รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว

Development of Food Product from Longan (*Dimocarpus longan* Lour) for Agriculturist Groups in Sakaeo Province

นางสาวนรินทร์ เจริญพันธ์
นางสาวเพราเพ็ญ รัตนดี
นายชัยพร แพภิรมย์รัตน์

โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
มหาวิทยาลัยบูรพา

สัญญาเลขที่ 5/2560

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกร จังหวัดสระแก้ว

Development of Food Product from Longan (*Dimocarpus longan* Lour) for Agriculturist Groups in Sakaeo Province

นางสาวนรินทร์ เจริญพันธ์
คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา
นางสาวเพราเพ็ญ รัตนดี
วิทยาลัยชุมชนตราด
นายชัยพร แพภิรมย์รัตน์
ที่ว่าการอำเภอคลองหาด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยบูรพาผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 5/2560

บทคัดย่อ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาสภาวะและสูตรการผลิตที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย จากการนำลำไยสดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารทั้งหมด 8 ชนิด คือ ลำไยอบแห้ง ผงปรุงรสลำไย วุ้นลำไย วุ้นกรอบลำไย ขนมถ้วยลำไยเพื่อสุขภาพ เครื่องดื่มน้ำลำไยเห็ดหลินจือ แยมลำไย และ ขนมถ้วยฟูลำไย โดยประเมินคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพ และลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่า ลำไยอบแห้งสำหรับบริโภคเป็นอาหารว่าง ซึ่งต้องการสีเหลืองทองน่ารับประทาน เนื้อสัมผัสไม่แห้งแข็งเกินไป ควรใช้อุณหภูมิต่ำในการอบคือช่วง 50-60 องศาเซลเซียส แต่หากต้องการให้ลำไยอบแห้งมีปริมาณความชื้นต่ำ เก็บรักษาได้นานขึ้น หรือต้องการนำไปแปรรูปในลักษณะของลำไยผง ควรอบด้วยอุณหภูมิสูง 70-80 องศาเซลเซียส ในส่วนของผลิตภัณฑ์อาหารอีก 7 ชนิดที่เหลือเป็นการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิต พบว่า สูตรที่เหมาะสมในการผลิตผงปรุงรสลำไยเพื่อสุขภาพประกอบด้วย เกลือโซเดียมคลอไรด์ 15 กรัม โพแทสเซียมคลอไรด์ 5 กรัม น้ำตาล 28 กรัม ลำไยผง 32 กรัม เนื้อปลาผง 16 กรัม พริกไทยผง 2 กรัม และ กระเทียมผง 2 กรัม ด้านคุณค่าทางโภชนาการของผงปรุงรส พบว่า มีปริมาณโปรตีนสูงถูงร้อยละ 12.50 และมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ 535.46 มิลลิกรัม Trolox ต่อ 100 กรัม สูตรที่เหมาะสมในการผลิตขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ พบว่า ตัวขนมถ้วยประกอบด้วย น้ำร้อยละ 15.8 น้ำตาลทรายแดงร้อยละ 20.3 ลำไยสดปั่นละเอียดร้อยละ 54.0 แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 9.0 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 1.0 การใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในอัตราส่วน 50:50 เป็นสูตรที่เหมาะสมในการผลิตหน้าขนม เนื่องจากให้ลักษณะปรากฏที่ดี ส่วนหน้าของขนมไม่แห้ง สามารถสังเกตการแตกมันย่นเป็นคลื่นในอัตราส่วนผสมที่ลงตัวระหว่างนมถั่วเหลืองและหัวกะทิ เนื้อสัมผัสนุ่ม ไม่แข็งกระด้าง หรือเป็นไต ตัวและหน้าขนมสามารถเชื่อมประสานกันใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ไม่เกิดการแยกชั้น ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำลำไยเห็ดหลินจือเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ โดยสูตรที่ไม่มีการเติมน้ำตาลทรายเพิ่มเหมาะสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่ชอบรสชาติหวานน้อย ส่วนกลุ่มที่ชอบรสหวานสามารถเติมน้ำตาลร้อยละ 5-10 สูตรที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นลำไย ประกอบด้วย น้ำตาลทราย 15.0 กรัม น้ำ 62.5 กรัม ลำไยสดปั่นละเอียด 22.5 กรัม และผงวุ้น 1 กรัม ซึ่งเป็นสูตรที่ให้ลักษณะปรากฏที่ดี สีขาวขุ่นเล็กน้อย มีกลิ่นหอมลำไย รสหวานปานกลาง เนื้อสัมผัสเหมือนวุ้นทั่วไป สูตรที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นกรอบลำไย ประกอบด้วย น้ำตาลทราย 30 กรัม น้ำ 40 กรัม ลำไยสดปั่นละเอียด 30 กรัม ผงวุ้น 1 กรัม และ แป้งท้าวยายม่อม 0.5 กรัม ซึ่งเป็นสูตรที่ให้ลักษณะปรากฏที่ดี กรอบนอก นุ่มใน ใกล้เคียงกับวุ้นกรอบทั่วไป ไม่แข็งกระด้าง สีออกเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอมลำไยชัดเจน อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบวุ้นคือ 70 องศาเซลเซียส องค์ประกอบทางเคมีของวุ้นกรอบลำไย มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และ คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 15.00 0.78 0.45 0.38 และ 83.39 ตามลำดับ สูตรที่เหมาะสมในการผลิตแยมลำไย ประกอบด้วย น้ำตาลทราย 200 กรัม น้ำ 50 กรัม

ลำไยสด 200 กรัม และ เลมอน 30 กรัม ผลิตภัณฑ์แยมที่ผลิตได้มีสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมลำไยและกลิ่นเลมอน เนื้อสัมผัสเหมือนแยมผลไม้ทั่วไป ไม่ข้นและเหลวจนเกินไป การป้ายทาดี มีค่าความหวานประมาณ 65 องศาบริกซ์ และค่าความเป็นกรดด่าง 3 สูตรที่เหมาะสมในการผลิตแยมลำไย ประกอบด้วย น้ำตาลทราย 40 กรัม แป้งเค้ก 65 กรัม ลำไยสด 50 กรัม ผงฟู 1 กรัม ยีสต์แห้ง 1 กรัม และ หัวกะทิ 50 กรัม ผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยฟูลำไยที่ผลิตได้มีลักษณะเหมือนขนมถ้วยฟูสูตรหน้าไม่แตก มีกลิ่นลำไยและกะทิ เนื้อสัมผัสคล้ายขนมตาล โดยภาพรวมผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยที่ผลิตได้ทั้ง 7 ชนิด มีจุดเด่นที่แตกต่างกัน ซึ่งล้วนแล้วแต่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งกลุ่มเกษตรกรสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดการผลิตเพื่อจำหน่ายเป็นสินค้าของชุมชนท้องถิ่นหรือยกระดับสู่การผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้ในอนาคต

สารบัญเรื่อง

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ii
บทคัดย่อ	iii
สารบัญเรื่อง	v
สารบัญตาราง	vi
สารบัญภาพ	ix
บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
องค์ความรู้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	16
อุปกรณ์และวิธีการ	17
สารเคมีและอุปกรณ์	17
วิธีการ	19
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	33
สรุปและข้อเสนอแนะ	80
สรุป	80
ข้อเสนอแนะ	81
ผลผลิต	82
รายงานการฝึกอบรม	88
รายงานการเงิน	100
บรรณานุกรม	101
ประวัตินักวิจัยและคณะ	105
ภาคผนวก	107

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนประกอบของเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยแห้ง	13
2	สูตรของผงปรุงรสลำไยเพื่อสุขภาพที่ได้จากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์	21
3	อัตราส่วนของโพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ในผงปรุงรสเพื่อสุขภาพจากลำไย	23
4	สูตรของตัวขนมถ้วยที่ได้จากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์	25
5	สูตรของน้ำลำไยเห็ดหลินจือ	27
6	สูตรของวุ้นลำไยที่ได้จากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์	28
7	สูตรของวุ้นกรอบลำไยที่ได้จากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์	29
8	สูตรการผลิตแยมลำไย	31
9	สูตรการผลิตขนมถ้วยฟูลำไย	32
10	10 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคทั่วไปในจังหวัดสระแก้ว จำนวน 100 คน	33
11	ความถี่ในการรับประทานลำไย	36
12	ความชอบรับประทานลำไย และเหตุผลที่รับประทาน	37
13	เหตุผลที่ไม่ชอบรับประทาน และผู้ที่ไม่เคยรับประทานลำไยของผู้บริโภค	37
14	ความต้องการของผู้บริโภคด้านกลิ่นและรสชาติของผงปรุงรสจากลำไย	40
15	ความสนใจของผู้บริโภคในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย	40
16	ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ของลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ที่เวลา 24 ชั่วโมง	44
17	ผลของอุณหภูมิในการอบต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อลำไยที่เวลา 24 ชั่วโมง	45
18	คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อเนื้อลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับลำไยสด ของผู้บริโภค 30 คน	46
19	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อลำไยอบแห้ง	47
20	เปรียบเทียบค่าสีของลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ก่อนและหลังการเก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดสนิท	47
21	คุณภาพทางจุลินทรีย์ของเนื้อลำไยอบแห้ง	48
22	ลักษณะที่สังเกตได้ของผงปรุงรสก่อนและหลังละลายน้ำร้อน	49
23	คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค 30 คน	51
24	คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผงปรุงรสที่มีการใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนโซเดียมคลอไรด์	52

ตารางที่ **หน้า**

25	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสลำไย	53
26	คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสลำไยเพื่อสุขภาพ	53
27	การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสลำไยเพื่อสุขภาพ	53
28	องค์ประกอบทางเคมีของผงปรุงรสลำไย	54
29	คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผงปรุงรสลำไย	54
30	ลักษณะปรากฏและค่าความหวานของตัวขนมถ้วยสูตรต่างๆ	55
31	ค่าสีของตัวขนมถ้วยสูตรต่างๆ	57
32	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของตัวขนมถ้วยสูตรต่างๆ	57
33	ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ของการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในส่วนหน้าของขนมถ้วย	59
34	ค่าสีของหน้าขนมถ้วยสูตรต่างๆ	60
35	คะแนนเฉลี่ยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของตัวขนมถ้วยสูตรต่างๆ	61
36	องค์ประกอบทางเคมีของนมถั่วเหลืองทดแทนกะทิ	63
37	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ	64
38	คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ	64
39	การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ	64
40	ค่าความหวานและค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำลำไยเห็ดหลินจือ	65
41	ค่าความหวานและลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ของวุ้นลำไยสูตรต่างๆ	66
42	ค่าสีของวุ้นลำไยสูตรต่างๆ	67
43	ค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของวุ้นลำไยสูตรต่างๆ	68
44	ความหวานและลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ของวุ้นกรอบลำไยทั้ง 9 สูตร	69
45	ค่าสีของวุ้นกรอบลำไยทั้ง 9 สูตร	71
46	คะแนนเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับทางประสามสัมผัสของวุ้นกรอบลำไยทั้ง 9 สูตร	71
47	ค่าสีของวุ้นกรอบลำไยที่อบด้วยอุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	73
48	คะแนนเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับทางประสามสัมผัสของวุ้นกรอบลำไยที่อบด้วยอุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	73
49	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบลำไย	74
50	คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบลำไย	74

ตารางที่		หน้า
51	การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบลำไย	74
52	องค์ประกอบทางเคมีของวุ้นกรอบลำไย	75
53	คุณภาพทางจุลินทรีย์ของวุ้นกรอบลำไย	75
54	เปรียบเทียบคุณภาพของวุ้นกรอบลำไยที่ใช้วิธีทำแห้งด้วยการตากแดด และการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส	76
55	คุณภาพของแยมลำไย	77
56	คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแยมลำไย	78
57	ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ของขนมถ้วยฟูลำไย	79
58	คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมถ้วยฟูลำไย	79
59	แสดงจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับของผู้ตอบแบบสอบถามที่แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรายการประเมินด้านต่างๆ (n = 30)	97

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะของใบลำไย	5
2	ลักษณะของผลลำไย	7
3	วิธีการผลิตลำไยอบแห้ง	20
4	การคัดเลือกสูตรผงปรุงรสลำไยเพื่อสุขภาพจากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์	21
5	กรรมวิธีการผลิตขนมถ้วย	24
6	การคัดเลือกสูตรตัวขนมถ้วยจากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์	25
7	การคัดเลือกสูตรวุ้นลำไยจากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์	27
8	การคัดเลือกสูตรวุ้นกรอบลำไยจากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์	29
9	พฤติกรรมการบริโภคอาหารจากลำไย	35
10	รูปแบบของผลิตภัณฑ์จากลำไยที่ผู้บริโภคเคยรับประทาน	35
11	สถานที่และรูปแบบการรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย	36
12	การตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย	38
13	สีของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากลำไยที่ผู้บริโภคต้องการ	39
14	รสชาติของผงปรุงรสจากลำไยที่ผู้บริโภคต้องการ	39
15	ผลของอุณหภูมิและเวลาในการอบที่แตกต่างกัน ต่อปริมาณความชื้นของเนื้อลำไย	42
16	ลักษณะของลำไย เมื่ออบที่อุณหภูมิและระยะเวลา 24 ชั่วโมง	44
17	Mixture response surface contour plots แสดงผลของเกลือ น้ำตาล และลำไยผง ต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี ASTM ของผงปรุงรส	50
18	ผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสลำไย	52
19	ลักษณะปรากฏบริเวณผิวหน้าของตัวขนมถ้วยสูตรต่างๆ	56
20	ลักษณะของน้ำลำไยเห็ดหลินจือ	65
21	ลักษณะปรากฏของวุ้นลำไยสูตรต่างๆ	67
22	ลักษณะปรากฏของวุ้นกรอบลำไยทั้ง 9 สูตร	70
23	ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและเวลาในการอบวุ้นกรอบลำไย	72
24	วุ้นกรอบลำไยที่อบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	73
25	ลักษณะของแยมลำไย	77
26	ลักษณะของขนมถ้วยฟูลำไย	79

ภาพที่		หน้า
27	การนำเสนอผลงานทางวิชาการในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ เรื่อง “A Study of Coconut Milk Substitution by Soy Milk in Kanomtuay Product” (poster presentation)	85
28	การนำเสนอผลงานทางวิชาการในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ เรื่อง “Effect of Sodium chloride Replacement with Potassium chloride on Qualities of Longan Seasoning Powder” (poster presentation)	87
29	บรรยากาศการลงทะเบียนของผู้เข้าร่วมอบรม ณ หอประชุมอำเภอคลองหาด จ. สระแก้ว	89
30	บรรยากาศการถ่ายภาพหมู่ร่วมกันของผู้เข้ารับการฝึกอบรม	90
31	บรรยากาศการบรรยายโดยคณะผู้วิจัย	91
32	บรรยากาศการบรรยายโดยคณะผู้วิจัย	92
33	ภาพบรรยากาศการฝึกปฏิบัติการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย	93
34	ภาพบรรยากาศการฝึกปฏิบัติการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย	94
35	ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย	95

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ลำไย (longan) เป็นไม้ผลเขตร้อนและกึ่งร้อน ลำต้นสีน้ำตาล ออกดอกเป็นช่อ สีขาวครีม ผลทรงกลมเป็นช่อ ผลดิบเปลือกสีน้ำตาลอมเขียว ผลสุกสีน้ำตาลล้วน เนื้อลำไยสีขาวหรือชมพูอ่อน เมล็ดสีดำเป็นมัน เนื้อล่อนเม็ด ผลผลิตลำไยรวมทั้งประเทศไทยในปี 2559 เท่ากับ 941,643 ตัน ผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 884 กิโลกรัมต่อไร่ สถิติการปลูกมากที่สุดในภาคเหนือ ข้อมูลผลผลิตลำไยของจังหวัดสระแก้วในปี 2559 เท่ากับ 14,956 ตัน คิดเป็นผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 1,003 กิโลกรัมต่อไร่ พื้นที่ปลูกลำไยของจังหวัดสระแก้ว 11,251 ไร่ กระจายอยู่ทุกๆ อำเภอของจังหวัดสระแก้ว ปลูกมากในเขตอำเภอวังสมบูรณ์ 4,392 ไร่ รองลงมาคืออำเภอคลองหาด 3,402 ไร่ อำเภอวังน้ำเย็น 1,832 ไร่ อำเภอเขาฉกรรจ์ 664 ไร่ อำเภออรัญประเทศ 350 ไร่ อำเภอเมืองสระแก้ว 256 ไร่ อำเภอวัฒนานคร 177 ไร่ อำเภอตาพระยา 143 ไร่ และ อำเภอโคกสูง 35 ไร่ (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2559) องค์ประกอบทางเคมีของลำไยประกอบด้วย ความชื้น ไขมัน เส้นใย โปรตีน เถ้า และ คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 81.10 0.11 0.28 0.97 0.56 และ 16.98 ตามลำดับ (กรมวิชาการเกษตร, 2548) ลำไยเป็นผลไม้ที่มีรสหวาน โดยน้ำตาลจากลำไยเป็นน้ำตาลที่มีประโยชน์ จึงมีการใช้ประโยชน์จากลำไยอย่างกว้างขวาง ทั้งการบริโภค และการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ อาทิ วุ้นลำไย ลำไยชีส เค้ก ลำไยอบแห้ง ตะโก้ลำไย แกงจืดลำไย คุกกี้กาแฟลำไย ขาไก่ตุ๋นยาจีนใส่ลำไย น้ำขิงต้มลำไย ลำไยสอดไส้ วุ้นน้ำผลไม้ เป็นต้น (คลังข้อมูลสารสนเทศลำไยเชิงลึก, 2559) นอกจากนี้ลำไยยังเป็นแหล่งของสารพฤกษเคมี (phytochemicals) ที่สำคัญหลายชนิด อาทิ สารประกอบแทนนิน ชนิดแกลโลแทนนิน ที่มีประโยชน์ในเชิงสุขภาพ คือ กรดเอลลาจิค ในปริมาณที่สูง (Soong and Barlow, 2006) พบว่า กรดเอลลาจิคเป็นสารที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูง และมีคุณสมบัติในการกระตุ้นการแบ่งตัวของเซลล์มะเร็งแบบ apoptotic เป็นกลไกที่เซลล์มะเร็งถูกเร่งให้แก่เร็วขึ้น และตายด้วยตัวเองโดยไม่มีผลกับเซลล์ปกติ (Rangkadilok *et al*., 2005)

การปลูกลำไยในหลายพื้นที่ ทั้งในภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยในเขตจังหวัดสระแก้วมีการปลูกลำไยในทุกอำเภอ ปัญหาซ้ำซ้อนของเกษตรผู้ปลูกลำไย คือช่วงเวลาที่มีผลิตผลออกมามาก ราคาผลผลิตจะตกต่ำ ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนและราคาขายไม่เพียงพอต่อการจุนเจือครอบครัวของเกษตรกร ปัญหาของลำไยที่ไม่ได้คุณภาพ ลำไยร่วงตกเกรดซึ่งมีราคาถูก และการใช้ประโยชน์จากลำไยยังอยู่ในระดับต่ำ เมื่อเทียบกับผลิตผลทั้งหมดที่ผลิตได้ การแปรรูปลำไยจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาผลผลิตล้นตลาดได้ในระยะยาวได้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยให้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ โดยการพัฒนาสูตรให้ ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ และลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะเฉพาะที่โดดเด่นเป็นเอกลักษณ์ นำองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การอาหาร มาช่วยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลาย มีประโยชน์ต่อสุขภาพและอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ เพิ่มศักยภาพแข่งขันทางการตลาด เป็นการเพิ่มมูลค่าและยกระดับสินค้าให้มีคุณภาพสู่ระดับอุตสาหกรรมในอนาคต เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจฐานรากร่วมกับภาคเอกชนและภาคประชาสังคม โดยเน้นการถ่ายทอดเผยแพร่องค์

ความรู้ เทคโนโลยีฐานรากจากผลงานวิจัยสู่ชุมชน เพื่อส่งเสริมการเพิ่มผลผลิตด้วยฐานความรู้ และสร้างสรรค์สังคมที่มีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนในการแก้ไขปัญหา และพัฒนาความเข้มแข็งของชุมชน/ท้องถิ่นอย่างเป็นระบบ สร้างอาชีพเสริม ในช่วงที่เว้นว่างจากการเพาะปลูก เป็นการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่าสูงสุด อีกทั้งยังเป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ท้องถิ่นที่เป็นเอกลักษณ์สร้างรายได้ นอกจากนี้ยังเป็นการดำเนินตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เกิดการพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืนแก่ชุมชนฐานรากอย่างแท้จริง และยังสามารถนำไปขยายผลเป็นโครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีต่อเนื่องได้ในอนาคตเพื่อสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ มีความหลากหลาย ส่งเสริมให้เป็นผลิตภัณฑ์ตัวอย่างเพื่อเสริมสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน และอาจมีการวิจัยเกี่ยวกับการตลาดที่สามารถรองรับผลผลิตแปรรูปอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีรายได้อย่างสม่ำเสมอจากภาคการผลิตจากฐานราก โดยมีกลุ่มเกษตรกรในท้องถิ่นจังหวัดสระแก้ว เป็นผู้ขับเคลื่อนส่งเสริมการอยู่ดีกินดี

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อหาผลิตภัณฑ์ต้นแบบและจุดเด่นของผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยที่ผลิตในท้องถิ่นจังหวัดสระแก้ว
2. เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีกายภาพ และหาสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปลำไยสด
3. เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย
4. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารต้นแบบ และทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสต่อการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย
5. เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้จากโครงการวิจัยต่อกลุ่มเกษตรกรในท้องถิ่นจังหวัดสระแก้ว

ขอบเขตของโครงการวิจัย

สำรวจข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยในจังหวัดสระแก้ว เพื่อหาสูตรต้นแบบและจุดเด่นของผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยในจังหวัดสระแก้ว ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และหาสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปลำไยสด ใช้กระบวนการทางสถิติในการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย ปรับปรุงลักษณะปรากฏ รสชาติ และเนื้อสัมผัส เพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และมีการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค และองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์อาหารที่ผลิตได้

องค์ความรู้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับลำไย

ลำไย (longan) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Dimocarpus longan* Lour ลำไยเป็นไม้ผลเขตร้อนและกึ่งร้อนที่มีลักษณะบางอย่างคล้ายลิ้นจี่และเงาะ อยู่ในวงศ์ (order) Sapindaceae สกุล (family) Sapindaceae หรือ Soapberry ซึ่งมีพืชที่อยู่ในวงศ์นี้ถึง 130 สกุล (genus) ประมาณ 1,100 ชนิด (species) เดิมลำไยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Euphoria longana Lamk. และต่อมาได้เปลี่ยนเป็น *Dimocarpus longan* Lour. พืชที่อยู่วงศ์เดียวกับลำไยได้แก่ ลำไยเถา เงาะ คอแลน เงาะขนสั้น เงาะดิเรก คอแลนนครราชสีมา และ ลำไยป่า (นิพัฒน์ และคณะ, 2547) ลำไยเป็นพืชพื้นเมืองในพื้นที่ราบต่ำของลังกาอินเดียตอนใต้ บังกลาเทศ พม่าและทางตอนใต้ของจีน เป็นพืชไม้ผลเขตร้อนและกึ่งร้อน เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ลำต้นสีน้ำตาล ออกดอกเป็นช่อสีขาวครีม ผลทรงกลมเป็นช่อ ผลดิบเปลือกสีน้ำตาลอมเขียว ผลสุกสีน้ำตาลล้วน เนื้อลำไยสีขาวหรือชมพูอ่อน เมล็ดสีดำเป็นมัน เนื้อล่อนเม็ด ลำไยเป็นไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนและกึ่งร้อนของเอเชีย ลำไยได้แพร่หลายเข้าไปในประเทศอินเดีย ลังกา พม่า ประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และประเทศไทย ทางภาคเหนือมีลำไยพันธุ์พื้นเมืองเรียก "ลำไยกะลา" ในสมัยรัชกาลที่ 5 มีชาวจีนนำพันธุ์ลำไยเข้ามาถวายพระราชชายา เจ้าดารารัศมี จำนวน 5 ต้น เป็นพันธุ์เบี้ยวเขียว ทรงให้ปลูกที่เชียงใหม่ 3 ต้น ที่ตรอกจันทร์ กรุงเทพฯ 2 ต้น หลักฐานที่พบเป็นต้นลำไยในสวนเก่าแก่ของ ร.อ.หลวงราญอริพล (เหรียญ ศัพทเสน) ที่ปลูกในตรอกจันทร์ ถนนสาธุประดิษฐ์ใกล้วัดปริวาศในสมัยรัชกาลที่ 5 ต่อมามีการขยายพันธุ์จากต้นในจังหวัดเชียงใหม่จากนั้นก็ขยายสู่ภูมิภาคต่างๆ ในล้านนาโดยการเพาะเมล็ดจนเกิดการกลายพันธุ์ (Mutation) เกิดพันธุ์ใหม่ตามสภาพคุณลักษณะที่ดีของภูมิอากาศที่เหมาะสมและเกื้อกูลต่อการเจริญเติบโตของลำไย (นิดดา และทวีทอง, 2550)

2. ลักษณะพฤกษศาสตร์ (นิพัฒน์ และคณะ, 2547)

2.1 ลำต้น

ลำไยเป็นไม้ยืนต้นทรงพุ่มแผ่กว้าง มีขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ ต้นที่ปลูกจากเมล็ดมีลำต้นสูงตรง เมื่อปลูกจากกิ่งตอนมีทรงพุ่มแผ่กว้าง เจริญเติบโตเต็มที่จะสูง 10-12 เมตร เปลือกลำต้นสีน้ำตาล หรือสีเทาปนน้ำตาล แตกเป็นสะเก็ดและร่องขรุขระ กิ่งกลมและเนื้อไม้มักเปราะทำให้กิ่งหักง่าย

2.2 ใบ

ใบลำไยเป็นใบรวม ที่มีใบย่อยอยู่บนก้านใบร่วมกัน (pinnately compound leaves) จำนวน 3-5 คู่ ก้านใบรวมยาวประมาณ 20-30 เซนติเมตร ใบย่อยจัดเรียงตัวในลักษณะตรงข้ามหรือแบบสลับกัน ก้านใบย่อยยาว 4-6 เซนติเมตร ใบย่อยเป็นรูปรีหรือรูปหอก ใบกว้าง 3-6 เซนติเมตรและยาว 10-15 เซนติเมตร ขอบใบ

เรียบไม่มีหยักและไม่ม้วน ใบเรียบหรือเป็นคลื่นเล็กน้อย ปลายใบมักแหลมและฐานใบค่อนข้างป้านด้านหลังใบมีสีเขียวเข้มเป็นมันมากกว่าด้านท้องใบ เส้นแขนงแตกจากเส้นกลางใบและเห็นได้ชัดเจน (ภาพที่ 1)

