่อกิโลกรัม)	ใยอาหาร (ร้อยละ)
1	0.35 ± 0.03 ^a	2.81 ± 0.15	2.18 ± 0.17 ^b	0.90 ± 0.08 ^a	1.52 ± 0.13 ^b
2	0.41 ± 0.09 ^{bc}	2.82 ± 0.25	2.59 ± 0.24 ^d	0.92 ± 0.05 ^a	1.51 ± 0.22 ^b
3	0.35 ± 0.02 ^a	2.83 ± 0.23	2.63 ± 0.26 ^c	0.98 ± 0.09 ^c	1.64 ± 0.16 ^c
4	0.35 ± 0.02 ^a	2.88 ± 0.14	2.62 ± 0.17 ^c	0.94 ± 0.09 ^b	1.62 ± 0.19 ^c
5	0.31 ± 0.09 ^a	2.88 ± 0.21	2.09 ± 0.18 ^a	0.91 ± 0.03 ^a	1.49 ± 0.31 ^b
6	0.42 ± 0.08 ^c	2.84 ± 0.18	2.98 ± 0.24 ^f	0.99 ± 0.04 ^c	1.47 ± 0.18 ^b
7	0.40 ± 0.07 ^{bc}	2.88 ± 0.14	2.12 ± 0.19 ^a	0.98 ± 0.02 ^c	1.60 ± 0.26 ^c
8	0.36 ± 0.02 ^a	2.87 ± 0.23	2.18 ± 0.23 ^b	0.94 ± 0.06 ^b	1.58 ± 0.23 ^c
สูตรพื้นฐาน	0.38 ± 0.06 ^b	2.84 ± 0.22	2.34 ± 0.24 ^c	0.92 ± 0.05 ^a	1.03 ± 0.16 ^a

หมายเหตุ: ^{a-i} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งที่มีอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการทดสอบค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่มีอายุระหว่าง 15-60 ปี และชื่นชอบการรับประทานข้าวโพด จำนวน 50 คน พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบ ทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นข้าวโพด รสชาติ และความชอบโดยรวมของสิ่งทดลองที่ 1 มากกว่า สิ่งทดลองอื่นๆ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยให้คะแนนความชอบ ใกล้เคียงกับสูตรพื้นฐานมากที่สุด แสดงผลดังตารางที่ 46

ตารางที่ 46 ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพด ในการศึกษา อัตราส่วนของแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพดไร่ และน้ำเปล่า

n = 50 คน

สิ่งทดลอง	ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส						
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่นข้าวโพด	ความแข็ง	รสชาติ	การอมน้ำมัน	ความชอบโดยรวม
1	6.80 ± 0.25 ^f	7.03 ± 0.24 ^f	6.47 ± 0.28 ^c	6.67 ± 0.33 ^c	6.77 ± 0.33 ^c	6.23 ± 0.31 ^c	6.87 ± 0.29 ^c
2	6.60 ± 0.20 ^c	6.63 ± 0.31 ^c	6.47 ± 0.28 ^d	6.67 ± 0.29 ^d	6.43 ± 0.23 ^b	6.03 ± 0.31 ^b	6.77 ± 0.26 ^c
3	6.13 ± 0.12 ^{bc}	6.33 ± 0.21 ^a	6.37 ± 0.23 ^{bc}	6.57 ± 0.27 ^b	6.67 ± 0.35 ^d	6.07 ± 0.32 ^b	6.70 ± 0.32 ^b
4	6.37 ± 0.33 ^d	6.90 ± 0.38 ^c	6.33 ± 0.29 ^{ab}	6.67 ± 0.37 ^c	6.47 ± 0.31 ^b	6.23 ± 0.28 ^c	6.83 ± 0.32 ^d
5	6.13 ± 0.28 ^c	6.80 ± 0.35 ^d	6.40 ± 0.29 ^{bc}	6.53 ± 0.26 ^b	6.67 ± 0.27 ^d	6.23 ± 0.30 ^c	6.70 ± 0.33 ^b
6	6.87 ± 0.38 ^e	7.03 ± 0.26 ^f	6.40 ± 0.31 ^{cd}	6.73 ± 0.35 ^d	6.73 ± 0.39 ^d	6.27 ± 0.27 ^c	6.83 ± 0.28 ^d
7	6.10 ± 0.20 ^{ab}	6.43 ± 0.24 ^b	6.33 ± 0.33 ^a	6.27 ± 0.27 ^a	6.20 ± 0.32 ^a	5.90 ± 0.29 ^a	6.37 ± 0.33 ^a
8	6.07 ± 0.21 ^a	6.80 ± 0.18 ^d	6.30 ± 0.23 ^a	6.63 ± 0.29 ^c	6.57 ± 0.21 ^c	6.33 ± 0.38 ^d	6.37 ± 0.35 ^a
สูตรพื้นฐาน	7.23 ± 0.29 ^h	7.79 ± 0.27 ^g	7.18 ± 0.27 ^f	7.82 ± 0.38 ^f	7.63 ± 0.29 ^f	7.48 ± 0.34 ^e	7.77 ± 0.28 ^f