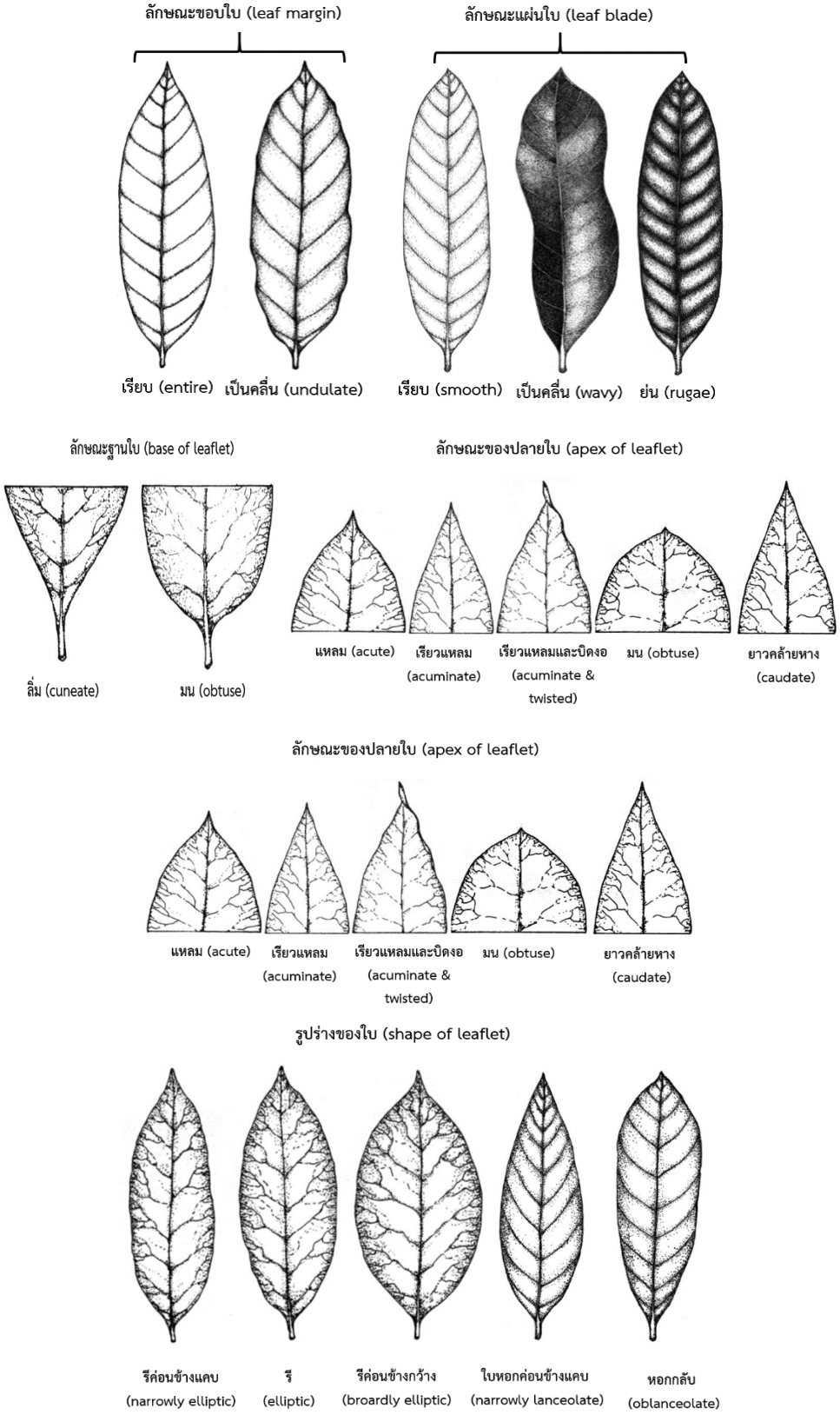
2.3 ช่อดอก

ลำไยออกดอกที่ปลายยอดที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว โดยเปลี่ยนจากตาใบเป็นตาดอก แต่บางครั้งช่อดอกก็อาจเกิดจากตาด้านข้างของกิ่งก็ได้ ตั้งแต่เริ่มเห็นช่อดอกด้วยตาเปล่าจนก้านช่อดอกพัฒนาจนยาวเต็มที่ใช้เวลาประมาณ 45-50 วัน ขึ้นกับพันธุ์และสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอุณหภูมิ โดยช่วงที่มีอากาศหนาวเย็นช่อดอกจะพัฒนาช้ากว่าช่วงที่มีอุณหภูมิอุ่นหรือสูงขึ้น ช่อดอกของลำไยเป็นแบบ compound dichasia ที่จัดเรียงดอกแบบ panicle กล่าวคือ แตกก้านดอกแขนงออกไปจากก้านที่หนึ่งและแต่ละก้านย่อยนั้นแตกแขนงต่ออีกครั้ง ช่อดอกยาว 15 –50 เซนติเมตร ในแต่ละช่อดอกมีทั้งดอกสมบูรณ์เพศและดอกไม่สมบูรณ์เพศ แต่ละช่อดอกมีดอกประมาณ 3,000 ดอกขึ้นกับพันธุ์และสภาพแวดล้อม

2.4 ดอก

ดอกมีสีครีมและเส้นผ่าศูนย์กลาง 6-8 มิลลิเมตร ก้านดอกยาว 1-2 มิลลิเมตร กลีบดอกมี 5 กลีบบางเรียวเล็ก สีขาวหม่นและเรียงตัวเยื้องกัน กลีบรองดอกมี 5 กลีบเช่นกัน สีเขียวปนน้ำตาล หนาและแข็ง ขนาดกว้างกว่ากลีบดอก 3-5 เท่า ที่ฐานของกลีบรองดอกมีต่อมน้ำหวาน ดอกลำไยแบ่งออกได้ 3 ชนิดคือ

1) **ดอกตัวผู้ (staminate flower)** มีเกสรตัวผู้ 6-8 อัน เรียงเป็นชั้นเดียวอยู่บนจานรองดอกมีสีน้ำตาลอ่อนและมีลักษณะอุ้มน้ำ ก้านเกสรตัวผู้ (filament) มีขน สีขาวขุ่น ยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร อับเกสรตัวผู้ (anther) มีสีเหลืองอ่อน กว้างประมาณ 1 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 1.5 มิลลิเมตร มี 2 หยักและปริแตกตามยาวปลดปล่อยละอองเกสรตัวผู้ (pollen grain) ออกมาในช่วงบ่าย ละอองเกสรตัวผู้ที่แตกออกมานั้นมีสีเหลืองอ่อน รูปยาวรี เปลี่ยนเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือกลมรีเมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวหรืองอกบนยอดเกสรตัวเมีย ละอองเกสรตัวผู้มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 27-30 μm มี 3 ขั้ว แต่ท่อละอองเกสรตัวผู้มักงอกมาจากขั้วเดียวเท่านั้น



ภาพที่ 1 ลักษณะของใบลำไย

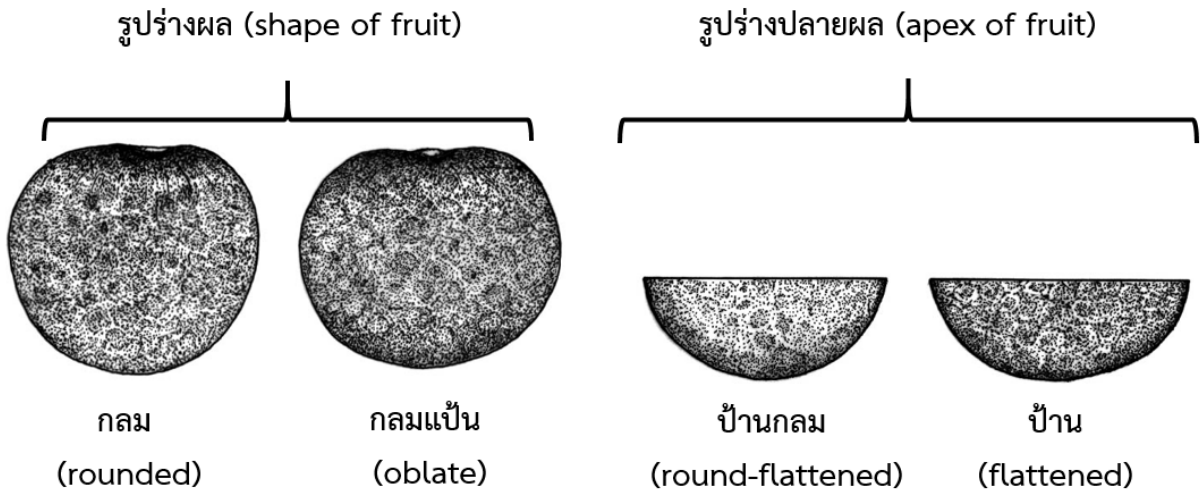
ที่มา: สำนักงานคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ กรมวิชาการเกษตร (2545)

2) **ดอกกระเทยที่ทำหน้าที่เป็นดอกตัวเมีย หรือดอกตัวเมีย (pistillate flower)** เป็นดอกที่เกสรตัวเมียพัฒนาจนสมบูรณ์และเห็นได้ชัด ประกอบด้วยรังไข่ที่มีขนปกคลุม มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-2.5 มิลลิเมตร ตั้งอยู่ตรงกลางของจานรองดอก รังไข่มี 2 พู (bicarpellate) และแต่ละพูมีไข่ (ovule) จำนวน 1 ใบ แต่เพียงพูเดียวเท่านั้นที่พัฒนาต่อไปเป็นผลลำไย ส่วนอีกพูหนึ่งจะค่อยๆ แห้งฝ่อและร่วงหล่นไป แต่บางครั้งอาจพบไข่ในทั้ง 2 พูพัฒนาเป็นผลได้ ก้านเกสรตัวเมีย (style) ยาว 4-5 มิลลิเมตร ปลายยอดเกสรตัวเมีย (stigma) แยกเป็น 2 แฉก และมีน้ำหวานที่จานรองดอกเมื่อดอกบานเต็มที่หรือพร้อมรับละอองเกสร ซึ่งมักจะเป็นในช่วงเช้าตรู่ในดอกชนิดนี้ยังมีเกสรตัวผู้ที่มีก้านเกสรสั้นๆ จำนวน 6-8 อัน ล้อมรอบรังไข่ แต่อับเกสรตัวผู้มักเป็นหมันคือไม่ปริแตกหรือไม่มีละอองเกสรตัวผู้และค่อยๆ แห้งตายหลังจากดอกบาน

3) **ดอกกระเทยที่ทำหน้าที่เป็นดอกตัวผู้ (hermaphrodite flower**) มีลักษณะคล้ายคลึงกับดอกกระเทยที่ทำหน้าที่เป็นดอกตัวเมียมาก แต่ดอกชนิดนี้มีอับเกสรตัวผู้ที่ไม่เป็นหมันและผลิตละอองเกสรตัวผู้ที่สมบูรณ์เช่นเดียวกับดอกตัวผู้ มักไม่ค่อยพบดอกชนิดนี้ในสภาพธรรมชาติโดยทั่วไปช่อดอกมักมีจำนวนดอกตัวผู้มากกว่าดอกตัวเมีย แต่สัดส่วนของเพศดอกทั้งสองชนิดนี้ผันแปรมากระหว่างช่อดอก ในต้นเดียวกันหรือต่างต้นกัน นอกจากนี้สัดส่วนเพศดอกยังแตกต่างกันตามพันธุ์และสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิหรือความชื้น การบานของดอกตัวผู้และดอกตัวเมียในช่อดอกเดียวกันก็ไม่พร้อมกัน ลำดับการบานของดอกอาจเป็นดอกตัวผู้เริ่มบานก่อนและตามด้วยดอกตัวเมียหรือดอกตัวเมียเริ่มบานก่อนและดอกตัวผู้บานต่อมา โดยจะมีช่วงเวลาที่ดอกทั้งสองชนิดนี้บานเลื่อมกันอยู่ สำหรับปัจจัยที่ควบคุมรูปแบบการบานของดอกลำไยแต่ละชนิดนั้นยังไม่สามารถระบุได้ชัดเจน

2.5 ผล

ผลลำไยเป็นผลเดี่ยว จากเริ่มติดผลจนเก็บเกี่ยวผลได้ใช้เวลาพัฒนาประมาณ 4-6 เดือนขึ้นกับพันธุ์และสภาพแวดล้อม เช่นหากมีอุณหภูมิต่ำจะทำให้อัตราการพัฒนาของผลต่ำ เป็นต้น ผลลำไยมีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือกลมแป้น ขนาดของผลแตกต่างกัน เปลือกผลเจริญมาจากผนังรังไข่และเริ่มพัฒนาไปพร้อมๆกับเมล็ด ต่อมาเมล็ดหยุดการพัฒนาแต่เปลือกผลยังมีการพัฒนาต่อต่อจนเก็บเกี่ยวผลได้ เปลือกผลสีเหลืองปนน้ำตาลหรือน้ำตาลแดง แต่บางพันธุ์เช่น เบี้ยวเขียวอาจมีสีเขียวปน เปลือกผลอาจเป็นตุ่มหรือค่อนข้างเรียบ เนื้อของลำไย (aril) พัฒนามาจากเนื้อเยื่อรอบๆ ก้านของเมล็ด (funiculus) ขึ้นมาโอบจนรอบเมล็ด เนื้อลำไยสีขาวขุ่นหรือสีชมพูเรื่อๆแตกต่างกันตามพันธุ์ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ลักษณะของผลลำไย
ที่มา: สำนักงานคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ กรมวิชาการเกษตร (2545)

2.6 เมล็ด

ลักษณะกลมหรือกลมแบน เปลือกเมล็ดสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ เป็นมัน ส่วนที่ติดกับขั้วเมล็ดมีวงกลมสีขาว ทำให้ดูคล้ายกับลูกนัยน์ตาและเป็นที่มาของคำว่า ตามังกร ขนาดเมล็ดต่างกันตามพันธุ์

3. พันธุ์ลำไย (นิพัฒน์ และคณะ, 2547)

พันธุ์ลำไยในประเทศไทยมีลักษณะต่างๆที่ความแตกต่างกัน ลักษณะที่อาจใช้ในการจำแนกพันธุ์ลำไยได้แก่ ขนาดและสีของใบ ลักษณะรูปร่างของผล และสีเนื้อ โดยพันธุ์ลำไยที่ปลูกกัน ได้แก่

3.1 ดอหรืออีดอ

เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ดี ทนแล้งและทนน้ำได้ดีปานกลาง ทรงพุ่มกว้างพอสมควร ลำต้นแข็งแรง กิ่งไม่ฉีกหักง่าย เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดง เป็นลำไยพันธุ์เบาที่ออกดอกและเก็บเกี่ยวได้ก่อนพันธุ์อื่น กล่าวคือ ออกดอกธันวาคมและเก็บเกี่ยวได้ปลายมิถุนายนหรือกรกฎาคม เนื่องจากเก็บเกี่ยวเร็วและจำหน่ายได้ทั้งผลสดและแปรรูปเป็นลำไยกระป๋องและลำไยอบแห้ง ทำให้จำหน่ายได้ราคาดีและชาวสวนนิยมปลูกมากที่สุด ใบย่อยมี 3-4 คู่ใบ ใบแก่สีเขียวเข้ม ปลายใบค่อนข้างแหลม ขนาดผลกว้างประมาณ 2.7 เซนติเมตร เนื้อสีวุ้นและค่อนข้างเหนียว รสหวานปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 20 บริกซ์ เมล็ดค่อนข้างใหญ่และแบนเล็กน้อย ผลผลิตเฉลี่ยของเกษตรกร 793 กิโลกรัม/ไร่ (16 ต้น/ไร่) ลำไยพันธุ์ดอสามารถแบ่งตามสีของยอดอ่อนได้ 2 ชนิด คือ ดอยอดแดง เจริญเติบโตเร็ว ใบอ่อนมีสีแดง ใบย่อยกว้าง 6 เซนติเมตรและยาว 20 เซนติเมตร ขอบใบเป็นคลื่นและห่อลงเล็กน้อย ออกดอกติดผลไม่ค่อยดี ผลกลม เปลือกผลสีน้ำตาลแก่

และ ดอยอดเขียว ใบอ่อนเป็นสีเขียวอ่อน ขนาดใบเล็กกว่าดอยอดแดงเล็กน้อย ขอบใบเป็นคลื่นเล็กน้อยออกดอกติดผลค่อนข้างง่าย ผลขนาดปานกลาง ลักษณะเบี้ยวและยกบ่าข้างเดียว เปลือกผลมีสีเขียวปนน้ำตาล สามารถแบ่งตามลักษณะของก้านผลได้ 2 ชนิดคือ ดอก้านอ่อนซึ่งมีเปลือกผลบางและดอก้านแข็งซึ่ง
เปลือกผลหนา

3.2 ชมพูหรือสีชมพู

ต้นสูงโปร่งและแตกกิ่งก้านสาขาดีพอสมควร กิ่งเปราะหักง่ายและไม่ทนแล้ง เปลือกลำต้นมีสีน้ำตาลอ่อนเปลือกลำต้นสีน้ำตาลอ่อน ใบอ่อนสีเขียวอ่อน ใบแก่สีเขียวซีด ใบแคบค่อนข้างยาว ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบ ใบรวมมีใบย่อย 4-5 คู่ ทำมุมเกือบฉากกับก้านใบรวม เป็นลำไยพันธุ์กลางที่ออกดอกปลายธันวาคมถึงต้นมกราคมและเก็บเกี่ยวผลกลางกรกฎาคมถึงต้นสิงหาคม ผลกลมแป้นและเบี้ยวเล็กน้อยผลขนาดใหญ่ปานกลางกว้าง 2.8 เซนติเมตร เปลือกผลหนาสีน้ำตาลอ่อนปนเขียว เนื้อหนาปานกลาง เนื้อล่อนไม่เละ สีชมพูเรื่อๆและยิ่งแก่ยิ่งสีเข้มขึ้น รสหวานหอม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 21-22 บริกซ์ เมล็ดสีน้ำตาลแก่หรือดำเข้ม เมล็ดค่อนข้างเล็ก ผลผลิตเฉลี่ยของเกษตรกรประมาณ 1,000 กิโลกรัม/ไร่ น้ำหนักผลเฉลี่ย 8.9 กรัม น้ำหนักเปลือก 1.7 กรัม น้ำหนักเมล็ด 1.6 กรัม

3.3 เบี้ยวเขียว

ลำต้นมีทรงพุ่มค่อนข้างกลม เจริญเติบโตดี แต่มักอ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด ใบรวมประกอบด้วยใบย่อย 4 คู่ใบ ใบย่อยกว้าง 5 เซนติเมตรและยาว 16 เซนติเมตร ใบแก่สีเขียวเข้ม ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบและเป็นคลื่นเล็กน้อย มักออกดอกติดผลปีเว้นปี เป็นพันธุ์หนักที่ออกดอกปลายมกราคมและเก็บเกี่ยวกลางสิงหาคมหรือต้นกันยายน ความยาวช่อดอก 15-30 เซนติเมตร การติดผลในช่อผลค่อนข้างห่าง ผลมีลักษณะกลมแป้นและเบี้ยว ผลขนาดใหญ่กว้าง 3.0 เซนติเมตร เมื่อผลแก่เต็มที่เปลือกสีเขียวอมน้ำตาลเปลือกหนาและเนื้อหนา เนื้อสีขาวนวล แห้งกรอบและล่อน รสหวานแหลม กลิ่นหอม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 22 บริกซ์ เมล็ดกลมสีดำ ค่อนข้างเล็กเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 เซนติเมตร ผลผลิตเฉลี่ยของเกษตรกร 626 กิโลกรัม/ไร่ น้ำหนักผลเฉลี่ย 8.2 กรัม/ผล ลำไยพันธุ์เบี้ยวเขียวแบ่งได้ 2 ชนิดคือ เบี้ยวเขียวก้านแข็ง (เบี้ยวเขียวป่าเส้า) ติดผลไม่ดก แต่ผลขนาดใหญ่มาก อ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้
กวาด เกษตรกรไม่นิยมปลูก และเบี้ยวเขียวก้านอ่อน (เบี้ยวเขียวเชียงใหม่) ออกดอกและติดผลดี ผลขนาดใหญ่

3.4 แห้วหรืออีแห้ว

ทรงพุ่มกว้าง เจริญเติบโตแตกกิ่งก้านสาขาดี แต่ลำต้นไม่ค่อยแข็งแรง กิ่งเปราะหักง่าย ทนแล้งได้ดี เปลือกลำต้นเรียบสีน้ำตาลปนแดงเขียว ใบย่อยจำนวน 3-4 คู่ใบ ใบแก่สีเขียวเข้ม รูปร่างใบหอก ปลายใบเรียวแหลมและฐานใบแบบลิ่ม ขอบใบเรียบและเป็นคลื่นเล็กน้อย เป็นลำไยพันธุ์หนักคือ ออกดอกปลายมกราคมถึงกุมภาพันธ์ และเก็บเกี่ยวผลได้ประมาณกลางถึงปลายสิงหาคม ความยาวช่อดอก 15-30 เซนติเมตร ผลกลมและเบี้ยว ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.8 เซนติเมตร เปลือกผลหนาสีน้ำตาล มีกระสีคล้ำกระจายทั่วผล เนื้อหนาสีขาวขุ่น แห้งและกรอบ รสหวานหอม เมล็ดกลมแป้นสีน้ำตาลดำ ขนาดค่อนข้างเล็ก ผลผลิตเฉลี่ย 848 กิโลกรัม/ไร่ ลำไยพันธุ์แห้วแบ่งได้ 2 ชนิดคือ แห้วยอดเขียว ใบอ่อนหรือยอดสีเขียวซีด ใบยาวใหญ่ ผลกลม

เบี้ยว เปลือกผลสีน้ำตาลอ่อนปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 19 บริกซ์ และแห้วยอดแดง ใบอ่อนหรือยอดสีเขียวปนแดง ใบกว้างและยาวกว่าพันธุ์อื่น ออกดอกและติดผลง่ายกว่าแห้วยอดเขียว เปลือกผลสีน้ำตาล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 22 บริกซ์

3.5 เพชรสาคร

ใบอ่อนสีเขียวปนแดง จำนวนใบย่อย 3-4 คู่ ใบย่อยกว้าง 4 เซนติเมตรและยาว 12 เซนติเมตรใบแก่สีเขียวปนเหลือง รูปร่างรีเล็ก ขอบใบเรียบ ปลายใบเรียวแหลมและฐานใบลิ่ม ใบเป็นมัน จัดว่าเป็นลำไยทวายที่ออกดอกมากกว่าหนึ่งครั้งต่อปี ออกดอกรุ่นแรกประมาณธันวาคม-มกราคมและเก็บเกี่ยวได้ประมาณพฤษภาคม-มิถุนายน รุ่นที่สองประมาณกรกฎาคม-สิงหาคมและเก็บผลได้ประมาณธันวาคม-มกราคม ช่อดอกกว้าง 18 เซนติเมตรและยาว 30 เซนติเมตร จำนวนผลต่อช่อน้อยกว่า 10 ผล/ช่อ ผลกลมกว้าง 2.7 เซนติเมตร เปลือกบาง สีน้ำตาลปนแดง เนื้อนิ่มสีขาวฉ่ำน้ำ รสหวาน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 18-20 บริกซ์ เมล็ดกลมแป้นสีดำเป็นมัน กว้าง 1.3 เซนติเมตร

3.6 พวงทอง

ต้นมีทรงพุ่มขนาดกลาง ใบอ่อนสีเขียวปนเหลือง ใบรวมมี 4 คู่ใบย่อย ใบย่อยกว้าง 5 เซนติเมตรและยาว 15 เซนติเมตร ขอบใบและแผ่นใบเรียบ ใบรูปหอกกลับ ปลายใบเรียวแหลมและฐานใบลิ่ม ใบเป็นมัน ออกดอกปานกลาง ช่อดอกขนาดใหญ่ กว้าง 14 เซนติเมตรและยาว 23 เซนติเมตร จำนวนผลในช่อผล10-25 ผลและติดผลค่อนข้างแน่น ผลกลมแป้นกว้าง 2.8 เซนติเมตร เปลือกผลเรียบสีน้ำตาลปนเหลือง เนื้อหนา แน่นแห้ง สีขาวขุ่น รสหวาน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 22 บริกซ์ เมล็ดกลมสีดำ เป็นมันกว้างประมาณ 1.2 เซนติเมตร

3.7 เวียดนามหรือกระทุ่มแบน

เป็นลำไยพันธุ์ทวายที่นำพันธุ์มาจากประเทศเวียดนาม ลำต้นมีทรงพุ่มมีขนาดเล็ก มีข้อปล้องถี่ ลำต้นแข็งแรง เปลือกลำต้นเรียบสีขาวนวลปนน้ำตาล มีใบย่อย 5 คู่ ใบอ่อนสีเขียวปนเหลือง ใบแก่สีเขียวซีดใบรีค่อนข้างกว้าง ขอบใบเรียบ ผิวใบเรียบไม่บิดเป็นคลื่น ออกดอกง่ายและออกดอกดกมาก มักไม่เป็นฤดู และมากกว่า 1 ครั้งต่อปี ช่อดอกกว้าง 15 เซนติเมตรและยาว 30 เซนติเมตร เป็นพันธุ์เบา ซึ่งจากดอกบานถึงเก็บเกี่ยวผลใช้เวลา 4-4.5 เดือน ติดผลดก ผลในช่อมีขนาดค่อนข้างสม่ำเสมอ ผลขนาดค่อนข้างใหญ่ กลม และปลายผลป้านกลม เปลือกผลเรียบสีน้ำตาลปนเหลือง เนื้อสีเหลืองน้ำผึ้งและแห้ง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 20-24 บริกซ์ เมล็ดสีน้ำตาลดำ กลมแป้น เส้นผ่าศูนย์กลางเมล็ดประมาณ 1.5 เซนติเมตร

3.8 ใบดำหรือกะโหลกใบดำ

เป็นพันธุ์ที่ออกดอกติดผลสม่ำเสมอเกือบทุกปี การเจริญเติบโตดี ทนแล้งและทนน้ำได้ดี แต่ขนาดผลเล็กกว่าพันธุ์อื่น เปลือกลำต้นเรียบ ใบอ่อนสีเขียวปนเหลือง ใบย่อยจำนวน 5 คู่ ใบย่อยกว้าง 5 เซนติเมตรและยาว 15 เซนติเมตร ใบแก่สีเขียวคล้ำกว่าพันธุ์อื่น ขอบใบเป็นคลื่น ปลายใบเรียวแหลมและฐานใบลิ่ม ใบรูปร่างหอกกลับ บางเป็นมัน ช่อดอกกว้าง 14 เซนติเมตรและยาว 23 เซนติเมตร จำนวนผลในช่อผล 10-25ผล เป็นพันธุ์กลางคือออกดอกปลายธันวาคมและเก็บเกี่ยวผลได้กลางกรกฎาคมถึงต้นสิงหาคม ผลค่อนข้างกลม ขนาด

ผลกว้าง 2.8 เซนติเมตร เปลือกหนาทำให้ทนทานต่อการขนส่ง ผิวขรุขระสีน้ำตาลปนเขียว เนื้อสีขาวขุ่นและแฉะน้ำ รสหวาน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 20 บริกซ์ เมล็ดกลมดำเป็นมัน

3.9 แดงหรืออีแดง

การเจริญเติบโตปานกลาง ต้นมีทรงพุ่มกว้างพอสมควร กิ่งเปราะหักง่าย ไม่ทนแล้งหรือน้ำท่วมเปลือกลำต้นมีสีน้ำตาลเข้ม ใบอ่อนสีเขียวปนเหลือง จำนวนคู่ใบย่อย 3-4 คู่ ใบย่อยกว้าง 5 เซนติเมตรและยาว 13 เซนติเมตร ใบแก่สีเขียวปนเหลือง ใบเรียบ ขอบใบเรียบ ปลายใบเรียวแหลมและฐานใบแบบลิ่มออกดอกและติดผลค่อนข้างสม่ำเสมอทุกปี ช่อดอกกว้าง 22 เซนติเมตรและยาว 31 เซนติเมตร เป็นลำไยพันธุ์กลางที่ออกดอกธันวาคมและเก็บเกี่ยวได้กลางกรกฎาคมถึงต้นสิงหาคม ผลกลมขนาดใหญ่ปานกลางกว้าง 2.6 เซนติเมตร เปลือกผลเรียบสีน้ำตาลปนแดง เนื้อหนาปานกลาง สีขาวครีม เนื้อเหนียวและแฉะน้ำปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 17 บริกซ์ มีกลิ่นคาวคล้ายกำมะถัน เมล็ดป้อมค่อนข้างใหญ่

3.10 เหลืองหรืออีเหลือง

เป็นลำไยกลุ่มกะโหลก ต้นมีทรงพุ่มค่อนข้างกลม ใบย่อยกว้าง 5.8 เซนติเมตรและยาว 19.6 เซนติเมตร ใบด้านบนมีสีเขียวเข้มแต่ด้านล่างมีสีเขียวอ่อนกว่า ปลายใบแหลม ขอบใบเรียบและเป็นคลื่นเล็กน้อย ออกดอกติดผลดี ผลค่อนข้างกลม ขนาดผลกว้าง 2.3 เซนติเมตร เปลือกผลมีสีน้ำตาลอมเหลืองเนื้อสีขาวขุ่น หวานปานกลาง ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ประมาณ 15 บริกซ์ เมล็ดกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.4 เซนติเมตร

3.11 สายน้ำผึ้ง

มีทรงพุ่มขนาดกลาง ใบอ่อนสีเหลืองปนน้ำตาล ใบย่อย 4 คู่ใบ ใบย่อยกว้าง 4.4 เซนติเมตร และยาว 11.6 เซนติเมตร ใบแก่สีเขียวเข้ม รูปร่างรีค่อนข้างใหญ่ แผ่นใบย่น ขอบใบเรียบ ปลายใบมนและฐานใบลิ่ม เปอร์เซ็นต์ออกดอกปานกลาง จำนวนผลต่อช่อ 10-25 ผล ผลกลม เปลือกผลเรียบ สีน้ำตาลปนเหลือง เนื้อขาวปนเหลือง เนื้อแน่นกรอบ รสหวานหอม เมล็ดกลมขนาดเล็ก

3.12 ปู่มาตีนโก่ง

เปลือกลำต้นเรียบ ใบอ่อนสีเขียวปนเหลือง ใบย่อยจำนวน 4 คู่ ใบย่อยกว้าง 4 เซนติเมตร และยาว 13 เซนติเมตร ใบแก่สีเขียว แผ่นใบเรียบและขอบใบเรียบ เปอร์เซ็นต์ออกดอกปานกลาง ช่อดอกกว้าง 13 เซนติเมตร และยาว 22 เซนติเมตร ผลกลมแป้นขนาดใหญ่ เปลือกผลเรียบสีน้ำตาลปนแดง เนื้อสีขาวขุ่นปนเหลือง เนื้อแห้งและแน่น รสหวานหอม เมล็ดกลมและแบนด้างข้าง สีน้ำตาลดำ เป็นพันธุ์ที่อ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด

3.13 ลำไยเถา

มีทรงพุ่มขนาดเล็ก เปลือกลำต้นเรียบ ใบอ่อนสีเหลืองปนน้ำตาล ใบแก่เป็นมันและสีเขียวเขียวปนเหลือง แผ่นใบย่น ขอบใบเป็นคลื่น ปลายใบเรียวแหลม ฐานใบลิ่ม จำนวนผลในช่อผลน้อยกว่า 10 ผล ช่อผลกว้าง 20 เซนติเมตรและยาว 27 เซนติเมตร ผลกลมกว้าง 2.8 เซนติเมตร เปลือกผลเรียบ สีน้ำตาลปนเขียว เนื้อสีขาวขุ่นปนเหลือง เนื้อนิ่มและฉ่ำน้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 20-24 บริกซ์ เมล็ดกลมสีน้ำตาลดำ

3.14 ลำไยกระดูก

เป็นลำไยพื้นเมือง มีทรงพุ่มขนาดใหญ่ เปลือกลำต้นเรียบ ใบรวมมักมี 4 คู่ใบ ใบแก่สีเขียวเข้ม แผ่นใบและขอบใบเรียบ ออกดอกปลายธันวาคมถึงต้นมกราคม เก็บเกี่ยวได้ประมาณกลางกรกฎาคมถึงต้นสิงหาคม ผลเล็กกลม เปลือกหนาขรุขระสีน้ำตาลปนเหลือง เนื้อบางสีขาวขุ่น เนื้อฉ่ำน้ำ รสหวาน ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ 19 บริกซ์ เมล็ดใหญ่สีน้ำตาลดำ

3.15 ดอเบอร์ 13

เป็นต้นลำไยพันธุ์ดอที่กรมวิชาการเกษตรคัดเลือกจากสวนเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน เชียงรายและพะเยา โดยคัดเลือกต้นที่ออกดอกติดผลสม่ำเสมอติดต่อกันอย่างน้อย 3 ปี ผลมีขนาดใหญ่ เนื้อหนาและรสชาติดี ต้นพันธุ์นี้มีใบอ่อนสีเขียวปนแดง ใบแก่สีเขียวเข้ม ขอบใบเรียบเป็นคลื่น รูปร่างใบรีปลายใบมนและฐานใบลิ่ม จำนวนคู่ใบย่อย 3 คู่ ออกดอกดก ช่อดอกกว้าง 16 เซนติเมตรและยาว 23 เซนติเมตร ติดผลดกคือ 25-50 ผล/ช่อผล ผลกลมแป้น ขนาดผลในช่อค่อนข้างสม่ำเสมอ รูปร่างรีค่อนข้างกว้าง เปลือกผลเรียบสีน้ำตาลปนเหลือง เนื้อสีขาวขุ่น นิ่มและฉ่ำน้ำปานกลาง รสหวานหอม ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ประมาณ 21 บริกซ์ เมล็ดแบนด้านข้างสีน้ำตาลดำ เส้นผ่าศูนย์กลาง 1.4 เซนติเมตร

ลำไยปลูกในหลายประเทศที่สำคัญคือประเทศจีนมีการปลูกลำไยถึง 26 พันธุ์ คือพันธุ์ที่ปลูกในมณฑลกวางตุ้ง 12 สายพันธุ์ปลูกในประเทศไต้หวันอีก 15 สายพันธุ์ปลูกในสหรัฐอเมริกามี 1 สายพันธุ์คือ พันธุ์โคฮา ลาพันธุ์ลำไยในประเทศไทย จำแนกออกตามลักษณะผลเนื้อเมล็ดและรสชาติได้ดังนี้

1) ลำไยกะโหลก เป็นพันธุ์ลำไยที่ให้ผลขนาดใหญ่มีเนื้อหนารสหวานมีหลายสายพันธุ์คือ
   - สีชมพู ผลใหญ่ เนื้อหนา เมล็ดเล็ก เนื้อมีสีชมพูเรื่อๆ รสดีมากที่สุด
   - ตลับนาค ผลใหญ่ เนื้อหนา เมล็ดเล็ก หวานกรอบแห้ง เปลือกบาง
   - เบี้ยวเขียว หรืออีเขียว ผลใหญ่กลมเบี้ยว เนื้อหนา เมล็ดเล็ก หวานกรอบ เนื้อล่อน
   - อีดอ ผลขนาดปานกลาง เมล็ดเล็ก รสหวาน แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ อีดอยอดแดง ใบอ่อนมีสีแดงกับอีดอยอดเขียว ใบอ่อนมีสีเขียว
   - อีแดง สีเปลือกของผลค่อนข้างแดง เป็นพันธุ์กลาง กิ่งเปราะหักง่าย ผลกลมใหญ่เมล็ดใหญ่ รสหวานแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คืออีแดงเปลือกหนา มีใบป้อมใหญ่ผลใหญ่ กับอีแดงเปลือกบาง ใบยาวผลเล็กกว่าอีแดงเปลือกหนา
   - อีดำ ผลใหญ่ ใบดำ เนื้อหนา เมล็ดเล็ก หวานกรอบ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ อีแห้วยอดแดง เมล็ดปานกลาง อีแห้วยอดขาว ผลกลมใหญ่ หัวเบี้ยว เนื้อกรอบ ไม่หวาน
2) ลำไยกระดูก เป็นพันธุ์พื้นเมือง ทรงพุ่มกว้างใบหนาทึบ ผลเล็กมีน้ำมาก เนื้อน้อยไม่หวาน มีน้ำตาลประมาณ 13.75% ขึ้นได้ทั่วไปปลูกง่าย เหลือให้เห็นน้อย เพราะไม่นิยมปลูก ไม่มีราคา
3) ลำไยธรรมดา ผลปานกลาง เนื้อหนากว่าลำไยพันธุ์กระดูก เนื้อกรอบบางมีน้ำมาก ให้ผลดก
4) ลำไยสายน้ำผึ้ง ลักษณะคล้ายลำไยธรรมดา แต่เนื้อมีสีเหลืองอ่อน เนื้อมีรสดี หอมกรอบ เมล็ดเล็ก

5) ลำไยเถาหรือลำไยเครือ เป็นไม้ต้นรอเลื้อย ลำต้นไม่มีแก่นจึงพันเข้ากับรั้วหรือหลัก ผลเล็กและเมล็ดโตกว่าลำไยบ้าน เนื้อหุ้มเมล็ดบาง นิยมปลูกไว้ประดับมากกว่าปลูกไว้รับประทาน ชอบขึ้นตามป่าเขา
6) ลำไยขาว ผลขนาดเล็กกว่าลำไยทั่วไป เปลือกสีน้ำตาลอ่อนเกือบขาว เนื้อสีขาวใส เมล็ดลีบ รสหวาน (เศรษฐมันต์, 2555)

4. คุณค่าทางอาหารของลำไย

ลำไยจัดอยู่ 1 ใน 10 ของผลไม้ส่งออกของประเทศไทย โดยมีการส่งออกในรูปลำไยสด ลำไยอบแห้ง ลำไยบรรจุภาชนะอัดลม ลำไยแช่แข็ง และอื่นๆ ประเทศที่รับซื้อลำไยของไทย ได้แก่ จีน เวียดนาม อินโดนีเซีย เมียนมาร์ มาเลเซีย สิงคโปร์ ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา เป็นต้น สัดส่วนการบริโภคลำไยภายในประเทศร้อยละ 20 ส่งออกเป็นลำไยสดและแช่แข็งร้อยละ 30 แปรรูปเป็นลำไยกระป๋องร้อยละ 15 และเป็นลำไยอบแห้งร้อยละ 35 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2559) ลำไยมีองค์ประกอบทางเคมีและสารพฤกษเคมีที่สำคัญ อาทิ สารประกอบแทนนิน กรดเอลลาจิค กรดแกลลิค และ โคริลาจิน ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยการใช้ประโยชน์จากลำไยที่หลากหลาย กองวิทยาศาสตร์กรมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยได้ทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบของลำไยปรากฏผลว่า

1) ลำไยสดทั่วไปประกอบด้วยน้ำร้อยละ 81.1 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 16.98 โปรตีนร้อยละ 0.97 เถ้าร้อยละ 0.56 กากร้อยละ 0.28 และไขมันร้อยละ 0.11 (ตารางที่ 1)
2) ในลำไยสด 100 กรัม จะมีค่าความร้อน 72.8 แคลอรี และมีวิตามิน 69.2 มิลลิกรัม แคลเซียม 57 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 35.17 มิลลิกรัมและธาตุเหล็ก 0.35 มิลลิกรัม
3) ลำไยแห้งประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 69.06 น้ำร้อยละ 21.27 โปรตีนร้อยละ 4.61 เถ้าร้อยละ 3.33 กากร้อยละ 1.50 และไขมันร้อยละ 0.171
4) ลำไยแห้ง 100 กรัม จะมีค่าความร้อน 296.1 แคลอรี แคลเซียม 32.05 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 150.5 มิลลิกรัมโซเดียม 4.78 มิลลิกรัม เหล็ก 2.85 มิลลิกรัม โพแทสเซียม 1390.3 มิลลิกรัม กรดแฟนโทซินิค 0.72 มิลลิกรัม วิตามินบี 12 จำนวน 1.08 มิลลิกรัม

ในเมล็ดลำไยมีปริมาณโปรตีนรวมร้อยละ 6.5 ปริมาณไขมันรวมร้อยละ 1.94 และปริมาณเยื่อใยรวมเป็นร้อยละ 8.33 ค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้จริงเป็น 3,365 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม สามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารสัตว์ได้ ในเปลือกหุ้มเมล็ดของลำไยมีปริมาณแทนนินสูง (บัวเรียม และคณะ, 2554)

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยแห้ง

ส่วนประกอบ	หน่วย	เนื้อลำไยสด	เนื้อลำไยอบแห้ง
ความชื้น	%	81.10	17.80
ไขมัน	%	0.11	0.40
เส้นไย	%	0.28	1.60
โปรตีน	%	0.97	4.60
เถ้า	%	0.56	2.86
คาร์โบไฮเดรต	%	16.98	72.70
พลังงานความร้อน	กิโลกรัม/ 100 กรัม	72.79	311.80
แคลเซียม	มิลลิกรัม/ 100 กรัม	5.70	27.27
เหล็ก	มิลลิกรัม/ 100 กรัม	0.35	2.39
ฟอสฟอรัส	มิลลิกรัม/ 100 กรัม	35.30	159.50
วิตามินซี	มิลลิกรัม/ 100 กรัม	69.20	137.80
โซเดียม	มิลลิกรัม/ 100 กรัม	-	4.50
โพแทสเซียม	มิลลิกรัม/ 100 กรัม	-	2012.00
ไนอาซีน	มิลลิกรัม/ 100 กรัม	-	3.03
กรดแพนโทธินิค	มิลลิกรัม/ 100 กรัม	-	0.57
วิตามินบี 2	มิลลิกรัม/ 100 กรัม	-	0.375

ที่มา: นิพัฒน์ และคณะ (2547)

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รัตนา (2545) ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของลำไยกระป๋อง เนื้อลำไยอบแห้งและลำไยอบแห้งทั้งเปลือก ซึ่งทำทำมาจากลำไยที่ใช้และไม่ใช้โพแทสเซียมคลอเรต พบว่า ลำไยที่ใช้โปแทสเซียมคลอเรตมีค่าสี b* ค่าแรงเฉือน (ลักษณะเนื้อสัมผัส) มากกว่าลำไยที่ไม่ใช้โปแทสเซียมคลอเรตและไม่พบปริมาณคลอเรตตกค้างในเนื้อลำไย จากการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของลำไยในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง เนื้อลำไยอบแห้ง ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก ที่ทำจากลำไยที่ใช้โปแทสเซียมคลอเรตและที่ไม่ใช้ พบว่า ไม่มีปริมาณคลอเรตตกค้างในผลิตภัณฑ์ทุกชนิด ผลการวิเคราะห์ค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัส ค่าความเป็นกรดด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ทั้งหมดปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างลำไยทั้งสองชนิด

รุ่งทิพย์ (2549) ศึกษาการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในกระบวนการอบแห้งลำไยพันธุ์อีดอ พบว่า อัตราเร็วของการอบแห้งเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการอบแห้งเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำตาลที่พบมากมี 3 ชนิด คือ น้ำตาลซูโครส น้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลฟรุกโทส ซึ่งน้ำตาลฟรุกโทสเป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบเมลลาร์ดและน้ำตาลทั้ง 2 ชนิด ยังสามารถเกิดการแตกตัวของน้ำตาลซูโครส เมื่อใช้ความร้อนที่สูง และสอดคล้องกับปริมาณการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของเนื้อลำไยอบแห้งที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิสูง 80 องศา

เซลเซียส เวลา 28 ชั่วโมง มีการเกิดสีน้ำตาลปริมาณมากกว่าการอบแห้งที่ผ่านการอบที่ 60 และ 70 องศาเซลเซียส เวลา 47 และ 35 ชั่วโมง ตามลำดับ นอกจากนี้ปริมาณสาร Hydroxymethylfurfural (HMF) สูงสุดในเนื้อลำไยที่ผ่านการอบแห้งที่ 80 องศาเซลเซียส

มาฤดี (2549) ศึกษาการผลิตน้ำลำไยผง ด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ตัวแปรที่ศึกษาประกอบด้วย ปริมาณการเติมมอลโตเด็กซ์ตริน อัตราไหลของลมร้อน และอุณหภูมิลมร้อนที่ใช้ทำแห้ง พบว่า ตัวแปรทั้งสามมีผลต่อคุณลักษณะของลำไยผงที่ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สภาวะที่เหมาะสมในการผลิต คือปริมาณสัดส่วนมอลโตเดกซ์ตริน 0.6 กรัมต่อกรัมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ อุณหภูมิลมร้อนที่ใช้ทำแห้ง 185 องศาเซลเซียส และอัตราการไหลลมร้อน 1.8 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

เพชรรัตน์ และคณะ (2550) ศึกษาเปรียบเทียบการอบแห้งลำไยด้วยเทคนิคต่าง ๆ นำรังสีอินฟราเรดไกลเข้ามาร่วมในการอบแห้งเนื้อลำไยด้วยลมร้อน และปั๊มความร้อนเปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยลมร้อนและปั๊มความร้อนเพียงอย่างเดียว พบว่าการนำรังสีอินฟราเรดไกลเข้ามาร่วมกับการอบแห้งเนื้อลำไยด้วยลมร้อนหรือปั๊มความร้อนช่วยเพิ่มอัตราการอบแห้งและลดเวลาในการอบแห้งลง ผลของรังสีอินฟราเรดไกลทำให้เนื้อลำไยมีรูพรุนและมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อกำลังไฟฟ้าที่ให้กับหลอดรังสีอินฟราเรดไกลมีค่าเพิ่มขึ้น รูพรุนที่เกิดขึ้นส่งผลให้เนื้อลำไยมีค่าความแข็งและความหยุ่นตัวน้อยกว่าเนื้อลำไยที่อบแห้งด้วยลมร้อนหรือปั๊มความร้อนเพียงอย่างเดียว

Prasad และคณะ (2553) ศึกษาการใช้ความดันสูง 200, 300, 400 และ 500 เมกะปาสคาล ต่อค่าการต้านอนุมูลอิสระ และการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส พบว่า ที่ความดัน 500 เมกะปาสคาล ให้ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดและค่าการยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสในระดับปานกลาง เมื่อวิเคราะห์สารฟีนิลิกด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) พบกรดแกลลิก กรดเอลลาจิค โคริลาจิน ในปริมาณสูง

ชรินทร์ และ นพพล (2554) ศึกษาการแปรรูปผลิตภัณฑ์เป็น 2 ลักษณะ คือ ในรูปของ น้ำเชื่อม และผลึกคล้ายน้ำตาลจากอ้อย โดยการนำลำไยมาลดขนาดด้วยการตีป่นจนละเอียด ก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการสกัดน้ำหวาน และระเหยเอาน้ำส่วนเกินออก ได้น้ำหวานในรูปน้ำเชื่อม หากนำไปตกผลึกต่อ และทำแห้งด้วยการอบ ได้เป็นน้ำตาลเกล็ดลำไย สารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายหลากหลายชนิดที่พบในลำไยสกัดอาทิ กลุ่มวิตามินซี กรดเอลลาจิก กรดแกลลิก และกรดแทนนิก ซึ่งกรดทั้ง 3 ตัวนี้มีสรรพคุณ ดังนี้ กรดเอลลาจิก ช่วยลดการทำลายดีเอ็นเอที่จะทำให้เกิดโรคเรื้อรังทำให้เกิดภาวะแก่ขึ้น (Aging) และเป็นโรคมะเร็ง กรดแกลลิก เป็นสารยับยั้งเชื้อรา ต้านไวรัส ต้านสารอนุมูลอิสระ และกรดแทนนิกลดความเจ็บปวดของกล้ามเนื้อ ข้อต่อและกระดูก

Kruangam และ Intipunya (2013) ศึกษาซอร์ปชันไอโซเทอร์มและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาของลำไยผงอัดก้อน ลำไยผงผลิตโดยใช้สัดส่วนน้ำลำไยเข้มข้น 40 องศาบริกซ์ ต่อเนื้อลำไย เท่ากับ 1:1 และเติมน้ำตาลทรายในปริมาณ ร้อยละ 30 ของส่วนผสมน้ำลำไยเข้มข้นและเนื้อลำไย นำส่วนผสมไปเคี่ยวจนหนืดและแข็งตัวเมื่อทำให้เย็น นำไปบดเป็นผง นำลำไยผงมาอัดก้อนด้วยเครื่องไฮดรอลิก โดยใช้แรงอัด 1.5 ตัน นำลำไยผงอัดก้อนไปศึกษาลักษณะซอร์ปชันไอโซเทอร์ม โดยเก็บตัวอย่างลำไยผงอัดก้อนที่สภาวะความชื้นสัมพัทธ์แตกต่างกัน 7 ระดับ (ร้อยละ 11-75) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าลักษณะซอร์ปชันไอโซเทอร์มของ

ลำไยผงอัดก้อนเป็นแบบแอดซอร์ปชันไอโซเทอร์มค่าความชื้นในลำไยผงอัดก้อนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความชื้นในระบบเพิ่มขึ้น และพบว่าลำไยผงอัดก้อนเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไวต่อการดูดความชื้นจากบรรยากาศลำไยผงอัดก้อนมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพอย่างชัดเจนระหว่างการเก็บรักษา ลำไยผงอัดก้อนที่เก็บรักษาที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 43 มีสีเข้มขึ้นอย่างชัดเจน และที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 52 ขึ้นไปจะมีลักษณะเป็นเจลนิ่มโดยรอบเปื่อยยุ่ย มีสีเข้มขึ้น เมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นลำไยผงอัดก้อนจะเกิดการพองตัวเกิดเป็นชั้นของเหลวที่บริเวณผิวโดยรอบ ลำไยผงอัดก้อนมีค่าสี L* ลดลงที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น ค่าสี L* เริ่มลดลงที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 22 และลดลงอย่างรวดเร็วที่ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าร้อยละ 32 ลำไยผงอัดก้อนมีปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทิวิตีมีค่าเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยมีความชื้นเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 3.36±0.41 เป็นร้อยละ 4.51±0.42 และมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตีเพิ่มขึ้นจาก 0.26±0.02 เป็น 0.42±0.05

สุเนตร และคณะ (2557) ศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของการอบแห้งเนื้อลำไยพันธุ์อีดอ เกรด A ด้วยรังสีอินฟราเรดที่ความหนาแน่นของรังสีอินฟราเรด และความเร็วอากาศเหนือวัสดุที่กำลังอบแห้งที่ระดับต่างๆ พบว่าความหนาแน่นของรังสีอินฟราเรดช่วง 0.521-0.625 วัตต์.เซนติเมตร$^{-2}$ ทำให้เวลาในการอบแห้งและความสิ้นเปลืองพลังงานจำเพาะลดลง ในขณะที่ความเร็วอากาศในช่วง 0.7-1.0 เมตร.วินาที$^{-1}$ มีผลต่อการอบแห้งเนื้อลำไยในทิศทางตรงกันข้าม ค่าความสว่างและค่าสีรวมของเนื้อลำไยแห้งมีค่าสูงสุดที่ความหนาแน่นของรังสีอินฟราเรด 0.0625 วัตต์.เซติเมตร$^{-2}$ โดยค่าความสว่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเร็วอากาศ มุมเฉดสีบ่งว่าเนื้อลำไยมีสีน้ำตาลอ่อน

Li และคณะ (2015) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและผลการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของสารโพลีฟีนอลที่สกัดจากลำไย พบว่า สารฟีนอลิกจากลำไยที่สกัดได้มีฤทธิ์ในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด โดยส่งผลต่อเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรทและการทำงานของฮอร์โมนอินซูลิน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยแก้ไขปัญหาในฤดูกาลที่ผลิตผลทางการเกษตรล้นตลาดได้ และสร้างมูลค่าผลผลิตทางการเกษตรของจังหวัดสระแก้ว และการพัฒนาศักยภาพในการแข่งขันและการพึ่งพาตนเองของสินค้าเกษตร
2. สร้างรายได้ให้กับกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกลำไยและบุคคลทั่วไปที่ต้องการอาชีพเสริม
3. ได้ผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย เป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค และสามารถต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่หลากหลายต่อไปได้ รวมถึงการพัฒนาสู่ระดับอุตสาหกรรมในอนาคต
4. สนับสนุนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชนเพื่อการสร้างเอกลักษณ์ และการผลิตสินค้าในท้องถิ่นซึ่งสามารถพัฒนาสู่ระดับอุตสาหกรรมได้ในอนาคต
5. องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยเกิดประโยชน์และได้รับความสนใจจากกลุ่มเป้าหมายโดยการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกรที่สนใจ รวมถึงการนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในการสอนให้กับนิสิตในรายวิชาทางด้านการแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร

ความร่วมมือกับสถาบันอื่น

1. มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว จังหวัดสระแก้ว
2. วิทยาลัยชุมชนตราด สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
3. อำเภอคลองหาดและกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ

1.1 กระเทียม
1.2 กะทิ
1.3 เกลือ (ตราปรุงทิพย์) (โซเดียมคลอไรด์; sodium chloride)
1.4 โซเดียมเมตาไบซัลไฟท์
1.5 ถั่วเหลือง (ตราไร่ทิพย์)
1.6 น้ำตาลทรายขาว (ตรามิตรผล)
1.7 น้ำตาลทรายแดง (ตราลิน)
1.8 น้ำสะอาด
1.9 ปลาสร้อยขาว (siamese mud carp)
1.10 แป้งข้าวเจ้า (ตราช้างสามเศรียร)
1.11 แป้งเค้ก (ตรามงกุฎม่วง)
1.12 แป้งท้าวยายม่อม (ตราปลาไทยห้าดาว)
1.13 แป้งมันสำปะหลัง (ตรานิวเกรด)
1.14 ผงฟู (ตราอิมพีเรียล)
1.15 พริกไทยขาวป่น (ไร่ทิพย์)
1.16 โพแตสเซียมคลอไรด์ (potassium chloride)
1.17 ยีสต์แห้ง (ตรา PERFECT)
1.18 ลำไย (*Dimocarpus longan* Lour)
1.19 เลมอน
1.20 วุ้นผง (ตราโทรศัพท์)
1.21 เห็ดหลินจือแห้ง

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1 กล่องโฟม

2.2 กะละมังแสตนเลส

2.3 แก๊สหุงต้ม

2.4 ขวดแก้ว

2.5 เขียง

2.6 เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า

2.7 เครื่องบดของแห้ง (Swing type grinder) รุ่น 400 กรัม

2.8 เครื่องผสม

2.9 เครื่องวัดความหวาน (brix refractometer)

2.10 เครื่องวัดสี (Minolta colorimeter CR-400, Minolta, Japan)

2.11 เครื่องวัดอุณหภูมิอาหาร (SL heater)

2.12 ช้อนตวงพลาสติกขนาด 1 ช้อนชา

2.13 ตะแกรงร่อนแป้ง

2.14 ตู้เย็น

2.15 ตู้อบลมร้อนแบบถาด (Try dried)

2.16 เตาแก๊ส (ลัคกี้เฟลม)

2.17 เตาอบขนม

2.18 ถ้วยตวงถ้วยอลูมิเนียมขนาด 6 x 2 เซนติเมตร

2.19 ถ้วยตะไล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.6 เซนติเมตร สูง 2.4 เซนติเมตร