หมายเหตุ: ^{a-i} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในแนวตั้งที่มีอักษรต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ดังนั้นจึงเลือกสิ่งทดลองที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยแป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 29.1 แป้งข้าวโพดไร่ ร้อยละ 14.5 น้ำเปล่า ร้อยละ 19.4 เมล็ดข้าวโพดไร่บดละเอียด ร้อยละ 26.0 กระเทียม ร้อยละ 3.0 น้ำตาลทราย ร้อยละ 4.0 เกลือป่น ร้อยละ 1.0 ผงฟู ร้อยละ 2.0 และพริกไทย ร้อยละ 1.0 เป็นสูตรที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการศึกษาปริมาณใยอาหารในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดเพื่อให้มีใยอาหารสูงตามที่บัญชีสารอาหารแนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) ต่อไป

4. ผลการศึกษาสูตรผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดที่มีใยอาหารสูง

ผลการสร้างสูตรผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดที่มีใยอาหารสูง โดยพิจารณาจากน้ำหนักผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพด เท่ากับ 100 กรัม เพื่อให้มีปริมาณใยอาหารสูงตามข้อมูลคุณค่าทางโภชนาการตามบัญชีสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai recommended daily intakes - Thai RDI) คือมีปริมาณใยอาหารมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 15 ที่ Thai RDI กำหนด หรือเท่ากับ 3.75 กรัมต่อข้าวเกรียบสำเร็จรูป 100 กรัม ซึ่งผลการคำนวณสูตรผลิตภัณฑ์โดยมีข้อจำกัดด้านคุณค่าทางโภชนาการและมีราคาต่ำสุด แหล่งของใยอาหารที่มีอยู่ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพด ได้จากแป้งข้าวโพดไร้ เมล็ดข้าวโพดไร้บดละเอียด กระเทียมบดละเอียด พริกไทยป่น และอินนูลิน แสดงปริมาณใยอาหารของส่วนผสมดังตารางที่ 46 โดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เชิงสำเร็จรูป Lindo พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดที่ได้จากการคำนวณมีปริมาณใยอาหารเป็นไปตามข้อกำหนด แสดงส่วนผสมดังตารางที่ 47

ตารางที่ 47 ปริมาณใยอาหารของส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพด

ส่วนผสม	ใยอาหาร (ต่อ 100 กรัม)
แป้งมันสำปะหลัง *	-
แป้งข้าวโพดไร้	3.34
เมล็ดข้าวโพดไร้บดละเอียด	3.54
กระเทียมบดละเอียด *	1.80
น้ำตาลทราย *	-
เกลือป่น *	-
น้ำเปล่า *	-
ผงฟู *	-
พริกไทยป่น *	6.10
อินนูลิน	90.00

หมายเหตุ : * ข้อมูลจากกองโภชนาการ (2544)

ตารางที่ 48 ส่วนผสมที่ได้จากการคำนวณปริมาณใยอาหาร โดยใช้เทคนิคโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เชิงสำเร็จรูป Lindo ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพด

ส่วนผสม	ร้อยละ
แป้งมันสำปะหลัง	21.5
แป้งข้าวโพดไร่	15.0
เมล็ดข้าวโพดไร่บดละเอียด	29.2
กระเทียมบดละเอียด	3.0
น้ำตาลทราย	4.5
เกลือป่น	1.5
น้ำเปล่า	20.0
ผงฟู	2.0
พริกไทยป่น	1.0
อินนูลิน	2.3

5. ผลการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

จากการศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดที่มีใยอาหารสูงพบว่าผลิตภัณฑ์มีค่าคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสดังนี้ ค่าคุณภาพทางกายภาพ มีค่า a_w 0.39 และค่าความแข็ง 2.87 นิวตัน คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ มีค่าความชื้น 3.88 กรัม ไขมันทั้งหมด 13.44 กรัม ไขมันอิ่มตัว 2.64 กรัม โคลเลสเตอรอล 0 มิลลิกรัม โปรตีน 3.34 กรัม คาร์โบไฮเดรต 75.75 กรัม ใยอาหาร 4.57 กรัม น้ำตาล 9.05 กรัม โซเดียม 1,057.90 มิลลิกรัม วิตามินบี 1 0.05 มิลลิกรัม แคลเซียม 129.99 มิลลิกรัม เหล็ก 0.58 มิลลิกรัม พลังงานทั้งหมด 437.32 กิโลแคลอรี พลังงานจากไขมัน 120.96 กิโลแคลอรี และเถ้า 3.59 กรัม แสดงผลดังตารางที่ 49

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภครุ่นเป้าหมายที่มีอายุระหว่าง 15-60 ปี และชื่นชอบการรับประทานข้าวโพด จำนวน 100 คน พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบต่อผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดที่มีใยอาหารสูงอยู่ในระดับความชอบปานกลาง (7.03-7.23 คะแนน) โดยที่ให้

คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ 7.03 คะแนน ด้านสีของผลิตภัณฑ์ 7.23 คะแนน ด้านกลิ่นของข้าวโพด 7.06 คะแนน ด้านความแข็งของผลิตภัณฑ์ 7.17 คะแนน ด้านรสชาติ 7.14 คะแนน ด้านการอมน้ำมัน 7.06 คะแนน และด้านความชอบโดยรวม 7.17 คะแนน จากการตรวจค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่ามีจุลินทรีย์ทั้งหมด 28 โคโลนีต่อกรัม โดยที่ไม่พบปริมาณยีสต์และรา ซึ่งมีค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียวที่ทาง มพช. 107/2546 กำหนด แสดงผลดังตารางที่ 50

ตารางที่ 49 ค่าคุณภาพทางด้านทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเหนียว ข้าวโพดที่มีใยอาหารสูง

คุณภาพ	ข้าวเหนียวข้าวโพดที่มีใยอาหารสูง
ค่าคุณภาพทางกายภาพ	
ค่า a_w	0.39 ± 0.04
ค่าความแข็ง (นิวตัน)	2.87 ± 0.02
คุณค่าทางโภชนาการ (ต่อผลิตภัณฑ์ 100 กรัม)	
ความชื้น (กรัม)	3.88
ไขมันทั้งหมด (กรัม)	13.44
ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	2.64
โปรตีน (กรัม)	3.34
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	75.75
ใยอาหาร (กรัม)	4.57
น้ำตาล (กรัม)	9.05
โซเดียม (มิลลิกรัม)	1,057.90
วิตามินบี 1 (มิลลิกรัม)	0.05
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	129.99
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.58
ถั่ว (กรัม)	3.59
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	437.32
พลังงานจากไขมัน (กิโลแคลอรี)	120.96

ตารางที่ 50 ค่าคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส และจุลินทรีย์ ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดที่มี
ใยอาหารสูง

คุณภาพ	ข้าวเกรียบข้าวโพดที่มีใยอาหารสูง
ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัส (n = 100 คน)	
ลักษณะปรากฏ	7.03 ± 0.21
สี	7.23 ± 0.28
กลิ่นของข้าวโพด	7.06 ± 0.35
ความแข็ง	7.17 ± 0.29
รสชาติ	7.14 ± 0.39
การอมน้ำมัน	7.06 ± 0.29
ความชอบโดยรวม	7.17 ± 0.35
ค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์	
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	28
ยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม)	ตรวจไม่พบ

6. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดที่มีใยอาหารสูง

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่มีใยอาหารสูงจากแป้งข้าวโพดไร่
ที่บรรจุในถุงพลาสติกแบบปิดสนิททั้ง 4 ด้าน มีแผ่นรองกันกระแทก ทำการเก็บรักษาที่
อุณหภูมิห้อง (25-37 °C) เป็นระยะเวลา 35 วัน โดยทำการวัดคุณภาพในวันที่ 0, 7, 14, 21, 28 และ
35 พบว่าคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดที่มีใยอาหารสูง
ที่เก็บรักษาตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 35 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความ
เชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยที่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์
ชุมชนผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ มพช. 107/2546 กำหนดไว้ ผลการวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางกายภาพ
เคมี และจุลินทรีย์ แสดงผลตารางที่ 51

ตารางที่ 51 ค่าคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดที่มีใยอาหารสูง ที่อายุการเก็บรักษาต่างๆ

คุณภาพ	ระยะเวลาการเก็บรักษา					
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	วันที่ 28	วันที่ 35
ค่าคุณภาพทางกายภาพ ^(ns)						
ค่า a _w	0.39 ± 0.04	0.39 ± 0.08	0.40 ± 0.07	0.40 ± 0.07	0.41 ± 0.06	0.41 ± 0.07
ค่าความกรอบ (นิวตัน)	2.87 ± 0.18	2.88 ± 0.14	2.85 ± 0.15	2.82 ± 0.11	2.83 ± 0.12	2.81 ± 0.17
ค่าคุณภาพทางเคมี ^(ns)						
ค่าความชื้น (ร้อยละ)	3.86 ± 0.24	3.88 ± 0.32	3.87 ± 0.27	3.87 ± 0.23	3.87 ± 0.29	3.87 ± 0.18
ความชื้น(มิลลิกรัมมาโลดีไฮด์ต่อกิโลกรัม)	0.91 ± 0.08	0.92 ± 0.07	0.92 ± 0.07	0.93 ± 0.09	0.94 ± 0.06	0.94 ± 0.07
ค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์ ^(ns)						
จุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนีต่อกรัม)	27	28	28	30	31	31
ยีสต์และรา (โคโลนีต่อกรัม)	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ

หมายเหตุ : ^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p > 0.05)

จากการวัดค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดที่มีใยอาหารสูง ที่อายุการเก็บรักษานาน 35 วัน เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบวันที่ 0 พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นของข้าวโพด ความกรอบ รสชาติ การอมน้ำมัน และความชอบโดยรวม ของข้าวเกรียบที่เก็บรักษาไว้นาน 35 วัน ไม่แตกต่างกันกับข้าวเกรียบในวันที่ 0 หรือข้าวเกรียบที่เพิ่งผลิตเสร็จ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงผลดังตารางที่ 52

ตารางที่ 52 ค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบข้าวโพดที่มีใยอาหารสูงที่เก็บรักษาในวันที่ 0 เปรียบเทียบกับวันที่ 35

n = 50 คน

คุณลักษณะ	ระยะเวลาการเก็บรักษา	
	วันที่ 0	วันที่ 35
ลักษณะปรากฏ ^(ns)	7.10 ± 0.21	7.08 ± 0.23
สี ^{ns}	7.22 ± 0.18	7.18 ± 0.21
กลิ่นของข้าวโพด ^(ns)	7.10 ± 0.22	7.05 ± 0.25
ความกรอบ ^(ns)	7.15 ± 0.27	7.12 ± 0.19
รสชาติ ^{ns}	7.11 ± 0.29	7.09 ± 0.27
การอมน้ำมัน ^{ns}	7.08 ± 0.19	7.07 ± 0.20
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.11 ± 0.23	7.10 ± 0.26

หมายเหตุ: ^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)