2.20 ถังแก๊ส (เวิลด์แก๊ส)

2.21 ถาดอะลูมิเนียม

2.22 ถุงซิปล็อค

2.23 ถุงพลาสติก (ตราฮิปโป)

2.24 ทัพพี

2.25 บรรจุภัณฑ์เบเกอรี

2.26 ผ้าขาวบาง

2.27 พิมพ์วุ้น

2.28 พิมพ์วุ้นพลาสติก

2.29 มีด

2.30 ลังถึง

วิธีการ

1. สำรวจข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

สำรวจเค้าโครงของผลิตภัณฑ์โดยการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกลำไย กลุ่มผู้บริโภคทั่วไปทุกเพศ ทุกวัย ในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวางแผนการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารต้นแบบ ใช้แบบสอบถามจำนวน 100 ชุด เป็นตัวแทนกลุ่มผู้ทดสอบเป้าหมาย ตัวอย่างแบบสอบถามแสดงในภาคผนวก ก เพื่อศึกษาทัศนคติและความต้องการของผู้บริโภค ตลอดจนรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ และใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการจัดทำข้อกำหนด รายละเอียดผลิตภัณฑ์ สูตร วัตถุดิบ และกรรมวิธีการผลิต

2. ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการผลิตลำไยอบแห้ง

เริ่มจากการนำลำไยสดมาปอกเปลือก คว้านเมล็ดออก และล้างด้วยน้ำสะอาด ก่อนแช่ในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ (ละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ 1 กรัมในน้ำ 1 ลิตร) เป็นเวลา 15 นาที เอาขึ้นวางบนตะแกรง จากนั้นนำไปอบให้แห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50, 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (ภาพที่ 3) ติดตามการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของลำไยอย่างต่อเนื่อง บันทึกน้ำหนักเริ่มต้นก่อนอบและน้ำหนักหลังอบที่เวลาต่างๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากการอบ เก็บในถุงพลาสติกปิดสนิท ทดสอบการประเมินคุณทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน เพื่อประเมิณคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale (ภาคผนวก ก) การให้คะแนน 9 ระดับ (9 = ชอบมากที่สุด, 8 = ชอบมาก, 7 = ชอบปานกลาง, 6 = ชอบเล็กน้อย, 5 = เฉยๆ , 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย, 3 = ไม่ชอบปานกลาง, 2 = ไม่ชอบมาก, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) คัดเลือกลำไยอบแห้งที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเป็นเวลานานมาทดสอบคุณภาพหลังการเก็บในอุณหภูมิห้องปกติ เป็นเวลา 6 เดือน ตรวจสอบลักษณะทางเคมีกายภาพ โดยวัด น้ำตาลทั้งหมด พลังงาน ความชื้น ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเยื่อใย (AOAC, 2012) ปริมาณ ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ วิธี DPPH assay (Yang *et al*., 2014) และค่าสี ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 1385/2550) เนื้อลำไยอบแห้ง ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan’s new multiple-range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

ภาพที่ 3 วิธีการผลิตลำไยอบแห้ง

3. การศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสเพื่อสุขภาพจากลำไย

3.1 การเตรียมวัตถุดิบในการผลิตผงปรุงรส

การเตรียมลำไยผง ลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด ที่ความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 2 นาที

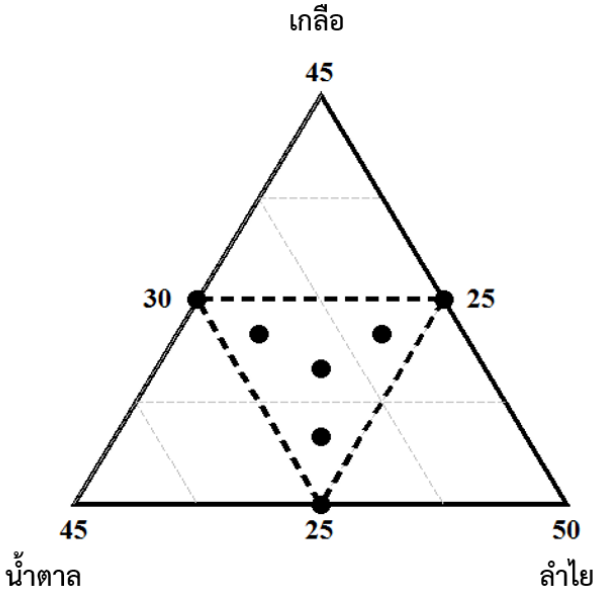
การเตรียมเนื้อปลาผง นำปลาสร้อยขาวมาล้างทำความสะอาด ตัดหัว ควักไส้ ขอดเกล็ด ล้างด้วยน้ำสะอาด นำมาย่างรมควันด้วยประมาณอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ก่อนนำไปอบให้แห้งสนิทด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด ที่ความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 2 นาที

การเตรียมกระเทียมผง นำกระเทียมมาปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นบางๆ นำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 7 ชั่วโมง ปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด ที่ความเร็วระดับ 1 เป็นเวลา 2 นาที

3.2 การศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตผงปรุงรสลำไย

การทดลองหาสูตรเบื้องต้นที่เหมาะสมต่อการผลิตผงปรุงรสลำไย โดยใช้แผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์ (Mixture Designs) โดยกำหนดปริมาณเกลืออยู่ในช่วงร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 35 น้ำตาลร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 35 และลำไยผงร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 50 คัดเลือกสูตรสำหรับใช้ในการทดลอง โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกจุดบนพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมด้านเท่า จากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์ ที่กระจายอยู่ทุกๆ ส่วนของ

บริเวณที่กำหนด (ภาพที่ 4) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมสูตรในขอบเขตที่แปรผันส่วนประกอบมากที่สุดได้สูตรที่คัดเลือกมา 7 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 2



ภาพที่ 4 การคัดเลือกสูตรผงปรุงรสลำไยเพื่อสุขภาพจากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์

ตารางที่ 2 สูตรของผงปรุงรสลำไยเพื่อสุขภาพที่ได้จากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์

ส่วนผสม	สูตรที่						
	1	2	3	4	5	6	7
เกลือ	20.0	26.7	25.3	28.0	28.0	22.7	26.7
น้ำตาล	28.0	26.7	25.3	20.0	28.0	26.7	22.7
ลำไยผง	32.0	26.7	29.3	32.0	24.0	30.7	30.7
เนื้อปลาผง	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
พริกไทยผง	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
กระเทียมผง	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
รวม	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**

ชั่งส่วนผสมหลักซึ่งประกอบด้วย เกลือ น้ำตาล ลำไยผง และส่วนผสมอื่นๆ คือ เนื้อปลาผง 16 กรัม พริกไทยผง 2 กรัม และกระเทียมผง 2 กรัม ตามลำดับ ปั่นส่วนผสมทั้งหมดรวมกัน ที่ความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 2 นาที บรรจุในถุงพลาสติกปิดสนิท ทำการคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด 1 สูตร โดยพิจารณาจากลักษณะ

ปรากฏของผงปรุงรสที่ผลิตได้ก่อนและหลังละลายน้ำร้อน ค่าสีของผลิตภัณฑ์ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การเตรียมตัวอย่างให้อยู่ในรูปของน้ำซุป โดยการใช้ผงปรุงรส 20 กรัม ต้มในน้ำเดือด 1 ลิตร เป็นเวลา 3 นาที บรรจุน้ำซุป 30 มิลลิลิตร ในถ้วยพลาสติกทนร้อนมีฝาปิดสนิท และเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เพื่อรอการทดสอบ โดยตัวอย่างจะถูกนำเสนอต่อ ผู้ทดสอบทีละตัวอย่างด้วยรหัสเลขสุ่ม 3 ตัว โดยมีการสุ่มลำดับการนำเสนอ เมื่อผู้ทดสอบชิมน้ำซุปครบ 4 ตัวอย่าง จะพัก 10 นาที แล้วทดสอบชิมน้ำซุป 3 ตัวอย่างสุดท้าย ให้ผู้ทดสอบบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างถัดไปทุกครั้ง แต่ละตัวอย่างจะถูกนำเสนอด้วยเวลาห่างกัน 3 นาที มีการมอบของที่ระลึกให้กับผู้ทดสอบทุกคนหลังจากเสร็จสิ้นการทดสอบตัวอย่าง

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา (generic descriptive analysis) ในคุณลักษณะทางด้านระดับความเข้มของกลิ่นรส (flovour) รสเค็ม (saltiness) รสวาน (sweetness) รสขม (bitterness) และ ความชอบรวม (overall liking) ด้วยผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกและฝึกฝนตามวิธี ASTM (Stone, 1992) จำนวน 12 คน (ภาคผนวก ก) ผู้ทดสอบจะมีการปรับเทียบ (calibration) ด้วยสารละลายรสพื้นฐานก่อนการประเมินตัวอย่าง โดยการให้คะแนนความเข้มลงบนเส้นตรงยาว 150 มิลลิเมตร และทดสอบการการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส ความเค็ม ความหวาน ความขม และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale (ภาคผนวก ก) ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan’s new multiple-range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

3.3 ผลของการใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ในการผลิตผงปรุงรสเพื่อสุขภาพจากลำไย

นำผงปรุงรสที่ถูกคัดเลือกในข้อ 3.2 มาศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ วางแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์ โดยกำหนดระดับของปัจจัย คือ โซเดียมคลอไรด์ (ร้อยละ 0-100) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (ร้อยละ 0-100) ซึ่งทั้ง 2 ปัจจัยรวมกันเป็นร้อยละ 20 ของส่วนผสมทั้งหมดที่ไม่ใช่เกลือ และกำหนดให้ส่วนผสมอื่นๆ คงที่ ประกอบด้วยลำไยผงร้อยละ 32 น้ำตาลร้อยละ 28 เนื้อปลาผงร้อยละ 16 พริกไทยผงร้อยละ 2 และกระเทียมผงร้อยล 2

ได้ 5 สิ่งทดลอง ทดลอง 3 ซ้า ดังตารางที่ 3 จากนั้น ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา ในคุณลักษณะทางด้านระดับความเข้มของกลิ่นรส รสหวาน รสเค็ม รสขม และความชอบรวม ด้วยผู้ทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกและฝึกฝนตามวิธีของ ASTM (Stone, 1992) จำนวน 12 คน (ภาคผนวก ก)

ตารางที่ 3 อัตราส่วนของโพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ในผงปรุงรสเพื่อสุขภาพจากลำไย

ส่วนผสม	สูตร				
	1	2	3	4	5
โซเดียมคอลไรด์ (ร้อยละ)	100	75	50	25	0
โพแทสเซียมคลอไรด์ (ร้อยละ)	0	25	50	75	100

*โซเดียมคลอไรด์และโพแทสเซียมคลอไรด์ ทั้ง 2 ปัจจัยรวมกันเป็นร้อยละ 20 ของส่วนผสมทั้งหมดที่ไม่ใช่เกลือ

3.4 การศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพ ปริมาณจุลินทรีย์และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผงปรุงรสเพื่อสุขภาพจากลำไย

คัดเลือกสูตรการผลิตที่เหมาะสมจากข้อ 3.3 เพื่อประเมินคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ โดยวัดค่าวอเตอแอคติวิตี พลังงาน ความชื้น ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเยื่อใย (AOAC, 2012) ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และค่าสีของผลิตภัณฑ์ ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.494/2547) ผงปรุงรสอาหาร ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม กับผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 100 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale (ภาคผนวก ก) ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's new multiple-range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

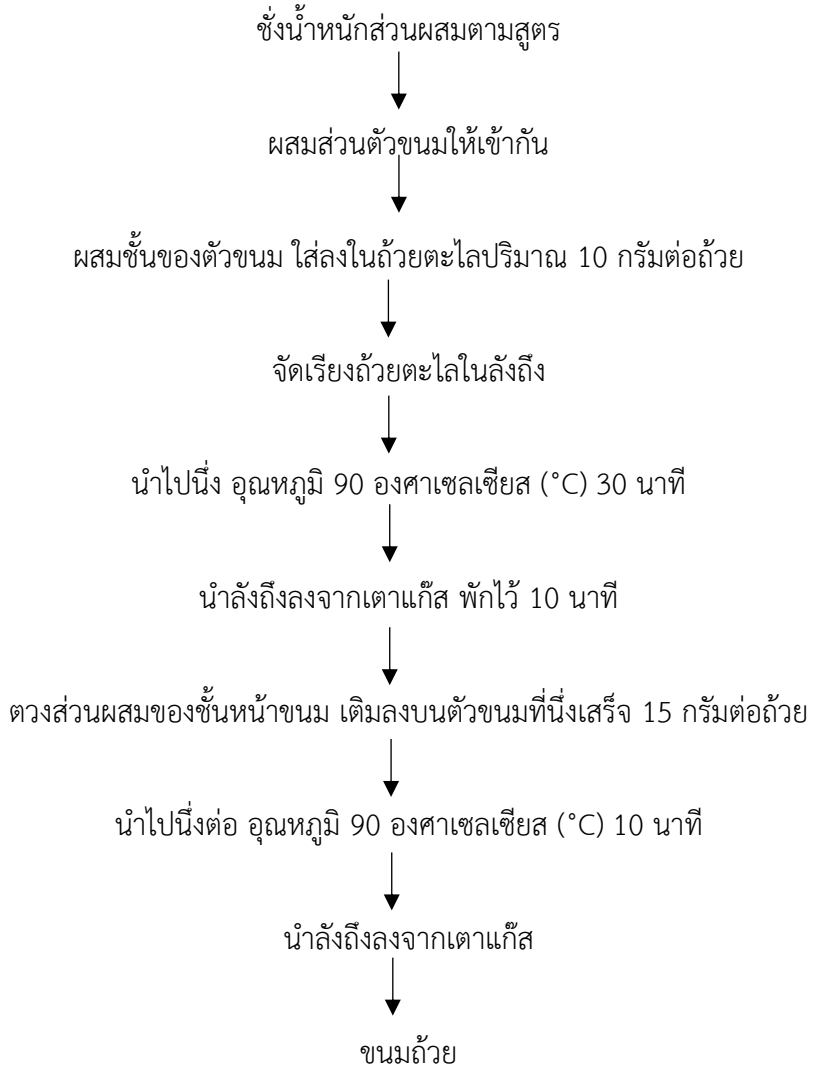
4. การศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยลำไยเพื่อสุขภาพ

4.1 การเตรียมวัตถุดิบและขั้นตอนในการผลิตขนมถ้วยลำไยเพื่อสุขภาพ

การเตรียมน้ำกะทิ นำมะพร้าวแก่ปอกเปลือกจนเหลือแต่เนื้อมะพร้าวสีขาว โม่ให้ละเอียด เติมน้ำอัตราส่วน 1:1 คั้นน้ำกะทิ บรรจุถุงพลาสติกมัดปากถุงตั้งทิ้งไว้ 30 นาที ที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส น้ำกะทิจะแยกชั้น เป็น 2 ชั้น โดยชั้นบนเป็นหัวกะทิ ชั้นล่างเป็นหางกะทิ เมื่อน้ำกะทิแยกชั้นแล้ว ตัดก้นถุงให้เป็นรูขนาดเล็กเทแยกชั้นล่างหรือหางกะทิออก เหลือชั้นบนที่เป็นหัวกะทิเข้มข้น

การเตรียมน้ำนมถั่วเหลือง นำเมล็ดถั่วเหลืองแห้งมาล้างทำความสะอาด จากนั้นแช่เมล็ดถั่วเหลืองแห้งในน้ำสะอาดอัตราส่วนถั่วเหลืองแห้งต่อน้ำเป็น 1:2 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 3 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง ใช้กระชอนตักถั่วเหลืองขึ้นพักให้สะเด็ดน้ำ เติมน้ำสะอาดอัตราส่วนถั่วเหลืองต่อน้ำสะอาดเป็น 1:2 โดยน้ำหนัก ปั่นด้วยความเร็วปานกลาง 3 ครั้ง ครั้งละ 10 นาที กรองแยกส่วนกากและน้ำนมถั่วเหลืองด้วยผ้าขาวบาง นำมาต้มด้วยไฟอ่อน ประมาณ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที คนอยู่เสมอจนหมดฟอง แล้วกรองด้วยผ้าขาวบางอีกครั้ง ได้น้ำนมถั่วเหลืองเข้มข้น

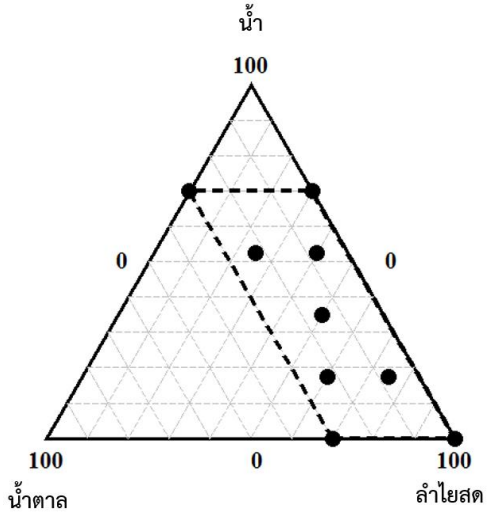
ขั้นตอนการผลิตขนมถ้วย มีรายละเอียดดังนี้ ภาพที่ 5



ภาพที่ 5 กรรมวิธีการผลิตขนมถ้วย

4.2 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมการผลิตตัวขนมถ้วย

การทดลองหาสูตรเบื้องต้นที่เหมาะสมต่อการผลิตตัวขนมถ้วยจากลำไย โดยใช้แผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์ โดยกำหนดปริมาณน้ำอยู่ในช่วงร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 35 น้ำตาลทรายแดงร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 30 และลำไยสดปั่นละเอียดร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 100 คัดเลือกสูตรสำหรับใช้ในการทดลอง โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกจุดบนพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน จากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์ ที่กระจายอยู่ทุกๆ ส่วนของบริเวณที่กำหนด (ภาพที่ 6) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมสูตรในขอบเขตที่แปรผันส่วนประกอบมากที่สุดได้สูตรที่คัดเลือกมา 9 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 4



ภาพที่ 6 การคัดเลือกสูตรตัวขนมถ้วยจากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์

ตารางที่ 4 สูตรของตัวขนมถ้วยที่ได้จากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์

ส่วนผสม	สูตรที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
น้ำ	15.8	47.2	0.0	63.0	63.0	0.0	15.8	47.3	31.5
น้ำตาล	20.2	6.8	27.0	27.0	0.0	0.0	6.7	20.2	13.5
ลำไยสด	54.0	36.0	63.0	0.0	27.0	90.0	67.5	22.5	45.0
แป้งข้าวเจ้า	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
แป้งมันสำปะหลัง	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
รวม	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**

ชั่งส่วนผสมหลักซึ่งประกอบด้วย น้ำ น้ำตาล ลำไยสด และส่วนผสมอื่นๆ คือ แป้งข้าวเจ้า 9 กรัม และแป้งมันสำปะหลัง 1 กรัม ผสมส่วนผสมทั้งหมดรวมกัน คนให้ละลาย ผลิตขนมถ้วยตามขั้นตอนในภาพที่ 5 คัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด 1 สูตร โดยสังเกตลักษณะปรากฏของตัวขนมถ้วยที่ผลิตได้ วัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ ทดสอบการการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale (ภาคผนวก ก) ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's new multiple-range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

4.3 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในส่วนหน้าขนมถ้วย

การเตรียมส่วนผสมในการผลิตออกเป็น 2 ส่วน คือ ตัวขนมถ้วย และหน้าขนมถ้วย ชั้นตัวขนมถ้วย ประกอบด้วย น้ำตาลทราย น้ำ ลำไยสดปั่นละเอียด แป้งข้าวเจ้า และแป้งมันสำปะหลังตามสูตรที่ถูกคัดเลือกในข้อ 4.2 หน้าขนมประกอบด้วยหัวกะทิเข้มข้น แป้งข้าวเจ้า น้ำตาลทรายขาว และเกลือร้อยละ 89 9 1.5 และ 0.5 ตามลำดับ เป็นสูตรควบคุม ทดลองศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมของการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนหัวกะทิเข้มข้นในส่วนหน้าขนมถ้วย แบ่งออกเป็น 5 สูตร โดยมีการแปรเปลี่ยนอัตราส่วนผสมถั่วเหลืองต่อกะทิเป็น 0:100 (สูตรควบคุม) 25:75 50:50 75:25 และ 100:0 ของกะทิทั้งหมดที่มีการเติมในส่วนหน้าขนม โดยสังเกตลักษณะปรากฏของตัวขนมถ้วยที่ผลิตได้ วัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ ทดสอบการการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน

4.4 การศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพ ปริมาณจุลินทรีย์และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมถ้วยลำไยเพื่อสุขภาพ

คัดเลือกสูตรการผลิตที่เหมาะสมจากข้อ 4.3 เพื่อประเมินคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ โดยวัดความชื้น ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเยื่อใย (AOAC, 2012) ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 1/2546) ขนมไทย ทดสอบการประเมินคุณทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 100 คน เพื่อประเมิณคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale (ภาคผนวก ก) ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan’s new multiple-range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

5. การศึกษาพัฒนาน้ำลำไยเห็ดหลินจือ

การทดลองหาสูตรเบื้องต้นที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำลำไยเห็ดหลินจือ การเตรียมน้ำลำไยผสมเห็ดหลินจือ มีขั้นตอนดังนี้

1. ต้มน้ำสะอาด 1,000 กรัม ในหม้อแสตนเลส จนน้ำเดือด
2. ใส่ลำไยอบแห้ง 100 กรัม และ เห็ดหลินจืออบแห้ง 2 กรัม ลงไป ต้มในน้ำเดือด 30 นาที
3. ตักเนื้อลำไยและเห็ดหลินจือออก
4. เติมน้ำตาลทรายแดง (ตามอัตราส่วนในตารางที่ 5)
5. ต้มน้ำเห็ดต่ออีกประมาณ 15 นาที
6. กรองและบรรจุน้ำลำไยอบแห้งผสมเห็ดหลินจือ ที่ต้มแล้วใส่บรรจุภัณฑ์ (ขวดแก้วและฝาขวดต้องผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนแล้ว บรรจุขณะร้อน ฝาขวดต้องถูกทำให้แห้งก่อนปิดผนึก)

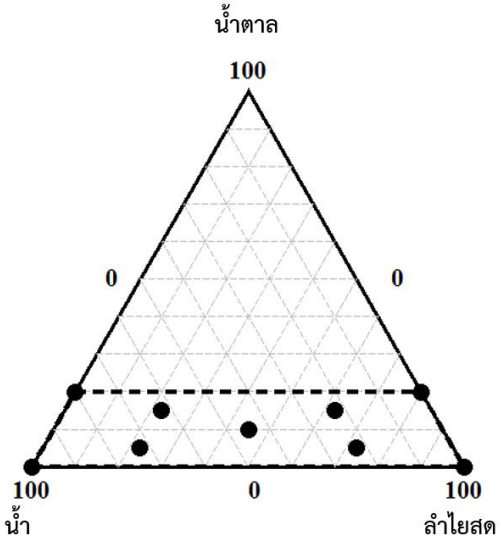
ตารางที่ 5 สูตรของน้ำลำไยเห็ดหลินจือ

ส่วนผสม	สูตรที่						
	1	2	3	4	5	6	7
น้ำลำไยอบแห้งผสมเห็ดหลินจือ	70	75	80	85	90	95	100
น้ำตาลทรายแดง	30	25	20	15	10	5	0
รวม	100	100	100	100	100	100	100

วัดค่าความหวานของตัวอย่าง ทดสอบการการยอมรับทางประสาทสัมผัส เพื่อประเมินความชอบรวมกับกลุ่มผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน โดยวิธี 9-point hedonic scale (ภาคผนวก ก) ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's new multiple-range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

6. การศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นลำไย

การทดลองหาสูตรเบื้องต้นที่เหมาะสมต่อการผลิตวุ้นลำไย โดยใช้แผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์ โดยกำหนดปริมาณน้ำตาลทรายอยู่ในช่วงร้อยละ 0-20 น้ำร้อยละ 0-100 และลำไยสดปั่นละเอียดร้อยละ 0-100 คัดเลือกสูตรสำหรับใช้ในการทดลอง โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกจุดบนพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมู จากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์ ที่กระจายอยู่ทุกๆ ส่วนของบริเวณที่กำหนด (ภาพที่ 7) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมสูตรในขอบเขตที่แปรผันส่วนประกอบมากที่สุดได้สูตรที่คัดเลือกมา 9 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 6



ภาพที่ 7 การคัดเลือกสูตรวุ้นลำไยจากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์

ตารางที่ 6 สูตรของวุ้นลำไยที่ได้จากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์

ส่วนผสม	สูตรที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
น้ำตาล	15.0	20.0	0.0	15.0	20.0	5.0	10.0	5.0	0.0
น้ำ	62.5	0.0	0.0	22.5	80.0	72.5	45.0	22.5	100.0
ลำไยสด	22.5	80.0	100.0	62.5	0.0	22.5	45.0	72.5	0.0
รวม	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

เริ่มจากการนำลำไยสดมาปอกเปลือก คว้านเมล็ดออก และล้างด้วยน้ำสะอาด ปั่นให้ละเอียด ชั่งส่วนผสมหลักซึ่งประกอบด้วย น้ำตาล น้ำ ลำไยสดปั่นละเอียด และส่วนผสมอื่นๆ คือ วุ้นผง 1 กรัม ขั้นตอนการผลิตวุ้นลำไยมีดังนี้

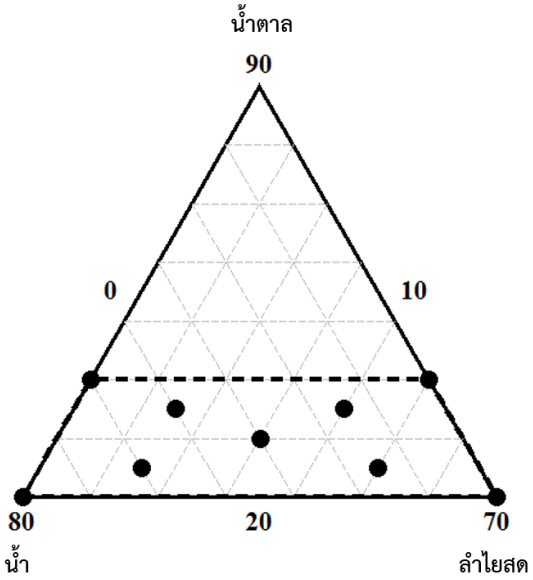
1. แช่วุ้นผงในน้ำประมาณ 5 นาที
2. นำไปต้มไฟปานกลางให้วุ้นละลาย เติมลำไย คนเบาๆ
3. เติมน้ำตาลทราย คนให้น้ำตาลละลาย
4. เติมแป้งท้าวยายม่อมที่ละลายในน้ำเตรียมไว้
5. คนต่อจนครบ 15 นาที
6. เทใส่พิมพ์ ให้มีความสูง 1.5 เซนติเมตร
7. ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง
8. บรรจุในถุงพลาสติกปิดสนิท

วัดค่าความหวานของสารละลายทั้ง 9 สูตร สังเกตลักษณะปรากฏของวุ้นรสลำไย วัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ ทดสอบการการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม (ภาคผนวก ก) โดยวิธี 9-point hedonic scale ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's new multiple-range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95 เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์วุ้นลำไยต่อไป

7. การศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบลำไย

7.1 การศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นกรอบลำไยโดยใช้แผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์

การทดลองหาสูตรเบื้องต้นที่เหมาะสมต่อการผลิตวุ้นกรอบลำไย โดยใช้แผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์ โดยกำหนดปริมาณน้ำตาลทรายอยู่ในช่วงร้อยละ 20-40 น้ำร้อยละ 10-80 และลำไยสดปั่นละเอียดร้อยละ 0-100 คัดเลือกสูตรสำหรับใช้ในการทดลอง โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกจุดบนพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมคางหมูจากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์ ที่กระจายอยู่ทุกๆ ส่วนของบริเวณที่กำหนด (ภาพที่ 8) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมสูตรในขอบเขตที่แปรผันส่วนประกอบมากที่สุดได้สูตรที่คัดเลือกมา 9 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 7



ภาพที่ 8 การคัดเลือกสูตรวุ้นกรอบลำไยจากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์

ตารางที่ 7 สูตรของวุ้นกรอบลำไยที่ได้จากแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์

ส่วนผสม	สูตรที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
น้ำตาล	40	20	25	35	30	20	40	25	35
น้ำ	10	10	60	25	40	80	60	25	50
ลำไยสด	50	70	15	40	30	0	0	50	15
รวม	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**

เริ่มจากการนำลำไยสดมาปอกเปลือก คว้านเมล็ดออก และล้างด้วยน้ำสะอาด ปั่นให้ละเอียด ชั่งส่วนผสมหลักซึ่งประกอบด้วย น้ำตาล น้ำ ลำไยสดปั่นละเอียด และส่วนผสมอื่นๆ คือ วุ้นผง 1 กรัม และแป้งท้าวยายม่อม 0.5 กรัม ขั้นตอนการผลิตวุ้นกรอบลำไยมีดังนี้

1. แช่วุ้นผงในน้ำประมาณ 5 นาที
2. นำไปต้มไฟปานกลางให้วุ้นละลาย เติมลำไย คนเบาๆ

3. เติมน้ำตาลทราย คนให้น้ำตาลละลาย
4. เติมแป้งท้าวยายม่อมที่ละลายในน้ำเตรียมไว้
5. คนต่อจนครบ 15 นาที
6. เทใส่ถาดสี่เหลี่ยมผิวเรียบ ให้มีความสูง 1.5 เซนติเมตร
7. ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง
8. ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม กว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาว 1.5 เซนติเมตร
9. วางบนตะแกรง นำไปอบให้แห้ง
10. บรรจุในถุงพลาสติกปิดสนิท

วัดค่าความหวานของสารละลายทั้ง 9 สูตร สังเกตลักษณะปรากฏของวุ้นกรอบรสลำไยที่ผลิตได้ก่อนและหลังการทำแห้ง วัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ ทดสอบการการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม (ภาคผนวก ก) โดยวิธี 9-point hedonic scale ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's new multiple-range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95 เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบลำไยต่อไป

7.2 การศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบต่อคุณภาพของวุ้นกรอบลำไย

นำวุ้นกรอบลำไยสูตรที่คัดเลือกจากข้อ 7.1 มาอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตลักษณะปรากฏของวุ้นกรอบรสลำไยหลังการอบ วัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ ทดสอบการการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 100 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale (ภาคผนวก ก) ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's new multiple-range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

7.3 การศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพ ปริมาณจุลินทรีย์และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบลำไย

คัดเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมจากข้อ 7.2 มาผลิตวุ้นกรอบลำไย เพื่อประเมินคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ โดยวัดค่าวอเตอแอคติวิตี พลังงาน ความชื้น ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเยื่อใย (AOAC, 2012) ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และค่าสี ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.1221/2559) วุ้นกรอบ ทดสอบการประเมินคุณทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 100 คน (ภาคผนวก ก) เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะ

ปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's new multiple-range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95 เปรียบเทียบวิธีการทำแห้ง 2 วิธีคือ วิธีที่ 1 การตากแดด 4 วัน และวิธีที่ 2 การอบแห้ง เพื่อประเมินคุณภาพของวุ้นกรอบหลังการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วัน ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพจากผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงลักษณะปรากฏที่สังเกตได้

8. การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตแยมลำไย

การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตแยมลำไย โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) ได้สูตรการผลิตทั้งหมด 3 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 8 เตรียมลำไยสดปั่นด้วยความเร็วระดับต่ำ เป็นเวลา 1 นาที (ปั่นหยาบ) ใส่ส่วนผสมในหม้อเคี่ยวด้วยไฟปานกลาง เป็นเวลา 30 นาที จนเนื้อเหนียวข้อ บรรจุขวด ปิดสนิท รอให้เย็นใส่ตู้เย็น สังเกตลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ วัดความหวาน และค่าความเป็นกรดด่าง จากนั้นคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด 1 สูตร เพื่อนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 30 คน (ภาคผนวก ก) เพื่อประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยการให้ผู้ทดสอบชิมป้ายแยมบนขนมปังจืด ผู้ทดสอบชิมทุกคนจะได้รับของที่ระลึก

ตารางที่ 8 สูตรการผลิตแยมลำไย

วัตถุดิบ	**สูตรการผลิตแยมลำไย**		
	สูตรที่ 1	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
ลำไยสด	100 กรัม	200 กรัม	300 กรัม
น้ำตาลทราย	200 กรัม	200 กรัม	200 กรัม
เลมอน	30 กรัม	30 กรัม	30 กรัม
น้ำสะอาด	50 กรัม	50 กรัม	50 กรัม

9. การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตขนมถ้วยฟูลำไย

การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตขนมถ้วยฟูลำไย โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) ได้สูตรการผลิตทั้งหมด 3 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 9 เตรียมลำไยสดปั่นด้วยความเร็วปานกลาง เป็นเวลา 2 นาที (ปั่นละเอียด) กระบวนการผลิตขนมถ้วยฟูเริ่มจาก

ร่อนแป้ง ผงฟู ยีสต์ น้ำตาลทราย เข้าด้วยกัน ใส่ลำไยสดปั่นละเอียดและกะทิ คนให้เข้ากัน คลุมด้วยพลาสติกสำหรับคลุมอาหาร พักไว้ 1 ชั่วโมง ตักใส่พิมพ์ นึ่งไฟแรง เป็นเวลา 15 นาที สังเกตลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ จากนั้นคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด 1 สูตร เพื่อนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 30 คน (ภาคผนวก ก) เพื่อประเมินความชอบทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ผู้ทดสอบชิมทุกคนจะได้รับของที่ระลึก

ตารางที่ 9 สูตรการผลิตขนมถ้วยฟูลำไย

วัตถุดิบ	**สูตรการผลิตขนมถ้วยฟูลำไย**		
	สูตรที่ 1	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
แป้งเค้ก	65 กรัม	65 กรัม	65 กรัม
ผงฟู	1.5 กรัม	1.5 กรัม	1.5 กรัม
ยีสต์แห้ง	1.5 กรัม	1.5 กรัม	1.5 กรัม
น้ำตาลทรายขาว	40 กรัม	40 กรัม	40 กรัม
หัวกะทิคั้นสด	50 กรัม	50 กรัม	50 กรัม
ลำไยสดปั่นละเอียด	25 กรัม	50 กรัม	75 กรัม

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. สำรวจข้อมูลพื้นฐานเพื่อใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

จากข้อมูลการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม ถึงพฤติกรรมและการบริโภคอาหารจากลำไยของผู้บริโภคทั่วไป ตามภาคผนวก ก ผู้บริโภคทั่วไปคือ ผู้บริโภคทั่วไปในพื้นที่ จังหวัดสระแก้ว จำนวน 100 คน ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 75 คน คิดเป็นร้อยละ 75 และเพศชาย จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 25 และลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถามดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคทั่วไปในจังหวัดสระแก้ว จำนวน 100 คน

ปัจจัย		ความถี่ (คน)	ร้อยละ
เพศ	ชาย	25	25
	หญิง	75	75
	รวม	**100**	**100**
อายุ			
	10-20 ปี	5	5
	21-30 ปี	10	10
	31-40 ปี	45	45
	41-50 ปี	34	34
	มากกว่า 50 ปี	6	6
	รวม	**100**	**100**
การศึกษา			
	ประถมศึกษา	23	23
	มัธยมต้น	20	20
	มัธยมปลาย/ปวช.	20	20
	อนุปริญญา/ปวส.	10	10
	ปริญญาตรี	25	25
	สูงกว่าปริญญาตรี	2	2
	รวม	**100**	**100**

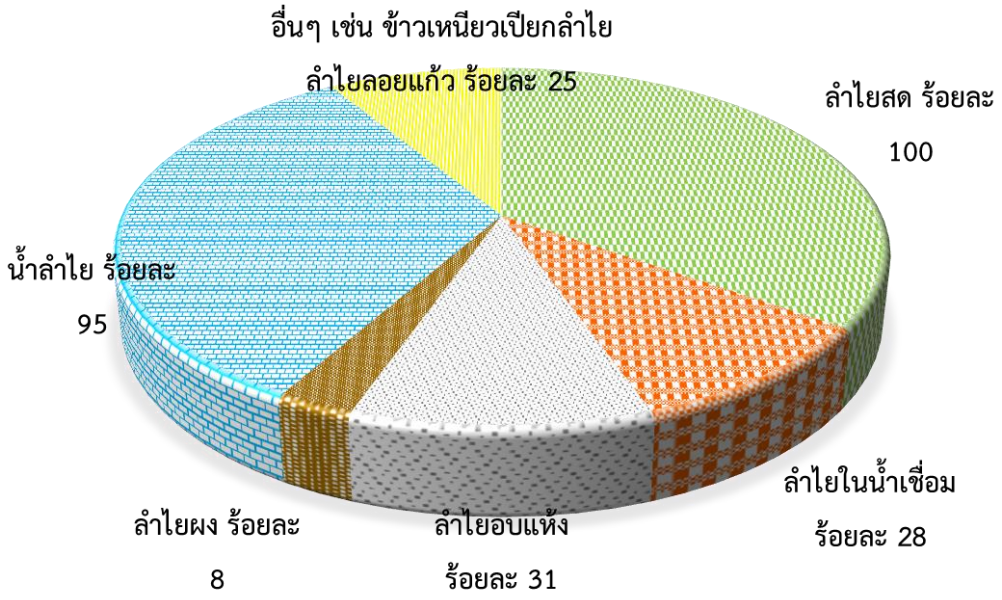
ตารางที่ 10 (ต่อ)

ปัจจัย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	10	10
เกษตรกร	50	50
ข้าราชการ/พนักงานของรัฐ	9	9
พนักงานบริษัทเอกชน	13	13
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	15	15
อื่นๆ เช่น แม่บ้าน และอื่นๆ	3	3
รวม	**100**	**100**
รายได้ต่อเดือน		
น้อยกว่า 5,000 บาท	2	2
5,001-10, 000 บาท	15	15
10,001-15,000 บาท	42	42
15,001-20,000 บาท	33	33
มากกว่า 20, 000 บาท	8	8
รวม	**100**	**100**

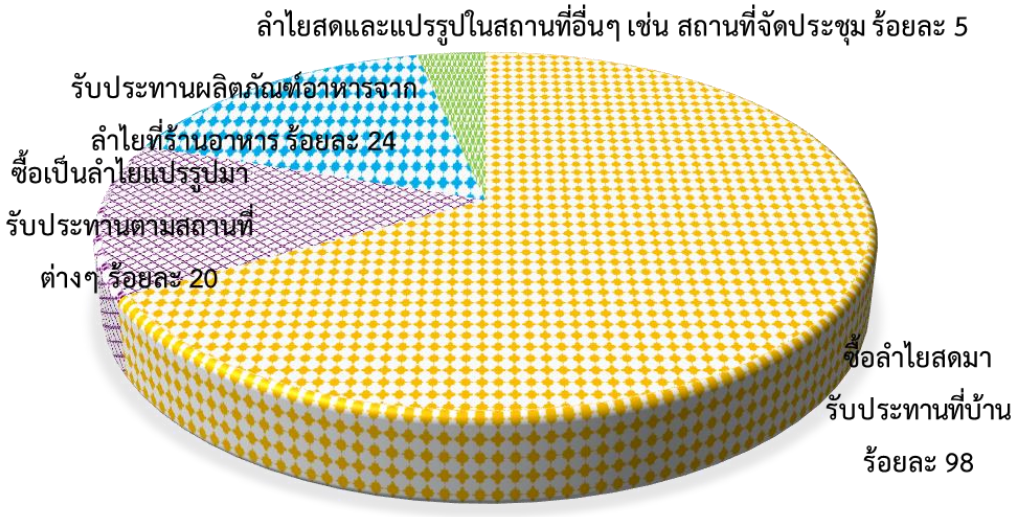
ลักษณะทางประชากรศาสตร์ของตัวแทนผู้บริโภคส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 31-40 ปี ระดับการศึกษาประถมศึกษาถึงปริญญาตรี มีอาชีพที่หลากหลาย ทั้งนักเรียน นักศึกษา พนักงานมหาวิทยาลัย รับจ้างทั่วไป เกษตรกร แม่บ้าน และ อื่นๆ มีรายได้ต่ำกว่า 5,000 ถึง 20,000 บาท

ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติและพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย แสดงดังภาพที่ 9 คือ ผู้บริโภคร้อยละ 100 เคยรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย ส่วนภาพที่ 10 แสดงรูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยที่ผู้บริโภคเคยรับประทาน ซึ่งส่วนใหญ่จะรับประทานลำไยสดและน้ำลำไย คือ ร้อยละ 100 และ 95 ตามลำดับ และภาพที่ 11 แสดงสถานที่และรูปแบบที่ผู้บริโภคได้รับประทานอาหารจากลำไย ซึ่งส่วนใหญ่ผู้บริโภคจะซื้อลำไยสดมารับประทานที่บ้าน ร้อยละ 95

ภาพที่ 9 พฤติกรรมการบริโภคอาหารจากลำไย



ภาพที่ 10 รูปแบบของผลิตภัณฑ์จากลำไยที่ผู้บริโภคเคยรับประทาน



ภาพที่ 11 สถานที่และรูปแบบการรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย

ความถี่ในการรับประทานลำไย ความชอบในการรับประทานลำไย และเหตุผลที่รับประทาน แสดงดังตารางที่ 11 และ 12 ตามลำดับ

ตารางที่ 11 ความถี่ในการรับประทานลำไย

ความถี่ในการรับประทานลำไย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
ประจำ	0	0
2 ครั้งต่อสัปดาห์	0	0
3-4 ครั้งต่อสัปดาห์	0	0
มากกว่า 4 ครั้งต่อสัปดาห์	0	0
ครั้งคราว	19	19
1 ครั้งต่อเดือน	0	0
2-3 ครั้งต่อเดือน	0	0
4 ครั้งต่อเดือน	19	19
นานๆ ครั้ง	81	81
รวม	**100**	**100**

ตารางที่ 12 ความชอบรับประทานลำไย และเหตุผลที่รับประทาน

ปัจจัย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
ชอบรับประทานมันเทศหรือไม่		
ชอบ	75	75
เฉยๆ	10	10
ไม่ชอบ	15	15
รวม	**100**	**100**
เหตุผลที่ท่านชอบรับประทานลำไย		
รสชาติอร่อย	91	29.3
มีคุณค่าทางโภชนาการ	18	5.8
สะดวกต่อการรับประทาน	54	17.4
มีจำหน่ายมากในท้องถิ่น	78	25.0
ต้องการสนับสนุนผลิตภัณฑ์ลำไยท้องถิ่น	65	20.9
อื่นๆ เช่น ราคาถูก	5	1.6
รวม	**311**	**100**

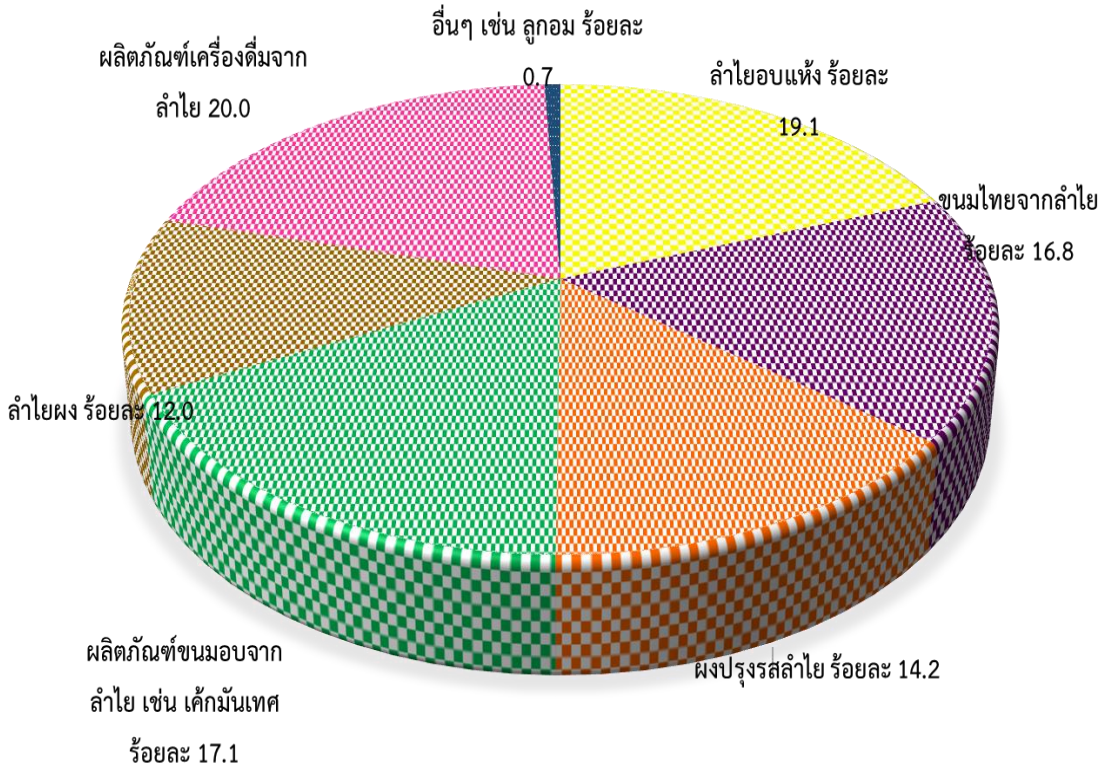
ตารางที่ 13 เหตุผลที่ไม่ชอบรับประทาน และผู้ที่ไม่เคยรับประทานลำไยของผู้บริโภค

ปัจจัย	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
เหตุผลที่ไม่ชอบรับประทานอาหารจากลำไย		
รสชาติไม่อร่อย	1	11.1
มีทัศนคติที่ไม่ดีต่อลำไย	0	0
มีอาการแพ้เมื่อรับประทาน	0	0
ราคาแพง	0	0
หาซื้อผลิตภัณฑ์จากลำไยยาก	0	0
อื่นๆ เช่น กินแล้วร้อนใน	8	88.9
รวม	**9**	**100**
เหตุผลที่ไม่เคยรับประทานลำไย		
ไม่รู้จักลำไย	0	0
ไม่อยากลอง	0	0
คิดว่ารสชาติไม่อร่อย	0	0
อื่นๆ โปรดระบุ	0	0
รวม	**0**	**0**

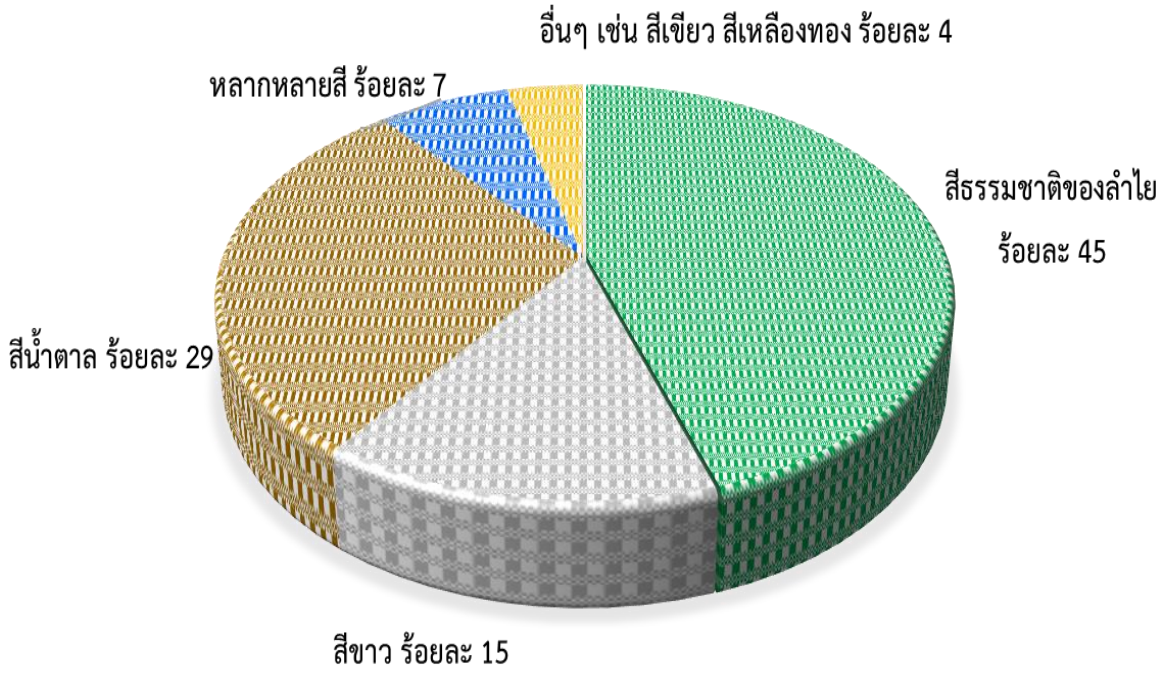
ข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติและพฤติกรรมการบริโภคลำไย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามทุกคนเคยรับประทานลำไย ความถี่ในการรับประทานส่วนใหญ่คือรับประทานนานๆ ครั้ง ความชอบในผลิตภัณฑ์ที่รับประทานคือ รู้สึกชอบ ร้อยละ 75 เหตุผลที่ชอบรับประทานคือ มีรสชาติอร่อย มีจำหน่ายมากในท้องถิ่น และต้องการสนับสนุนผลิตภัณฑ์ลำไยในท้องถิ่น ส่วนผู้ตอบแบบสอบถามที่ไม่ชอบรับประทานลำไย เนื่องจากการรับประทานลำไยทำให้เกิดอาการร้อนใน (ตารางที่ 13)

ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากลำไย

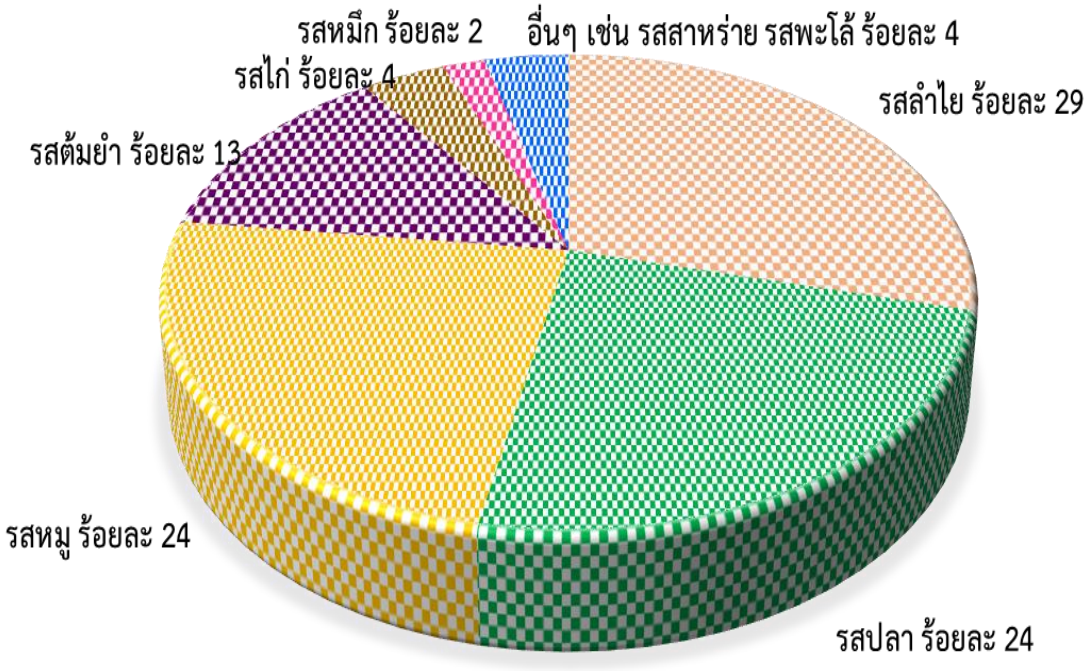
ในแบบสอบถามมีการถามเกี่ยวกับข้อมูลการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย ด้านการตัดสินใจซื้อลำไย สี และรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการ (ภาพที่ 12 13 และ 14)



ภาพที่ 12 การตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย



ภาพที่ 13 สีของผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากลำไยที่ผู้บริโภคต้องการ



ภาพที่ 14 รสชาติของผงปรุงรสจากลำไยที่ผู้บริโภคต้องการ

ตารางที่ 14 ความต้องการของผู้บริโภคด้านกลิ่นและรสชาติของผงปรุงรสจากลำไย

คุณลักษณะ	ระดับความเข้ม					รวม
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด	
รสหวาน	28	41	29	2	0	100
รสเค็ม	0	0	44	49	7	100
กลิ่นหอมของส่วนผสม	43	41	8	8	0	100

ตารางที่ 15 ความสนใจของผู้บริโภคในการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย

ความสนใจ	ความถี่ (คน)
ซื้อ เพราะ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	**87**
อยากทดลองบริโภค	55
มีความแปลกใหม่	18
สะดวกต่อการบริโภค	0
คุณค่าทางโภชนาการ	14
อื่นๆ	0
ไม่แน่ใจ เพราะ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	**11**
ไม่แน่ใจว่ารสชาติอร่อยหรือไม่	5
ไม่แน่ในว่าผลิตภัณฑ์จะเก็บรักษาไว้ได้นานหรือไม่	6
ไม่แน่ใจในรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์	3
อื่นๆ	0
ไม่ซื้อ เพราะ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	**2**
ไม่ชอบรับประทานลำไย	1
ไม่ชอบรับประทานอาหารที่มีส่วนผสมของลำไย	1
ไม่มั่นใจด้านกลิ่นและรสชาติ	1
อื่นๆ	0
รวม	**100**

ข้อเสนอแนะ: อยากให้มีผลิตภัณฑ์แปลกใหม่ รสชาติอร่อย มีคุณค่าทางโภชนาการ ราคาไม่แพง

จากการออกแบบสอบถามเกี่ยวข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาอาหารจากลำไย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่จะตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย ต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีสีธรรมชาติและรสธรรมชาติของลำไย มีรส

หวานปานกลาง และรสเค็มน้อย มีกลิ่นหอมของส่วนผสม (ตารางที่ 14) ในด้านการตัดสินใจซื้อ ในอนาคตหากมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากลำไย ผู้บริโภคต้องการซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 87 ไม่แน่ใจร้อยละ 11 และ ไม่ซื้อร้อยละ 2 (ตารางที่ 15) ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามของผู้บริโภคทั่วไปมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยในขั้นตอนต่อไป

2. ผลของอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการผลิตลำไยอบแห้ง

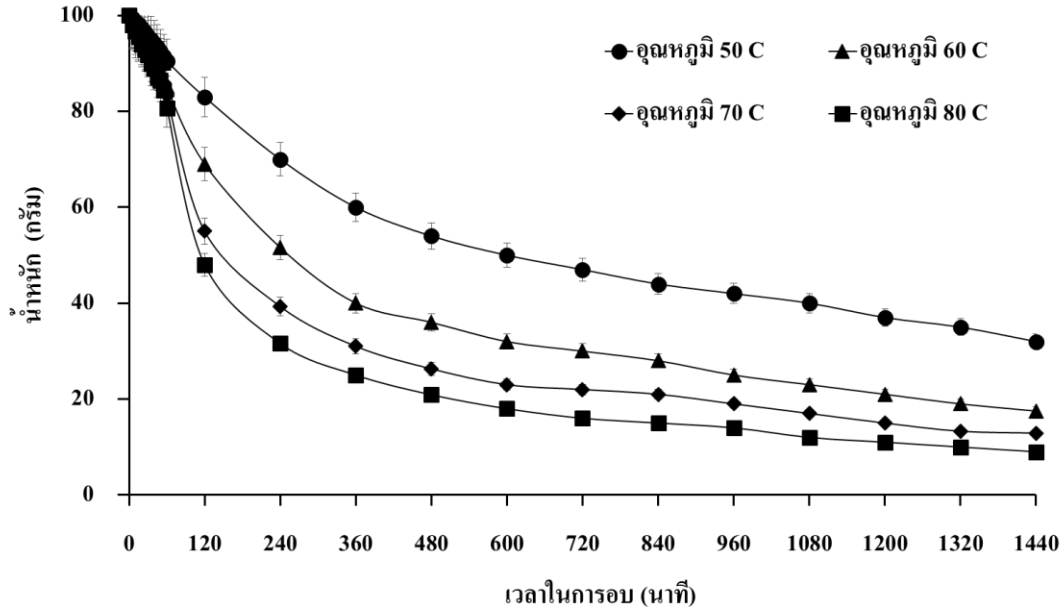
เนื้อลำไยอบแห้งสำหรับแปรรูป หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากลำไยอบแห้งทั้งเปลือกแล้วนำมาแกะเปลือกและเมล็ดออกหรือผลิตจากผลลำไยสดที่แกะเปลือกและเมล็ดออกแล้วนำมาผ่านกรรมวิธีลดความชื้นที่ใช้อุณหภูมิสูง อยู่ในบบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันการปนเปื้อนและความชื้น และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องนำไปผ่านกระบวนการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และคืนรูปก่อนนำไปบริโภค หรือนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารที่ต้องผ่านกระบวนการให้ความร้อนเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

การแปรรูปลำไยอบแห้งเป็นกระบวนถนอมอาหารรูปแบบหนึ่งที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้ยาวนานขึ้น การทำแห้งหรือการดึงน้ำออก (drying) โดยลดความชื้นของอาหารด้วยการระเหยน้ำด้วยการอบแห้ง วัตถุประสงค์ของการทำแห้งคือยืดอายุการเก็บรักษา การทำแห้งเป็นการลดปริมาณน้ำในอาหาร เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิด ทำให้อาหารมีค่าวอเตอร์แอคทิวิตีต่ำลง อาหารมีน้ำหนักเบา ลดปริมาตร ทำให้สะดวกต่อการขนส่ง สร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ที่เป็นทางเลือกของผู้บริโภคมากขึ้น ดังนั้นการเลือกใช้อุณภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการผลิตลำไยอบแห้งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามความต้องการ

2.1 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบที่มีต่ออัตราการลดความชื้นของเนื้อลำไย

จากการทดลองการอบแห้งเนื้อลำไยด้วยอากาศร้อนสามารถทราบความชื้นได้โดยการชั่งน้ำหนักของตัวอย่างขณะอบแห้งที่เวลาต่างๆ พบว่า ในช่วง 2 ชั่วโมง แรกของการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ปริมาณความชื้นของเนื้อลำไยถูกกำจัดออกอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะที่อุณหภูมิสูง (ภาพที่ 15) และหลังจากนั้นมีการเปลี่ยนแปลงของความชื้นมีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ และเริ่มคงที่ โดยที่ 80 องศาเซลเซียส ความชื้นถูกกำจัดออกมาที่สุด การเปลี่ยนแปลงที่เกิดเนื่องจากความชื้นสูงเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการถ่ายเทมวลน้ำจากภายในเนื้อลำไยไปที่ผิวลำไยและระเหยน้ำไปสู่อากาศ หลังจากนั้นความชื้นของชิ้นตัวอย่างเหลืออยู่น้อย ทำให้อัตราการถ่ายเทมวลของน้ำจากภายในไปที่ผิวลำไยมีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ จากข้อมูล การใช้อุณหภูมิในการอบที่อุณหภูมิสูง สามารถกำจัดความชื้นออกจากมันเทศได้ดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากผลต่างของอุณหภูมิระหว่างอากาศร้อนกับลำไย จึงทำให้การระเหยน้ำในการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงเกิดขึ้นได้เร็วกว่าการ

ระเหยน้ำที่อุณหภูมิต่ำ ส่งผลให้ระยะเวลาในการอบแห้งที่อากาศร้อนที่ 50 ^{0}C จะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งยาวนานกว่าการอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ



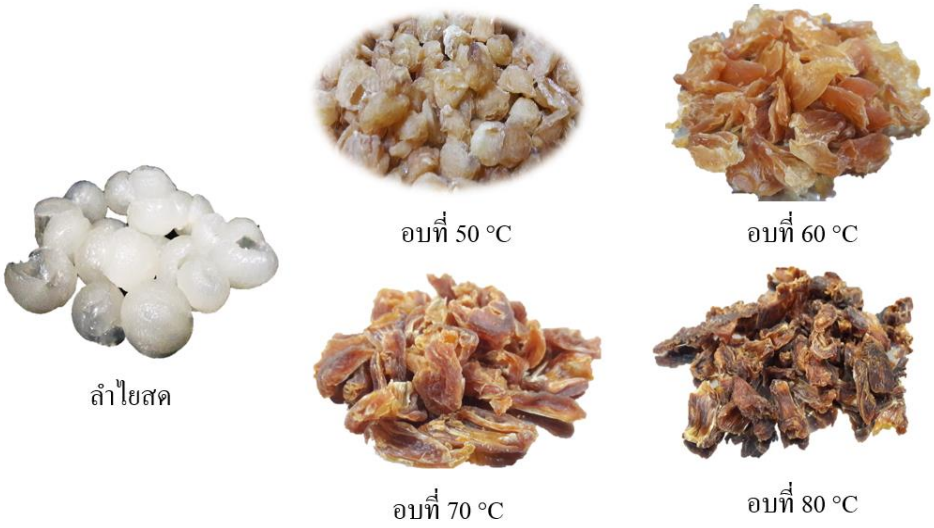
ภาพที่ 15 ผลของอุณหภูมิและเวลาในการอบที่แตกต่างกัน ต่อปริมาณความชื้นของเนื้อลำไย

การอบแห้งผลิตภัณฑ์อาหารสามารถแบ่งได้ 3 ช่วงใหญ่ๆ คือ ช่วงการปรับสภาวะเบื้องต้น (initial adjustment period) เป็นช่วงเริ่มต้นที่อาหารที่ใช้ในการอบแห้ง มีความชื้นเริ่มต้นของอาหารยังสูงอยู่ ผิวของอาหารจะมีลักษณะเปียกชื้นมาก เกิดการถ่ายเทความร้อนระหว่างตัวกลางลมร้อนกับอาหาร ทำให้อุณหภูมิพื้นผิวอาหาร มีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิกระเปาะเปียก (wet bulb temperature) ของกระแสลมร้อนที่ใช้เป็นตัวกลาง อัตราการทำแห้งค่อยๆ เพิ่มขึ้น จนถึงช่วงอัตราการแห้งคงที่ (constant rate period) เป็นช่วงที่น้ำภายในวัสดุเคลื่อนที่มาที่ผิวหน้า พลังงานความร้อนที่วัสดุได้รับจะใช้ในการระเหยน้ำออกจากของวัสดุอย่างต่อเนื่อง ความชื้นเฉลี่ยของวัสดุจะลดลงเป็นสัดส่วนกับเวลาในการอบแห้ง จุดสุดท้ายของช่วงการอบแห้งความเร็วคงที่ อัตราเร็วในการอบแห้งจะเริ่มลดลง ความชื้นของวัสดุ ณ เวลานี้ เรียกว่า ความชื้นวิกฤต (critical moisture content) และช่วงอัตราการอบแห้งลดลง (falling rate period) เป็นช่วงที่ความชื้นในอาหารเหลือน้อยจนแพร่ไปยังผิวหน้าอาหารอย่างไม่ต่อเนื่อง ผิวหน้าของอาหารเริ่มแห้ง ทำให้อุณหภูมิที่ผิวของอาหารสูงขึ้นเรื่อยๆ อัตราการอบแห้งจะลดลงความชื้นจะลดลงเรื่อยๆ จนถึงค่าความชื้นสมดุล (equilibrium moisture content) ซึ่งเป็นความชื้นที่ต่ำสุด ภายใต้สภาวะที่ใช้อยู่ในขณะนั้น ที่ความชื้นนี้ อัตราการทำแห้งเป็นศูนย์ น้ำในอาหารไม่สามารถระเหยออกมาได้อีก เมื่อความชื้นสูงอัตราการทำแห้งของลำไยเกิดขึ้นได้ดีกว่าที่ความชื้นต่ำ เนื่องจากลำไยขณะเริ่มอบมีความชื้นสูงปริมาณน้ำอิสระ (free water) ในลำไยมีมาก น้ำอิสระเป็นน้ำที่มีสารอื่นๆ ละลายอยู่หรือแขวนลอยอยู่ น้ำชนิดนี้จะอยู่รอบๆ เซลล์หรืออยู่ภายในเซลล์เป็นน้ำส่วน

ใหญ่ที่พบในลำไย เมื่อให้ความร้อนอัตราการระเหยของน้ำอิสระจะเกิดขึ้นได้ดีในช่วงแรกสังเกตได้ว่าอัตราการทำแห้งของกราฟมีลักษณะค่อนข้างชัน เมื่อระยะเวลาการอบนานขึ้นปริมาณน้ำที่เหลือส่วนใหญ่อาจเป็นน้ำเกาะติด (bound water) ซึ่งเป็นน้ำที่จับ ส่งผลให้เมื่อความชื้นลดต่ำลงอัตราการทำแห้งของลำไยค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ (นิธิยา, 2545) โดยปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการทำแห้ง ได้แก่ สภาพธรรมชาติของอาหาร ขนาดรูปร่าง การจัดเรียงอาหาร สภาวะในขณะทำแห้งอาหาร อุณหภูมิอากาศร้อนในเครื่องทำแห้ง ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศขณะทำแห้ง ความเร็วลมในขณะทำแห้งอาหาร เป็นต้น (วิไล, 2546)

2.2 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบต่อลักษณะปรากฏและค่าสีของเนื้อลำไย

จากการทดลองการอบแห้งเนื้อลำไยด้วยอากาศร้อนสามารถทราบความชื้นได้โดยการชั่งน้ำหนักตัวอย่างขณะอบแห้งที่อุณหภูมิและเวลาต่างๆ พบว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นและระยะการอบเวลานานขึ้นสีของลำไยอบแห้งมีแนวโน้มเข้มขึ้น จากการสังเกตด้วยตาเปล่า (ภาพที่ 16 และตารางที่ 16) อุณหภูมิของการอบที่สูง 80 องศาเซลเซียส เนื้อลำไยจะมีลักษณะที่แห้งกรอบ และมีสีคล้ำ กว่าที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 องศาเซลเซียส สีคล้ำที่เกิดขึ้นในเนื้อลำไย อาจเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลทั้งที่เกี่ยวกับเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) และไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non-enzymatic browning reaction) โดยการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวกับเอนไซม์ เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) จะเกิดขึ้นเมื่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเกิดการช้ำ ฉีก ขาด เมื่อถูกกระแทก บด หั่น หรือสับทำให้เอนไซม์ สารที่ทำปฏิกิริยา (substrate) และออกซิเจนเข้ามาสัมผัสกันสาร monophenol (ไม่มีสี) จะถูกออกซิไดซ์ เป็นไดฟีนอล (diphenol) ซึ่งไม่มีสี และถูกออกซิไดซ์ต่อเป็น o-quinone ซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่อกับกรดแอมิโนหรือโปรตีนได้เป็นสารสีน้ำตาล และจะรวมตัวกันเป็นพอลิเมอร์ที่มีโมเลกุลใหญ่ และมีสีน้ำตาล เช่น เมลานิน (melanin) (นิธิยา, 2545) ในการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง 80 องศาเซลเซียส ไม่สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสได้อย่างสมบูรณ์ แม้ว่าจะใช้เวลานานก็ตาม โดยทั่วไปเอนไซม์นี้จะหยุดทำงานถ้าให้ความร้อน 100 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที (รุ่งทิพย์, 2549)



ภาพที่ 16 ลักษณะของลำไย เมื่ออบที่อุณหภูมิและระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 16 ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ของลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ที่เวลา 24 ชั่วโมง

ลำไย	ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้
ลำไยสด	สีขาวขุ่น รสหวาน หอมกลิ่นลำไย เนื้อนุ่มไม่แข็งมีน้ำด้านใน
ลำไยอบแห้งที่ 50 ^{0}C	สีเหลืองทอง กลิ่นหอมลำไย รสหวาน เนื้อสัมผัสเหนียวหนืด
ลำไยอบแห้งที่ 60 ^{0}C	สีเหลืองส้ม กลิ่นหอมลำไย รสหวาน เนื้อสัมผัสเหนียว
ลำไยอบแห้งที่ 70 ^{0}C	สีส้มน้ำตาล กลิ่นหอมลำไย รสหวาน เนื้อสัมผัสแห้งกรอบ
ลำไยอบแห้งที่ 80 ^{0}C	สีน้ำตาลดำ กลิ่นหอมลำไยเริ่มมีกลิ่นไหม้ รสหวานปนขมเล็กน้อย เนื้อสัมผัสแห้งกรอบ

เมื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของเนื้อลำไย (ตารางที่ 16) ด้วยการวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ ด้วยเครื่องวัดค่าสี (Chroma meter model CR-400, KONICA MINOLTA, Japan) ระบบ CIE ค่า L* แสดงถึง ค่าความมืด-สว่าง มีค่าตั้งแต่ 0-100 จากผลการวัดค่าความสว่างของ ค่า a* แสดงถึง ค่าสีแดงและสีเขียวของวัตถุ เมื่อค่า a* มีค่าเป็น บวก หมายถึง วัตถุมีสีแดง หากค่า a* มีค่าเป็น ลบ หมายถึง วัตถุมีสีเขียว ค่า b* แสดงถึง ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงินของวัตถุ เมื่อค่า b* มีค่าเป็น บวก หมายถึง วัตถุมีสีเหลืองหากค่า b* มีค่าเป็น ลบ หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน ค่า C* แสดงถึง ความเข้มของสีที่ปรากฏ หรือค่าสีในช่วงระหว่างกลางของค่าความสว่างและความเข้มของแสง ซึ่งได้แก่สีหลักกลางในระดับใดระดับหนึ่ง ที่ค่าสีนั้นอ่อนลงและไล่น้ำหนักจนกระทั่ง สีนั้นมีค่าความเข้มของสีสูง (High Chroma) ค่า H^0 แสดงถึง เป็นค่าที่บอกถึงสีที่แท้จริงของวัตถุ จากความสัมพันธ์จากมุมของค่า C* หากค่า H^0 เข้าใกล้ 0 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีแดง ค่า H^0 เข้าใกล้ 90 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง ค่า H^0 เข้าใกล้ 180 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว

ค่า H^0 เข้าใกล้ 270 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีน้ำเงิน พบว่า ค่าความสว่างของเนื้อลำไยที่อบด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่าต่ำสุด สอดคล้องกับผลที่สังเกตด้วยตาเปล่า ซึ่งเนื้อลำไยที่อบด้วยอุณหภูมิ 80 ^{0}C จะมีสีคล้ำที่สุด สภาวะที่ใช้ในการอบแห้งส่งผลต่อค่าสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p\leq0.05$) ค่า L* b* C h ลดลง แต่ค่า a* เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการรายงานของ รุ่งทิพย์ (2549) อุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้ในการทำแห้งมีผลต่อค่าสีของลำไยอบแห้ง พบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิสูงทำให้เกิดสาร 5-hydroxymethyl-2-furfural (HMF) ในปริมาณสูง โดยการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดมีสารตัวกลางเกิดขึ้นคือ HMF ซึ่งเป็นผลผลิตที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาของสาร 2 ชนิด คือ น้ำตาลรีดิวส์ซิง กับกรดอะมิโนได้เป็นสาร 3-deoxyhexosulose มีการสูญเสียน้ำขณะทำปฏิกิริยาได้เป็นสาร 1,2 enol ของน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโทส การเกิดสีน้ำตาลที่สภาวะในการอบแห้งสูงจะเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดมากกว่าการเกิดสีน้ำตาลอื่น เนื่องจากความร้อนจะเร่งให้สารตั้งต้น ได้แก่ น้ำตาลรีดิวส์และกรดอะมิโน โปรตีนหรือเพปไทด์ในเนื้อลำไยทำปฏิกิริยากันจนเกิดสีน้ำตาล เมื่อสภาะที่ใช้ในการอบแห้งเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณสาร HMF จะเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณสาร HMF ที่เพิ่มขึ้นนี้เป็นดัชนีชี้วัดถึงปริมาณในเนื้อลำไยอบแห้งได้ เนื่องจากสาร HMF เป็นสารตัวกลางในการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่มีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้องหรือเรียกว่าปฏิกิริยาเมลลาร์ด

ตารางที่ 17 ผลของอุณหภูมิในการอบต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อลำไยที่เวลา 24 ชั่วโมง

ลำไย	L*	a*	b*	C*	H^0
ลำไยสด	38.19±0.17^b	2.24±0.33^a	4.61±0.07^b	5.08±0.05^b	65.26±0.20^d
ลำไยอบแห้งที่ 50 ^{0}C	40.86±0.08^d	4.77±0.03^b	11.62±0.08^e	12.35±0.02^d	70.43±0.17^e
ลำไยอบแห้งที่ 60 ^{0}C	39.93±0.09^c	5.54±0.26^c	10.72±0.16^d	11.97±0.03^d	63.33±0.30^c
ลำไยอบแห้งที่ 70 ^{0}C	38.51±0.41^b	7.27±0.18^d	8.34±0.17^c	10.62±0.42^c	52.62±0.18^b
ลำไยอบแห้งที่ 80 ^{0}C	33.57±0.61^a	8.67±0.02^e	1.96±0.36^a	3.40±0.25^a	41.46±0.38^a

หมายเหตุ: *ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวน 3 ซ้ำ

2.3 ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

ตารางที่ 18 แสดงข้อมูลการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อเนื้อลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับลำไยสด ของผู้บริโภค 30 คน ด้วยวิธีให้คะแนนความชอบมีเกณฑ์การให้คะแนน 9 ระดับ คะแนน 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (9 = ชอบมากที่สุด, 8 = ชอบมาก, 7 = ชอบปานกลาง, 6 = ชอบเล็กน้อย, 5 = เฉยๆ, 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย, 3 = ไม่ชอบปานกลาง, 2 = ไม่ชอบมาก, 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) พบว่า เมื่อเปรียบเทียบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเนื้อลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิ 50, 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส เนื้อลำไยอบแห้งที่ 50 องศาเซลเซียส ได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส

จากผู้บริโภคในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นลำไย รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมในระดับสูงที่สุด การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสของลำไยหลังการอบแห้งอาจเกิดจากสารประกอบที่ระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรส คือ สารประกอบไอโซเมอร์กลุ่ม ocimene และ phenylethyl alcohol เป็นสารระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสหลักในลำไยสดและลำไยอบแห้ง และเป็นสารประกอบที่มีให้ลักษณะกลิ่นรสที่ดี คือ หอมเหมือนกลิ่นน้ำผึ้ง และกลิ่นดอกไม้ (ศรัณยา, 2550) ดังนั้นการอบที่อุณหภูมิต่ำส่งผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อผู้บริโภค และลดการเกิดสีน้ำตาล แต่อย่างไรก็ตามการเลือกใช้สภาวะที่เหมาะสมในการอบส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ข้อเสนอแนะจากกลุ่มผู้วิจัยคือ ด้วยระยะเวลาการอบที่ใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิในการอบแห้ง หากต้องการผลิตลำไยอบแห้งเพื่อจำหน่ายในลักษณะลำไยอบแห้งสำหรับบริโภคเป็นของว่าง ซึ่งต้องการสีเหลืองทองสวยงามน่ารับประทาน เนื้อสัมผัสไม่แห้งแข็งเกินไป อาจใช้อุณหภูมิต่ำในการอบคือช่วง 50-60 องศาเซลเซียส แต่หากต้องการให้ลำไยอบแห้งมีปริมาณความชื้นต่ำ เก็บรักษาได้นานขึ้น หรือต้องการนำไปแปรรูปในลักษณะของลำไยผง อาจต้องอบด้วยอุณหภูมิสูง 70-80 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 18 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสต่อเนื้อลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับลำไยสด ของผู้บริโภค 30 คน

ลักษณะคุณภาพ	ลำไย				
	เนื้อลำไยสด	ลำไยอบแห้ง ที่ 50 ^{0}C	ลำไยอบแห้ง ที่ 60 ^{0}C	ลำไยอบแห้ง ที่ 70 ^{0}C	ลำไยอบแห้ง ที่ 80 ^{0}C
ลักษณะปรากฏ	8.80±0.41^e	7.80±0.89^d	6.87±0.73^c	5.43±0.86^b	4.03±0.67^a
กลิ่นลำไย	8.60±0.67^e	7.80±0.88^d	6.77±0.82^c	5.50±0.82^b	3.73±0.94^a
รสชาติโดยรวม	8.47±0.51^e	7.53±0.86^d	6.37±1.07^c	5.00±1.11^b	3.53±1.01^a
เนื้อสัมผัส	8.40±0.67^e	7.40±0.81^d	6.23±1.07^c	5.10±1.16^b	3.40±1.04^a
ความชอบรวม	8.67±0.48^e	7.70±0.79^d	6.63±0.93^c	5.03±096^b	3.17±0.95^a

หมายเหตุ: *ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวน 3 ซ้ำ

2.4 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี จุลินทรีย์ และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อลำไยอบแห้ง

คัดเลือกลำไยอบแห้งที่ 70 องศาเซลเซียส ซึ่งมีลักษณะปรากฏที่ดี เหมาะแก่การพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ลำไยผงต่อไปได้ โดยเนื้อลำไยมีสีส้มน้ำตาล กลิ่นหอมลำไย รสหวาน เนื้อสัมผัสแห้งกรอบ คาดว่าน่าจะมีปริมาณความชื้นต่ำในระดับที่สามารถเก็บรักษาได้นาน นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง เป็นระยะเวลา 6 เดือน วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ค่าสี และปริมาณจุลินทรีย์ (ตารางที่ 19 20 และ 21) พบว่า องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรต หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือนในถุงพลาสติกปิดสนิทพบว่าลำไยอบแห้งมีปริมาณ

ความชื้นที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย สีของลำไยมีค่าความสว่างลดลงและมีความเข้มเพิ่มขึ้น การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในเนื้อลำไยอบแห้งเป็นไปตามมาตรฐาน (มผช. 1385/2550) คือไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคที่เป็นอันตรายเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด สามารถบริโภคได้ การวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระทั้งหมดในลำไยอบแห้งก่อนการเก็บรักษา แสดงค่าเป็น TEAC (trolox equivalent antioxidant capacity) พบว่าปริมาณ 215.08 mg TEAC/100g หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมีค่าลดลงเล็กน้อย ศรัณยา (2550) รายงานคุณสมบัติสำคัญของลำไยคือมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ เนื้อลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิสูงประมาณ 90 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 19 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อลำไยอบแห้ง

องค์ประกอบทางเคมี	**ลำไยอบแห้ง 70 องศาเซลเซียส ก่อนการเก็บรักษา**	**ลำไยอบแห้ง 70 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน**	**มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 1385/2550) เนื้อลำไยอบแห้ง**
ความชื้น (ร้อยละ)	10.63 (g/100 g)	11.73 (g/100 g)	ต้องไม่เกินร้อยละ 18 โดยน้ำหนัก
โปรตีน (ร้อยละ)	6.86 (g/100 g)	6.46 (g/100 g)	-
ไขมัน (ร้อยละ)	0.59 (g/100 g)	0.57 (g/100 g)	-
เถ้า (ร้อยละ)	3.41 (g/100 g)	3.35 (g/100 g)	-
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	78.51 (g/100 g)	77.89 (g/100 g)	-
น้ำตาลทั้งหมด	48.27 (g/100 g)	47.35 (g/100 g)	
พลังงาน	349.33 Kcal/100 g	342.53 Kcal/100 g	
วอเตอร์แอกทิวิตี (water activity)	0.49	0.60	ต้องไม่เกิน 0.75
ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระทั้งหมด (Trolox) ในเนื้อลำไยอบแห้ง	215.08 mg eq Trolox/100g	206.73 mg eq Trolox/100g	-

ตารางที่ 20 เปรียบเทียบค่าสีของลำไยอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ก่อนและหลังการเก็บรักษาในถุงพลาสติกปิดสนิท

ลำไย	**L***	**a***	**b***	**C***	**H^0**
ก่อนการเก็บรักษา	38.51±0.41	7.27±0.18	8.34±0.17	10.62±0.42	52.62±0.18
หลังการเก็บรักษา 6 เดือน	32.56±0.51	8.77±0.52	5.66±0.44	4.45±0.35	50.43±0.32

ตารางที่ 21 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของเนื้อลำไยอบแห้ง

ปัจจัยคุณภาพ	ลำไยอบแห้ง 70 องศาเซลเซียส ก่อนการเก็บรักษา	ลำไยอบแห้ง 70 องศาเซลเซียส หลังเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน	มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 1385/2550) เนื้อลำไยอบแห้ง
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	< $1x10^3$ (CFU/g)	< $3.9x10^3$ (CFU/g)	< $1x\ 10^6$ (CFU/g)
ยีสต์ (CFU/g)	< $1x10^2$ (CFU/g)	< $5x10^2$ (CFU/g)	< $1x\ 10^4$ (CFU/g)
รา (CFU/g)	<100	<100	< 500 (CFU/g)
Eschericher coli (MPN/g)	< 3 (MPN/g)	< 3 (MPN/g)	< 3 (MPN/g)

3. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสเพื่อสุขภาพจากลำไย

ผงปรุงรสอาหาร หมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเนื้อสัตว์ เช่น ไก่ หมู มาให้ความร้อนจนแห้ง บดเป็นผง ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสและเครื่องเทศ เช่นน้ำตาล เกลือ กระเทียม พริกไทย โมโนโซเดียม-แอล-กลูตาเมต (ผงชูรส) ในทางอุตสาหกรรมการผลิตผงปรุงรส มีการใช้สารสังเคราะห์หลากหลายชนิดเป็นส่วนผสมเพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เกลือโซเดียมคลอไรด์เป็นส่วนผสมในการผลิตผงปรุงรสเพื่อปรับปรุงรสชาติ การบริโภคอาหารที่รสเค็มมากเกินไป จะส่งผลให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง และยังก่อให้เกิดผลเสียอื่นๆ ต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด ดังนั้นการพัฒนาผงปรุงรสเพื่อสุขภาพ โดยใช้ลำไยมาเป็นส่วนผสมในการผลิตผงปรุงรส การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการด้วยเนื้อปลาบด และลดการใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

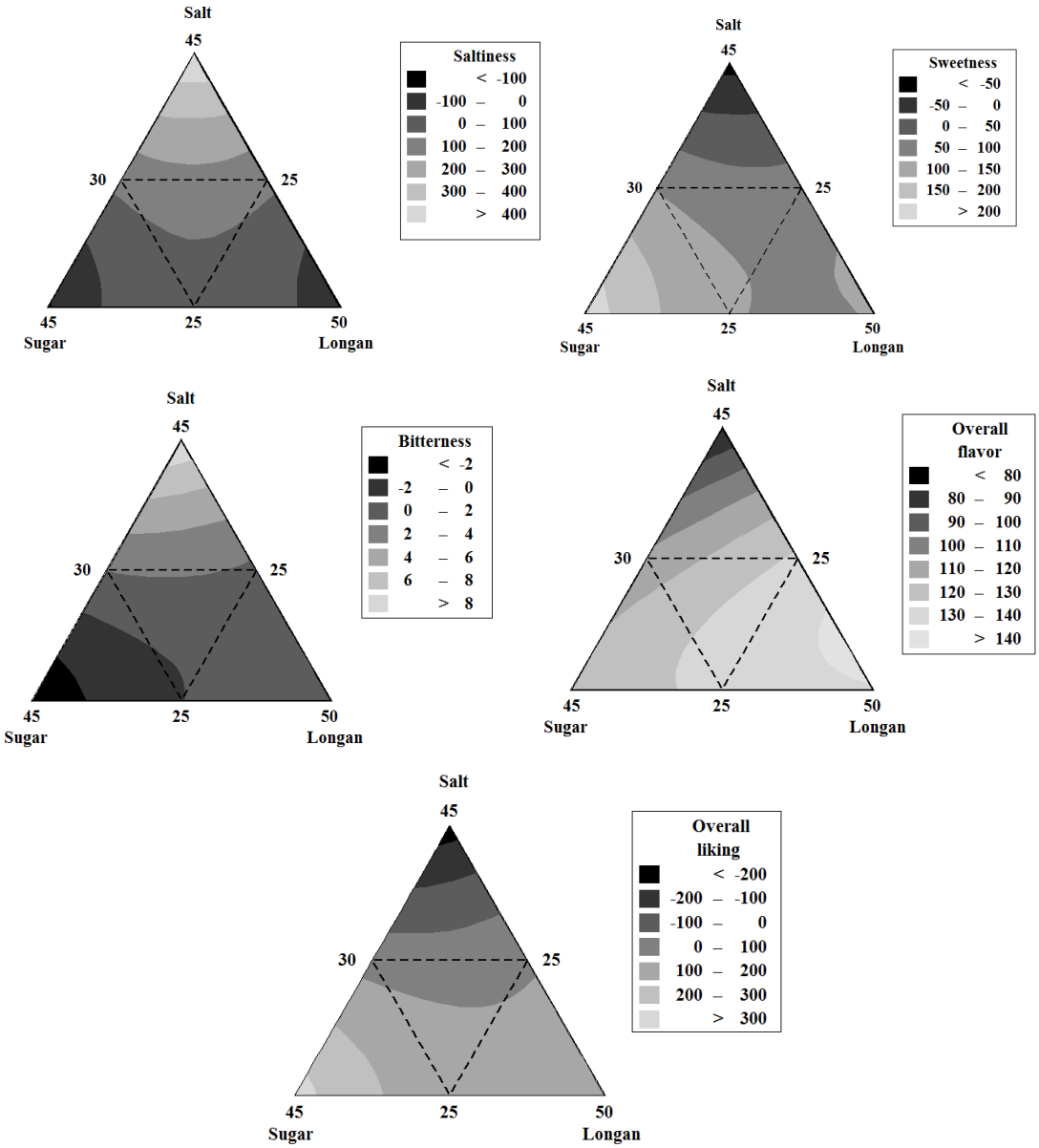
3.1 ผลของการแปรเปลี่ยนอัตราส่วนของลำไย เกลือ และน้ำตาลต่อการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผงปรุงรส

ลักษณะที่สังเกตได้ของผงปรุงรสก่อนและหลังละลายน้ำร้อน (ตารางที่ 22) พบว่า ผงปรุงรสในรูปผงทั้ง 7 สูตรไม่แตกต่างกัน หลังการละลายน้ำรสแล้วทดสอบชิมได้น้ำซุปใส ออกสีเหลืองอ่อน มีตะกอนเล็กน้อย สูตรที่ 1 ให้รสชาติกลมกล่อมคล้ายน้ำซุปของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป กลิ่นหอมเครื่องปรุง

ตารางที่ 22 ลักษณะที่สังเกตได้ของผงปรุงรสก่อนและหลังละลายน้ำร้อน

สูตรที่	ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ในรูปผงแห้ง	หลังการละลายน้ำร้อน (ผงปรุงรส 20 กรัมต่อน้ำ 1000 กรัม)
1	เปนผง แหง ไมจับตัวเปนก่อน สีเหลือง น้ำตาลอ่อน กลิ่นหอมของส่วนผสม	น้ำซุปใส มีตะกอนสีเหลืองอ่อนเล็กน้อย รสชาติกลม กล่อมคล้ายน้ำซุปของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป
2	เปนผง แหง ไมจับตัวเปนก่อน สีเหลือง น้ำตาลอ่อน กลิ่นหอมของส่วนผสม	น้ำซุปใสสีเหลืองอ่อน มีตะกอนสีเหลืองอ่อน เล็กน้อย รสชาติเค็มตัดกับรสหวาน
3	เปนผง แหง ไมจับตัวเปนก่อน สีเหลือง น้ำตาลอ่อน กลิ่นหอมของส่วนผสม	น้ำซุปใสสีเหลืองอ่อน มีตะกอนสีเหลืองอ่อน เล็กน้อย รสชาติเค็มตัดกับรสหวาน
4	เปนผง แหง ไมจับตัวเปนก่อน สีเหลือง น้ำตาลอ่อน กลิ่นหอมของส่วนผสม	น้ำซุปใสสีเหลืองอ่อน มีตะกอนสีเหลืองอ่อน เล็กน้อย รสชาติเค็มมาก มีรสขมเล็กน้อย
5	เปนผง แหง ไมจับตัวเปนก่อน สีเหลือง น้ำตาลอ่อน กลิ่นหอมของส่วนผสม	น้ำซุปใสสีเหลืองอ่อน มีตะกอนสีเหลืองอ่อน เล็กน้อย รสชาติเค็มมาก มีรสขมเล็กน้อย
6	เปนผง แหง ไมจับตัวเปนก่อน สีเหลือง น้ำตาลอ่อน กลิ่นหอมของส่วนผสม	น้ำซุปใสสีเหลืองอ่อน มีตะกอนสีเหลืองอ่อน เล็กน้อย รสชาติค่อนข้าจืด
7	เปนผง แหง ไมจับตัวเปนก่อน สีเหลือง น้ำตาลอ่อน กลิ่นหอมของส่วนผสม	น้ำซุปใสสีเหลืองอ่อน มีตะกอนสีเหลืองอ่อน เล็กน้อย รสชาติเค็มตัดกับรสหวาน

เมื่อนำน้ำซุปจากผงปรุงรสทั้ง 7 สูตร ไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนากับผู้บริโภคที่ผ่านการฝึกฝน 12 คน เพื่อประเมินระดับความเข้มของกลิ่นรสที่รับรู้ได้ ผู้ทดสอบจะมีการปรับเทียบด้วยสารละลายรสพื้นฐาน ก่อนการประเมินตัวอย่างโดยการให้คะแนนความเข้มลงบนเส้นตรงยาว 150 มิลลิเมตร และทดสอบการการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านกลิ่นรสรวม (overall flavor) ความเค็ม (saltiness) ความหวาน (sweetness) ความขม (bitterness) และความชอบรวม (overall liking) โดยวิธี 9-point hedonic scale จากพื้นผิว mixture response surface contour plots (ภาพที่ 17) พบว่า ระดับความเข้มของความเค็มและความขม ที่ผู้ทดสอบรับรู้ได้แปรผันตรงกับปริมาณเกลือ ระดับความเข้มของความหวาน ที่ผู้ทดสอบรับรู้ได้แปรผันตรงกับปริมาณน้ำตาลและลำไยผง ระดับความเข้มของกลิ่นรส ที่ผู้ทดสอบรับรู้ได้แปรผันตรงกับปริมาณลำไยผง และความชอบรวม คะแนนความชอบแปรผันตรงกับปริมาณน้ำตาลและลำไยผง



ภาพที่ 17 Mixture response surface contour plots แสดงผลของเกลือ น้ำตาล และลำไยผง ต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยวิธี ASTM ของผงปรุงรส

ในส่วนของการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับ (ตารางที่ 23) พบว่า สูตรที่ 1 เป็นสูตรที่มีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรส ความเค็ม ความหวาน ความขม และความชอบรวมสูงที่สุด คืออยู่ในระดับชอบปานกลาง ดังนั้นสูตรที่ 1 จึงเป็นสูตรที่ถูกคัดเลือกเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 23 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค 30 คน

ผงปรุงรสสูตรที่	ลักษณะคุณภาพ				
	กลิ่นรส	ความเค็ม	ความหวาน	ความขม	ความชอบรวม
1	7.57±1.04^{b}	7.13±0.86^{f}	7.20±0.92^{c}	7.33±0.84^{e}	7.23±0.86^{d}
2	7.43±0.73^{ab}	5.07±0.74^{cd}	5.67±1.09^{ab}	4.80±0.66^{b}	6.07±0.94^{c}
3	7.30±0.70^{ab}	5.30±0.99^{d}	6.47±1.28^{bc}	5.10±0.99^{b}	6.20±1.00^{c}
4	7.13±1.01^{ab}	3.87±1.59^{b}	5.67±1.69^{ab}	2.33±1.21^{a}	4.20±0.89^{a}
5	7.07±0.78^{ab}	2.40±1.40^{a}	5.50±1.59^{a}	2.13±1.07^{a}	3.93±1.20^{a}
6	7.07±0.91^{ab}	6.07±2.15^{e}	5.10±0.10^{a}	6.43±1.01^{dc}	6.27±0.94^{c}
7	7.03±0.93^{a}	4.57±1.22^{c}	5.20±1.10^{a}	5.73±1.86^{c}	4.77±1.28^{b}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน
ตัวอักษร a, b, c หมายถึง ในคอลัมน์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P>0.05)

3.2 ผลของการใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผงปรุงรสลำไยเพื่อสุขภาพ

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนากับผู้บริโภคที่ผ่านการฝึกฝน 12 คน เพื่อประเมินระดับความเข้มของกลิ่นรสที่รับรู้ได้ ผู้ทดสอบจะมีการปรับเทียบ ด้วยสารละลายรสพื้นฐาน ก่อนการประเมินตัวอย่างโดยการให้คะแนนความเข้มลงบนเส้นตรงยาว 150 มิลลิเมตร (ตารางที่ 24) พบว่า น้ำซุปจากผงปรุงรสทั้ง 5 สูตร มีกลิ่นรสและความหวานไม่แตกต่างกัน ระดับความเข้มข้นของความเค็มลดลงแปรผกผันกับปริมาณโพแทสเซียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น ระดับความเข้มข้นของความข้มที่ผู้ทดสอบรับรู้ได้แปรผันตรงกับปริมาณโพแทสเซียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น ในส่วนของความชอบรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P>0.05) โดยสูตรที่ไม่มีการใส่โพแทสเซียมคลอไรด์กับสูตรที่มีการใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 25 มีระดับความชอบรวมไม่แตกต่างกัน ดังนั้นอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนโซเดียมคลอไดร์คือ ร้อยละ 25 เนื่องจากการใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ในอัตราส่วนที่มากเกินไป จะส่งผลต่อความขมของน้ำซุปผงปรุงรส การเติมโพแทสเซียมคลอไรด์ในปริมาณที่มากจะทำให้มีรสขม มีกลิ่นรสของสารเคมี และโลหะ นอกจากนั้น ยังทาให้เกิดความรู้สึกหลังชิม โดยส่วนใหญ่การลดปริมาณโซเดียมจะแทนที่ด้วยโพแทสเซียมคลอไรด์ที่ระดับร้อยละ 30 แต่อาจมี บางผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้ได้ถึงร้อยละ 50 (Kilcast and Angus, 2007)

ตารางที่ 24 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผงปรุงรสที่มีการใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ทดแทนโซเดียมคลอไรด์

ลักษณะคุณภาพ	ร้อยละของโพแทสเซียมคลอไรด์				
	ร้อยละ 0	ร้อยละ 25	ร้อยละ 50	ร้อยละ 75	ร้อยละ 100
กลิ่นรส	108.67±18.71^{ns}	107.58±24.13^{ns}	106.42±22.50^{ns}	105.67±17.17^{ns}	105.66±10.33^{ns}
ความเค็ม	100.75±17.82^{c}	99.92±17.58^{c}	81.17±15.13^{b}	70.75±14.41^{b}	44.58±8.11^{a}
ความหวาน	107.08±24.91^{ns}	106.67±24.53^{ns}	106.25±17.34^{ns}	106.67±14.67^{ns}	107.50±15.30^{ns}
ความขม	0.00±0.00^{a}	0.83±1.95^{a}	7.92±3.96^{b}	16.83±7.71^{c}	30.42±8.38^{c}
ความชอบรวม	115.42±19.94^{d}	113.75±20.35^{d}	90.00±11.08^{c}	72.92±19.71^{b}	37.08±11.77^{a}

หมายเหตุ: 1. ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 12 คน

2. ตัวอักษร ns หมายถึง ในคอลัมน์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \geq 0.05$)

การคัดเลือกสูตรที่มีการใช้โพแทสเซียมคลอไรด์ร้อยละ 25 (ภาพที่ 18) ไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบกับผู้บริโภคทั่วไป 100 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรสรวม ความเค็ม ความหวาน ความขม และความชอบรวม ระดับชอบปานกลาง (ตารางที่ 25) และผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ผงปรุงรส ระดับปานกลางถึงมาก มีคะแนนเฉลี่ย 3.89 จากคะแนนเต็ม 5 (ตารางที่ 26) ผู้บริโภคยอมรับที่จะซื้อผลิตภัณฑ์หากมีการวางจำหน่าย ร้อยละ 97 (ตารางที่ 27)

ภาพที่ 18 ผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสลำไย

ตารางที่ 25 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสลำไย

ผลิตภัณฑ์	กลิ่นรส	ความเค็ม	ความหวาน	ความขม	ความชอบรวม
ผงปรุงรส	7.60±0.95	7.17±0.83	7.21±0.89	7.36±0.84	7.55±0.77

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 100 คน

ตารางที่ 26 คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสลำไยเพื่อสุขภาพ

คะแนน	ผงปรุงรสลำไย (คะแนน)*
คะแนนการยอมรับ	3.89±0.88

หมายเหตุ: *ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 100 คน

ตารางที่ 27 การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสลำไยเพื่อสุขภาพ

ผลิตภัณฑ์	ซื้อ (คะแนน)	ร้อยละ	ไม่ซื้อ (คะแนน)	ร้อยละ
ผงปรุงรสลำไย	97	97	3	3

3.3 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี จุลินทรีย์ และการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผงปรุงรสลำไยเพื่อสุขภาพ

ผงปรุงรสลำไยเพื่อสุขภาพสูตรที่มีองค์ประกอบของ เกลือโซเดียมคลอไรด์ 15 กรัม โพแทสเซียมคลอไรด์ 5 กรัม น้ำตาล 28 กรัม ลำไยผง 32 กรัม เนื้อปลาผง 16 กรัม พริกไทยผง 2 กรัม และ กระเทียมผง 2 กรัม นำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และปริมาณจุลินทรีย์ (ตารางที่ 28 และ 29) พบว่า องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรต และมีปริมาณโปรตีนในระดับสูงถึง 12.50 กรัมต่อ 100 กรัมตัวอย่าง การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในผงปรุงรสลำไยเป็นไปตามมาตรฐานคือไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคที่เป็นอันตรายเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด การวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระทั้งหมดในผงปรุงรสลำไย พบว่าปริมาณสูงถึง 535.46 mg eq Trolox/100g จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีทั้งหมดในผงปรุงรสลำไยเพื่อสุขภาพนับได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างสูง อีกทั้งยังไม่มีส่วนผสมของผงชูรสและสารสังเคราะห์อื่น เหมาะสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

ตารางที่ 28 องค์ประกอบทางเคมีของผงปรุงรสลำไย

องค์ประกอบทางเคมี	ค่าเฉลี่ยผงปรุงรสลำไย	มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 494/2547) ผงปรุงรสอาหาร
ความชื้น (ร้อยละ)	2.89 (g/100g)	ต้องไม่เกินร้อยละ 13 โดยน้ำหนัก
โปรตีน (ร้อยละ)	12.50 (g/100g)	-
ไขมัน (ร้อยละ)	3.09 (g/100g)	-
เถ้า (ร้อยละ)	22.72 (g/100g)	-
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	55.80 (g/100g)	-
วอเตอร์แอกทิวิตี (water activity)	0.42	ต้องไม่เกิน 0.65
พลังงาน	313.01 Kcal/100g	
สารต้านอนุมูลอิสระทั้งหมด (Trolox)	535.46 mg eq Trolox/100g	

ตารางที่ 29 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผงปรุงรสลำไย

ปัจจัยคุณภาพ	ผงปรุงรสลำไย	มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 494/2547) ผงปรุงรสอาหาร
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	< 2.7x 10^3 (CFU/g)	< 1x 10^4 (CFU/g)
ยีสต์และรา (CFU/g)	< 100 (CFU/g)	< 100 (CFU/g)
โคลิฟอร์ม (MPN/g)	< 3 (MPN/g)	< 3 (MPN/g)

4. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยลำไยเพื่อสุขภาพ

ขนมถ้วยเป็นขนมไทยโบราณ ที่มีส่วนผสมของแป้ง กะทิ และน้ำตาล กรรมวิธีการปรุงสุกด้วยวิธีการนึ่ง ลักษณะปรากฏของขนมถ้วยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือตัวขนมและหน้าขนม โดยตัวขนมถ้วยมีรสหวาน ค่อนข้างเหนียว ประกอบด้วยแป้งและน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก แป้งที่นำมาใช้ในการผลิตตัวขนมถ้วย อาทิ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว แป้งมันสำปะหลัง และแป้งท้าวยายม่อม ผสมกับน้ำตาลชนิดต่างๆ เช่น น้ำตาลทรายขาว น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลมะพร้าว และน้ำตาลปี๊บ นอกจากนี้บางพื้นที่มีการใช้น้ำคั้นจากใบเตยเป็นสารให้กลิ่นหอมในขนมถ้วย และอาจมีการใช้สีจากดอกอัญชันเพื่อปรับปรุงลักษณะปรากฏให้สวยงาม ส่วนหน้าของขนมถ้วยประกอบด้วยหัวกะทิเข้มข้น เกลือ และน้ำตาล ทำให้ขนมถ้วยมีรสหวานมัน และเค็มเล็กน้อย

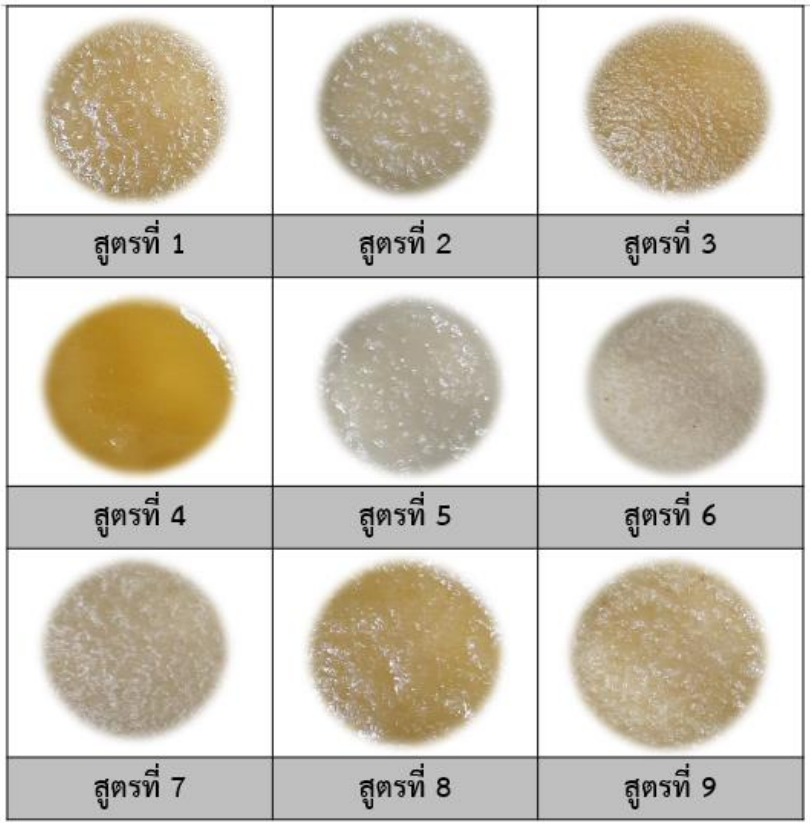
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยลำไยเพื่อสุขภาพเป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ขนมถ้วย และขยายตลาดขนมไทยสู่กลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

4.1 ผลของการแปรเปลี่ยนอัตราส่วนของน้ำ น้ำตาล และลำไยต่อคุณภาพของตัวขนมถ้วย

ลักษณะที่สังเกตได้ของตัวขนมถ้วย (ตารางที่ 30 และภาพที่ 19) พบว่า ตัวขนมถ้วยทั้ง 9 สูตร มีค่าความหวานและลักษณะปรากฏที่แตกต่างกัน สูตรที่ 1 เป็นสูตรที่มีลักษณะที่ดี มีสีน้ำตาลอ่อน กลิ่นหอมลำไย รสหวานเข้มข้นกำลังดี เนื้อสัมผัสนิ่มกำลังดี เหมาะในการทำขนมถ้วย ตักง่ายมาก ไม่ติดถ้วย มีค่าความหวานประมาณ 30 องศาบริกซ์

ตารางที่ 30 ลักษณะปรากฏและค่าความหวานของตัวขนมถ้วยสูตรต่างๆ

สูตรที่	ความหวาน (องศาบริกซ์)	ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้
1	**30**	สีน้ำตาลอ่อน กลิ่นหอมลำไย รสหวานเข้มข้นกำลังดี เนื้อสัมผัสนิ่มกำลังดี เหมาะในการทำขนมถ้วย ตักง่ายมาก ไม่ติดถ้วย
2	**12**	สีขาวอมเหลือง กลิ่นหอมลำไย รสจืด เนื้อสัมผัสนิ่มไม่เละ ตักยากติดถ้วย
3	**38**	สีน้ำตาล กลิ่นหอมลำไย รสหวานเข้มข้นมากเกินไป เนื้อสัมผัสนิ่มกำลังดี ตักง่ายมาก
4	**31**	สีน้ำตาลเข้ม ไม่มีกลิ่นลำไย รสหวาน เนื้อสัมผัสนิ่มเละ ตักยากติดถ้วย
5	**1**	สีขาวขุ่น มีกลิ่นลำไยเล็กน้อย จืดมากๆ เนื้อสัมผัสนิ่มเละ ตักยากติดถ้วย
6	**13**	สีขาวขุ่น กลิ่นลำไยชัดเจน รสหวานเล็กน้อย เนื้อสัมผัสนิ่มเละ ตักยากติดถ้วย
7	**14**	สีขาวอมเหลือง กลิ่นหอมลำไย รสหวานเล็กน้อย เนื้อสัมผัสนิ่มเกินไป ตักยากติดถ้วย
8	**20**	สีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นลำไยเล็กน้อย รสหวานเล็กน้อย เนื้อสัมผัสนิ่ม ตักยากติดถ้วย
9	**19**	สีน้ำตาลอ่อน กลิ่นหอมลำไย รสหวานเล็กน้อย เนื้อสัมผัสนิ่ม ตักยากติดถ้วย



ภาพที่ 19 ลักษณะปรากฏบริเวณผิวหน้าของตัวขนมถ้วยสูตรต่างๆ

เมื่อนำตัวขนมถ้วยทั้ง 9 สูตร ไปประเมินค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี ระบบ CIE ได้แสดงผลดังตารางที่ 31 ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) ค่าสีเหลือง (b*) ค่าโครมาหรือค่าแสดงความเข้มของสี (C) ค่ามุมของฮิว หรือค่าแสดงโทนสี (H°) พบว่า ค่า L* a* b* C* และ H° แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยความเข้มของสีในตัวขนมถ้วยแปรผันตรงกับปริมาณน้ำตาลทรายแดงที่เติมลงไปในส่วนผสม

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบกับผู้บริโภคทั่วไป 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale (ตารางที่ 32) พบว่า ตัวขนมถ้วยทั้ง 9 สูตรมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ 1 เป็นสูตรที่มีคะแนนความชอบรวมสูงที่สุดคือ 7.80 รองลงมาคือสูตรที่ 3 ดังนี้อัตราส่วนในสูตรที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย น้ำร้อยละ 15.8 น้ำตาลทรายแดงร้อยละ 20.3 ลำไยสดปั่นละเอียดร้อยละ 54.0 แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 9.0 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 1.0 จึงถูกคัดเลือกเพื่อนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยลำไยเพื่อสุขภาพในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 31 ค่าสีของตัวขนมถ้วยสูตรต่างๆ

สูตรที่	L*	a*	b*	C*	H°
1	40.92±0.11^{c}	0.90±0.09^{f}	7.28±0.05^{c}	7.33±0.04^{c}	85.56±0.60^{d}
2	48.81±0.07^{f}	-0.13±0.03^{c}	7.27±0.06^{c}	7.28±0.09^{c}	91.06±0.12^{g}
3	35.47±0.15^{a}	1.13±0.05^{g}	8.76±0.12^{d}	8.83±0.13^{d}	82.66±0.20^{c}
4	36.62±0.29^{b}	2.97±0.04^{h}	13.44±0.19^{f}	14.10±0.56^{f}	78.15±0.37^{b}
5	58.35±0.12^{i}	-1.13±0.05^{a}	2.27±0.04^{a}	2.54±0.02^{a}	115.49±0.40^{i}
6	52.65±0.13^{h}	-0.05±0.04^{c}	5.01±0.01^{b}	5.01±0.00^{b}	59.67 ±0.30^{a}
7	51.76±0.08^{g}	-0.55±0.03^{b}	7.12±0.01^{c}	7.14±0.01^{c}	94.40±0.18^{h}
8	41.95±0.12^{e}	0.57±0.03^{e}	10.13±0.16^{e}	10.16±0.14^{e}	86.78±0.11^{e}
9	41.58±0.18^{d}	0.20±0.08^{d}	7.27±0.30^{c}	7.28±0.30^{c}	88.45±0.36^{f}

ตารางที่ 32 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของตัวขนมถ้วยสูตรต่างๆ

สูตรที่	ลักษณะปรากฏ	กลิ่นลำไย	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1	7.97±0.76^{e}	7.67±0.66^{e}	7.83±0.65^{f}	8.00±0.79^{g}	7.80±0.66^{f}
2	6.53±0.57^{d}	2.43±0.90^{b}	5.30±0.79^{cd}	5.33±0.55^{d}	4.97±0.89^{c}
3	7.77±0.73^{e}	6.77±0.77^{d}	7.23±0.68^{e}	7.10±0.96^{f}	7.07±0.64^{e}
4	2.23±1.04^{a}	2.03±1.00^{ab}	2.27±1.46^{b}	1.97±1.00^{a}	1.97±0.61^{a}
5	4.13±0.97^{b}	1.83±0.87^{a}	1.27±0.45^{a}	1.73±0.83^{a}	1.70±0.70^{a}
6	5.07±0.78^{c}	7.53±0.86^{e}	5.10±0.71^{c}	4.03±0.81^{b}	4.13±1.11^{b}
7	8.00±0.91^{e}	7.53±1.07^{e}	5.03±0.67^{c}	4.77±1.01^{c}	4.73±1.14^{c}
8	7.90±1.06^{e}	5.27±1.05^{c}	5.23±1.10^{c}	5.27±0.87^{d}	5.73±0.87^{d}
9	7.73±0.87^{e}	7.23±0.77^{e}	5.70±0.47^{d}	6.17±1.09^{e}	5.77±0.77^{d}

หมายเหตุ: 1. ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน

2. ตัวอักษร a, b, c, d และ e หมายถึง ในแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P≥0.05)

4.2 ผลของการใช้กะทิทดแทนนมถั่วเหลืองในส่วนหน้าขนมถ้วย

ลักษณะปรากฏที่ดีของขนมถ้วยที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคโดยทั่วไป ผิวหน้าขนมถ้วยจะสีขาวและแตกมันย่นเป็นคลื่นของหัวกะทิเข้มข้น เนื้อสัมผัสนิ่ม ไม่แข็งกระด้าง หรือเป็นไต ตัวและหน้าขนมไม่แยกชั้น รสชาติหวานของตัวขนม และหน้าขนมมีรสชาติหวานมัน เค็ม นอกจากนี้ยังมีกลิ่นหอมของกะทิในชั้นหน้า

ขนมถ้วย จากผลการทดลองการศึกษาลักษณะปรากฏส่วนหน้าของขนมถ้วยที่ใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิ ทั้ง 5 สูตร ได้แก่ 0:100 25:75 50:50 75:25 และ 100:0 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลการสังเกตลักษณะปรากฏของขนมถ้วย ระหว่าง สูตรที่ใช้อัตราส่วนนมถั่วเหลืองต่อหัวกะทิ 0:100 (เป็นสูตรควบคุมซึ่งไม่มีส่วนผสมของนมถั่วเหลือง) และสูตร 100:0 พบว่า มีลักษณะปรากฏที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยสูตร 100:0 มีลักษณะปรากฏของหน้าขนมแห้ง ไม่แตกมัน เนื้อสัมผัสแน่นแข็ง เป็นไต (ลักษณะเป็นไต คือ ลักษณะหน้าขนมเป็นแผ่น หรือเป็นคลื่นไม่สม่ำเสมอ มีเนื้อสัมผัสแน่น แข็งบริเวณขอบ และเนื้อสัมผัสนิ่มบริเวณตรงกลางของขนมถ้วย) เกิดการแยกชั้นระหว่างผิวหน้าขนมและตัวขนมอย่างชัดเจน และกลิ่นถั่วเหลืองชัดเจนขึ้น (ตารางที่ 33) สีเหลืองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแปรผันตรงกับปริมาณนมถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้น จากการสังเกตลักษณะปรากฏโดยรวมอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิ คือ 50:50 เนื่องจากสูตรนี้ให้ลักษณะปรากฏที่ดี ส่วนหน้าของขนมไม่แห้ง สามารถสังเกตการแตกมันย่นเป็นคลื่นในอัตราส่วนผสมที่ลงตัวระหว่างนมถั่วเหลืองและหัวกะทิ เนื้อสัมผัสนิ่ม ไม่แข็งกระด้าง หรือเป็นไต ตัวและหน้าขนมสามารถเชื่อมประสานกันใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ไม่เกิดการแยกชั้น มีกลิ่นถั่วเหลืองเล็กน้อย และยังมีกลิ่นหอมของกะทิ

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ในสูตรที่มีการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิ คือ 100:0 ผิวหน้าแห้ง มีรอยแตก เกิดการแยกชั้นระหว่างผิวหน้าขนมและตัวขนมชัดเจน เนื้อสัมผัสแน่นไม่นิ่ม อาจเกิดจากองค์ประกอบของหน้าขนมที่มีความเข้มข้นของนมถั่วเหลืองที่มากเกินไป ซึ่งจะส่งผลให้ระบบอิมัลชันถูกทำลาย ถั่วเหลืองประกอบด้วยโปรตีนประมาณร้อยละ 35-40 ไขมันร้อยละ 19 และ คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 27 (กรมอนามัย, 2535) ความเข้มข้นของนมถั่วเหลืองแปรผันตรงกับปริมาณของแข็งที่เป็นองค์ประกอบในนมถั่วเหลือง โดยทั่วไปโปรตีนถั่วเหลืองจะเสียสภาพธรรมชาติที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส (°C) (เพลินใจ, 2545) ดังนั้นเมื่อนึ่งหน้าขนมถ้วยด้วยอุณหภูมิน้ำเดือด จะส่งผลให้โปรตีนที่เป็นองค์ประกอบในนมถั่วเหลืองเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างไปจากธรรมชาติ นอกจากนี้ในส่วนหน้าขนมยังมีส่วนผสมของเกลือ ซึ่งเกลือจะทำให้โปรตีนที่เสียสภาพธรรมชาติจับตัวเป็นก้อนเกิดการตกตะกอนสูญเสียความคงตัวโปรตีน (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2559) หน้าขนมถ้วยในสูตรที่ใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิ 100:0 จึงลักษณะเนื้อสัมผัสที่แน่น เกิดการแยกชั้น

เมื่อนำส่วนของชั้นหน้าขนมถ้วยโดยใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในอัตราส่วนต่างๆ กัน 5 สูตร คือ 0:100 25:75 50:50 75:25 และ 100:0 โดยการประเมินค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี ระบบ CIE ได้แสดงผลดังตารางที่ 34 พบว่า ค่า L* ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \geq 0.05$) ผลค่าความสว่างตัวอย่างเข้าใกล้ 0 ซึ่งมีค่าความสว่างน้อย ขนมถ้วยที่ประเมินด้วยสายตามีสีขาวขุ่นจนถึงเหลืองอ่อน หรือความทึบ นิธิยา (2545) อธิบายถึงลักษณะสีขาว ขุ่น หรือบางชนิดที่ทึบแสง สีที่เกิดขึ้นเกิดจากการการสะท้อนของแสงหรือการกระเจิงแสงที่พื้นผิว และภายในเนื้ออาหารจะดูดกลืนแสงไว้ หรือที่เรียกว่า การสะท้อนแบบทะลุผ่านกระจาย (diffuse transmission) จากผลค่าการวัดค่าสี a* ของอัตราส่วนนมถั่วเหลืองที่ใช้ทดแทนกะทิในส่วนหน้าขนมถ้วยที่ต่างกัน 5 อัตราส่วน ค่าสีมีแนวโน้มไปในทางสีเขียว พบว่าค่า a* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ค่า a* ของขนมถ้วยมี

แนวโน้มไปในโทนสีเขียว อาจเกิดจากองค์ประกอบของสีรงควัตถุในวัตถุดิบ ในถั่วเหลืองมีคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ซึ่งเป็นรงควัตถุที่มีขนาดเล็กมากและเป็นสารประกอบที่มีสีเขียว สามารถพบได้ในส่วนที่มีสีเขียวของพืช เมื่อถั่วเหลืองเริ่มแก่สีเขียวจากคลอโรฟิลล์ บางส่วนที่สลายตัวไม่หมดยังคงหลงเหลืออยู่ (กรมวิชาการเกษตร, 2558) โดยการเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์เกี่ยวข้องกับการทำงานของเอนไซม์คลอโรฟิลเลสที่ทำหน้าที่สลายคลอโรฟิลล์ (อุ่นเรือน, 2550) นอกจากนี้ในถั่วเหลืองยังมีสารไอโซฟลาโวน (isoflavones) เป็นสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นรงควัตถุที่มีความคงตัวต่อความร้อน และปฏิกิริยาออกซิเดชันเมื่อรวมตัวกับไอออนของโลหะ เช่น โซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) แมกนีเซียมคลอไรด์ (magnesium chloride) จะให้สีน้ำเงินหรือสีเขียว และเป็นสารเริ่มต้นปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดสีที่ไม่พึงประสงค์ในอาหาร (ณัฏฐิกา, 2549)

ตารางที่ 33 ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ของการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในส่วนหน้าของขนมถ้วย

อัตราส่วนผสม (ร้อยละ) นมถั่วเหลือง : กะทิ	**ลักษณะที่สังเกตได้**
0 : 100	บริเวณผิวหน้าขนมสีขาว ผิวหน้ามัน หน้าแตกมันมาก ไม่มีกลิ่นถั่วเหลือง ไม่มีการแยกชั้นระหว่างผิวหน้าขนมและตัวขนม เนื้อสัมผัสนิ่ม
25 : 75	บริเวณผิวหน้าขนมสีขาว ผิวหน้ามัน หน้าแตกมัน มีกลิ่นถั่วเหลืองเล็กน้อย ไม่มีการแยกชั้นระหว่างผิวหน้าขนมและตัวขนม เนื้อสัมผัสนิ่ม
50 : 50	บริเวณผิวหน้าขนมสีเหลืองอ่อน ผิวหน้ามัน หน้าแตกปานกลาง มีกลิ่นถั่วเหลืองเล็กน้อย ไม่มีการแยกชั้นระหว่างผิวหน้าขนมและตัวขนม เนื้อสัมผัสนิ่ม
75 : 25	บริเวณผิวหน้าขนมสีเหลืองอ่อน ผิวหน้าแห้ง มีรอยแตกเล็กน้อย มีกลิ่นถั่วเหลือง มีการแยกชั้นระหว่างผิวหน้าขนมและตัวขนม เนื้อสัมผัสแน่น
100 : 0	บริเวณผิวหน้าขนมสีเหลือง ผิวหน้าแห้ง มีรอยแตก มีกลิ่นถั่วเหลือง มีการแยกชั้นระหว่างผิวหน้าขนมและตัวขนมชัดเจน เนื้อสัมผัสแน่นมาก

ตารางที่ 34 ค่าสีของหน้าขนมถ้วยสูตรต่างๆ

อัตราส่วนผสม (ร้อยละ) นมถั่วเหลือง : กะทิ	L*	a*	b*	C*	H°
0:100	28.93±0.01^{ns}	-0.06±0.07^{a}	-0.15±0.09^{c}	0.17±0.05^{a}	256.50±0.50^{e}
25:75	28.93±0.05^{ns}	-0.07±0.02^{b}	-0.11±0.01^{e}	0.18±0.08^{b}	215.33±0.22^{a}
50:50	28.95±0.05^{ns}	-0.07±0.07^{b}	-0.14±0.13^{d}	0.19±0.11^{c}	220.54±0.21^{b}
75:25	28.96±0.11^{ns}	-0.07±0.08^{b}	-0.16±0.11^{b}	0.20±0.10^{d}	224.45±0.27^{c}
100: 0	28.97±0.10^{ns}	-0.08±0.09^{c}	-0.20±0.06^{a}	0.21±0.04^{e}	239.32±0.70^{d}

จากผลค่าการวัดค่าสี b* ของอัตราส่วนนมถั่วเหลืองที่ใช้ทดแทนกะทิในส่วนหน้าขนมถ้วยที่ต่างกัน 5 อัตราส่วน ค่าสีมีแนวโน้มไปในทางสีน้ำเงิน พบว่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมันร้อยละ 95 ($p\leq0.05$) ผลของหน้าขนมถ้วยทั้ง 5 สูตร มีแนวโน้มไปในเป็นสีน้ำเงิน ซึ่งอาจเป็นผลจากสีของรงควัตถุที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นในการเปลี่ยนแปลงค่า a* นอกจากนี้ยังอาจเป็นผลจากการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล ในการให้ความร้อนระหว่างกระบวนการนึ่ง จิราภรณ์ และยุพร (2552) อธิบายถึง ผลของการให้ความร้อนในอาหารที่มีส่วนประกอบของโปรตีนและน้ำตาล เมื่อความร้อนเพิ่มขึ้นจะเกิดการระเหยของน้ำ อาหารจะเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (maillard reaction) เป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (non-enzymatic browning reaction) เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวส์ (reducing sugar) กับกรดอะมิโนโปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจน (nitrogen) อื่นๆ โดยมีความร้อนเร่งปฏิกิริยาส่งผลให้ผลิตภัณฑ์อาหารมีสีคล้ำขึ้น จากผลค่าการวัดค่าสี C* ของอัตราส่วนนมถั่วเหลืองที่ใช้ทดแทนกะทิในส่วนหน้าขนมถ้วย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมันร้อยละ 95 ($p\leq0.05$) ค่าสีมีแนวโน้มอยู่ในช่วงสีเหลืองอ่อน จากผลค่าการวัดค่าสี H^0 ของอัตราส่วนนมถั่วเหลืองที่ใช้ทดแทนกะทิในส่วนหน้าขนมถ้วยที่ต่างกัน 5 อัตราส่วน มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมันร้อยละ 95 ($p\leq0.05$) พบว่า อัตราส่วนที่ 0:100 มีแนวโน้มความเป็นสีน้ำเงินมากที่สุด คือ 256.50 และอัตราส่วนที่ 215:33 มีแนวโน้มความเป็นสีน้ำเงินน้อยที่สุด คือ 217.50 ซึ่งแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่า H^0 มีโทนสีที่สัมพันธ์กับค่า a* b* และ C*

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านความชอบกับผู้บริโภคทั่วไป 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่า ตัวขนมถ้วยทั้ง 5 สูตรมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมันร้อยละ 95 ($p\leq0.05$) พบว่าลักษณะปรากฏของทั้ง 5 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p\leq0.05$) โดยสูตรที่ใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในอัตราส่วน 0:100 25:75 และ 50:50 มีคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏในระดับชอบปานกลาง มีค่าคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 7.60 7.57 และ 7.42 ตามลำดับ ส่วนสูตรที่ใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในอัตราส่วน 75:25 และ 100:0 มีค่าคะแนนความชอบในระดับไม่ชอบเล็กน้อยถึงไม่ชอบปานกลาง โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.01 และ 4.15 ตามลำดับ (ตารางที่ 35) ผลการยอมรับของผู้บริโภคด้านกลิ่นของขนมถ้วยใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิ ใน

อัตราส่วนต่างๆ พบว่า คะแนนความชอบทางด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยทั้ง 5 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในอัตราส่วน 0:100 25:75 และ 50:50 มีคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นในระดับชอบปานกลาง ส่วนสูตรที่ใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในอัตราส่วน 75:25 และ 100:0 มีค่าคะแนนความชอบในระดับไม่ชอบเล็กน้อยถึงไม่ชอบปานกลาง ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในกลิ่นของกะทิมากกว่าสังเกตจากสูตรควบคุมมีคะแนนความชอบสูงที่สุดคือ 7.30 สารให้กลิ่นหอมที่พบในกะทิมีประมาณ 6 ชนิดคือ 3-hydroxy-2-butanone, 1,3-butanediol, 2,3-butanediol, delta-octalactone, delta-decalactone และ 9-octadecenoic acid (ชนัญชิดา และวรรณี, 2554) กลิ่นเหม็นเฉพาะของถั่วเหลืองในขนมถ้วยแปรผันตรงกับความเข้มข้นของปริมาณถั่วเหลือง และแปรผกผันกับคะแนนการยอมรับในด้านกลิ่นของผู้ทดสอบ โดยกลิ่นถั่วเหลืองเกิดจากปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนสซึ่งมีอยู่ในถั่วเหลืองตามธรรมชาติ เอมไซม์ไลพอกซีจีเนสเป็นเอมไซม์ในกลุ่มออกซิโดรีดักเตส (oxidoreductase) สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น กรดลิโนเลอิก และกรดลิโนเลนิก ที่มีอยู่ในถั่วเหลือง โดยปฏิกิริยาจะเกิดได้ดีเมื่อมีออกซิเจนและน้ำ ทำให้เกิดสารประกอบไฮโดรเปอร์ออกไซด์ ซึ่งจะสลายตัวเกิดเป็นสารประกอบที่ระเหยได้ เช่น แอลดีไฮด์ คีโตนและแอลกอฮอล์ ทำให้เกิดกลิ่นถั่วในผลิตภัณฑ์ สาระสำคัญที่ทำให้เกิดกลิ่นถั่วคือเฮกซานอล ความร้อนและความดันสามารถยับยั้งปฏิกิริยาเอมไซม์ไลพอกซีจีเนสได้ (จิราภรณ์ และยุพร, 2552)

ตารางที่ 35 คะแนนเฉลี่ยการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของตัวขนมถ้วยสูตรต่างๆ

อัตราส่วนผสม (ร้อยละ) นมถั่วเหลือง : กะทิ	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
0:100	7.35 ± 0.56^{abc}	7.33 ± 0.76^{abc}	7.56 ± 0.70^{abc}	7.75 ± 0.89^{abc}	7.60 ± 0.76^{abc}
25:75	7.25 ± 0.50^{abc}	7.28 ± 0.73^{abc}	7.38 ± 0.71^{abc}	7.49 ± 0.55^{abc}	7.57 ± 0.79^{abc}
50:50	7.21 ± 0.63^{abc}	7.07 ± 0.72^{abc}	7.21 ± 0.69^{abc}	7.11 ± 0.86^{abc}	7.42 ± 0.74^{abc}
75:25	4.55 ± 0.94^{ab}	4.53 ± 0.99^{ab}	4.45 ± 0.96^{ab}	4.47 ± 1.00^{ab}	5.01 ± 0.60^{ab}
100: 0	3.34 ± 0.91^{a}	3.83 ± 0.90^{a}	4.23 ± 0.55^{a}	4.03 ± 0.93^{a}	4.15 ± 0.99^{a}

หมายเหตุ: 1. ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน

2. ตัวอักษร a, b และ c หมายถึง ในแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \geq 0.05$)

ผลการยอมรับของผู้บริโภคด้านรสชาติของขนมถ้วยใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิ ในอัตราส่วนต่างๆ พบว่า คะแนนความชอบทางด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยทั้ง 5 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในอัตราส่วน 0:100 25:75 และ 50:50 มีคะแนนความชอบทางด้านรสชาติในระดับชอบปานกลาง ส่วนสูตรที่ใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในอัตราส่วน 75:25 และ 100:0 มีค่าคะแนนความชอบในด้านรสชาติในระดับไม่ชอบเล็กน้อย

สูตรที่มีกะทิสูงได้รับคะแนนการยอมรับด้านรสชาติสูง ความอร่อยของอาหารที่มีไขมันสูงเกิดจากองค์ประกอบร่วมด้านเนื้อสัมผัส รสชาติ และกลิ่นของอาหาร ส่งผลต่อการสัมผัสกับเนื้อเยื่อในช่องปาก หรือจากการรับรู้รสชาติของไขมันในลิ้น กระตุ้นให้เกิดความกลมกล่อมของอาหาร เป็นรสชาติพื้นฐานอันดับที่ 6 ที่ลิ้นสามารถรับรู้ได้ นอกจากเปรี้ยว หวาน เค็ม ขม และรสอูมามิ รสอูมามิถูกนิยามว่าเป็นรสชาติที่ 5 ที่มีรสอร่อย กลมกล่อมที่ไม่ใช่รสพื้นฐาน เป็นรสชาติที่ได้จากกรดกลูตามิกของกรดอะมิโนที่ประกอบอยู่ในโปรตีน (ประสิทธิ์, 2557)

ผลการยอมรับของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสของขนมถ้วยใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิ ในอัตราส่วนต่างๆ พบว่า คะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยทั้ง 5 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในอัตราส่วน 0:100 25:75 และ 50:50 มีคะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสในระดับชอบปานกลาง มีค่าคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ส่วนสูตรที่ใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในอัตราส่วน 75:25 และ 100:0 มีค่าคะแนนความชอบในระดับไม่ชอบเล็กน้อย ระดับความแน่นของเนื้อสัมผัสของขนมถ้วยแปรผันตรงกับปริมาณความเข้มข้นของถั่วเหลืองในสูตร โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมประมาณร้อยละ 50 แต่ถ้าความเข้มข้นสูงกว่านี้จะส่งผลให้เกิดเนื้อสัมผัสที่แน่นไม่นิ่ม และมีคะแนนการยอมรับทางด้านเนื้อสัมผัสของขนมถ้วยลดลง การเปลี่ยนแปลงด้านเนื้อสัมผัสที่แข็งขึ้น และเกิดการแยกชั้นระหว่างตัวและหน้าขนมดังที่ได้อธิบายไว้ในข้อ 4.1

ผลการยอมรับของผู้บริโภคด้านความชอบรวมของขนมถ้วยใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิ ในอัตราส่วนต่างๆ พบว่า คะแนนความชอบทางด้านความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยทั้ง 5 สูตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในอัตราส่วน 0:100 25:75 และ 50:50 มีคะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสในระดับชอบปานกลาง ส่วนสูตรที่ใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในอัตราส่วน 75:25 และ 100:0 มีค่าคะแนนความชอบในระดับเฉยๆ

จากผลการทดลองทั้งหมดที่ได้กล่าวมาในข้างต้นสูตรที่เหมาะสมในการคัดเลือกเพื่อใช้ในการพัฒนาเป็นขนมถ้วยเพื่อสุขภาพต่อไป คือสูตรที่มีการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในอัตราส่วน 50:50 เนื่องจากให้ลักษณะปรากฏที่ดี ส่วนหน้าของขนมไม่แห้ง สามารถสังเกตการแตกมันย่นเป็นคลื่นในอัตราส่วนผสมที่ลงตัว ระหว่างนมถั่วเหลืองและหัวกะทิ เนื้อสัมผัสนุ่ม ไม่แข็งกระด้าง หรือเป็นไต ตัวและหน้าขนมสามารถเชื่อมประสานกันใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ไม่เกิดการแยกชั้น ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม

4.3 องค์ประกอบทางเคมีของขนมถ้วยลำไยเพื่อสุขภาพ และผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ขนมถ้วยที่ตัวขนมถ้วยประกอบด้วย น้ำร้อยละ 15.8 น้ำตาลทรายแดงร้อยละ 20.3 ลำไยสดปั่นละเอียดร้อยละ 54.0 แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 9.0 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 1.0 และส่วนหน้าเป็นสูตรที่มี

การใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในส่วนหน้าขนมอัตราส่วน 50:50 ถูกนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม (ตารางที่ 36) พบว่า มีความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และ คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 63.05 5.55 2.35 4.60 และ 24.45 ตามลำดับ โดยมีปริมาณไขมันต่ำ และมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าสูตรควบคุม ซึ่งเป็นผลดีต่อผู้บริโภคที่รักสุขภาพที่ต้องการลดอาหารที่มีไขมันสูง โดยทั่วไปองค์ประกอบของนมถั่วเหลืองมีกรดอะมิโนหลายชนิด เช่น กลูตามีน (glutamine) แอสพาราจีน (asparagine) และ อาร์จินีน (arginine) อยู่มาก และกรดไขมันสำคัญ คือ กรดสเตรียริก (stearic acid). โอเลอิก ลิโอเลอิก และลิโอเลนิ นอกจากนี้ในส่วนที่เป็นเถ้ายังพบแร่ธาตุและวิตามินที่สำคัญ คือ โพแทสเซียม (potassium) ฟอสฟอรัส (phosphorus) แมกนีเซียม (magnesium) กำมะถัน (sulfur) แคลเซียม (calcium) และโซเดียม (vitamin) และวิตามิน เช่น เมทไธโอนีน (methionine) ไรโบฟลาวิน (riboflavin) ไนอะซีน (niacin) วิตามินเอ (vitamin A) และวิตามินอี (vitamin E) (ปรัศนี, 2549)

ตารางที่ 36 องค์ประกอบทางเคมีของนมถั่วเหลืองทดแทนกะทิ

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละ)	**ขนมถ้วยหน้านมถั่วเหลืองผสมกะทิ ร้อยละ 0:100 และไม่มีส่วนผสมของลำไย**	**ขนมถ้วยหน้านมถั่วเหลืองผสมกะทิ ร้อยละ 50:50 ตัวขนมมีส่วนผสมของลำไย**
ความชื้น	67.38±0.04	63.05±0.04
โปรตีน	1.45±0.02	5.55±0.06
ไขมัน	5.62±0.01	2.35±0.03
เถ้า	2.50±0.04	4.60±0.06
คาร์โบไฮเดรต	23.05±0.02	24.45±0.03

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{x}$ ±SD) จำนวน 3 ซ้ำ

การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของขนมถ้วยเพื่อสุขภาพกับผู้บริโภคทั่วไป 100 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรส ความเค็ม ความหวาน ความขม และความชอบระดับชอบปานกลาง (ตารางที่ 37) และผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยระดับมาก มีคะแนนเฉลี่ย 4.09 จากคะแนนเต็ม 5 (ตารางที่ 38) ผู้บริโภคยอมรับที่จะซื้อผลิตภัณฑ์หากมีการวางจำหน่าย ร้อยละ 98 (ตารางที่ 39)

ตารางที่ 37 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ

ผลิตภัณฑ์	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ	7.25±0.58	7.10±0.75	7.23±0.79	7.15±0.66	7.45±0.89

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 100 คน

ตารางที่ 38 คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ

คะแนน	ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ (คะแนน)*
คะแนนการยอมรับ	4.09±0.72

หมายเหตุ: *ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 100 คน

ตารางที่ 39 การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ

ผลิตภัณฑ์	ซื้อ (คะแนน)	ร้อยละ	ไม่ซื้อ (คะแนน)	ร้อยละ
ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ	98	98	2	2

5. การพัฒนาน้ำลำไยเห็ดหลินจือ

น้ำลำไย หมายถึง เครื่องดื่มที่ได้จากการนำเนื้อลำไยแห้งที่อยู่ในสภาพดี ไม่มีราและมอด นำไปต้มกับน้ำจนเดือด ปรุงแต่งรสด้วยน้ำตาลหรือน้ำผึ้งอย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกัน กรอง อาจเติมชิ้นเนื้อลำไยนำไปฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรซ์ก่อนหรือหลังบรรจุ และต้องเก็บรักษาโดยการแช่เย็น โดยวิธีการพาสเจอร์ไรซ์ หมายถึง กรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคให้ อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยทั่วไปใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส และใช้ระยะเวลาที่ เหมาะสมแล้วทำให้เย็นลงทันที

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเติมน้ำตาลทรายแดงในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำลำไยเห็ดหลินจือ พบว่า น้ำลำไยเห็ดหลินจือสูตรที่ไม่มีการเติมน้ำตาลทรายแดง และสูตรที่มีการเติมน้ำตาลทรายแดงร้อยละ 5 และร้อยละ 10 มีคะแนนการยอมรับในระดับมาก ซึ่งมีระดับความหวานอยู่ในช่วง 6-15 องศาบริกซ์ (ตารางที่ 40) ซึ่งขึ้นอยู่กับความชอบรสหวานของผู้บริโภคแต่ละคน ลักษณะของผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาล โดยมีระดับความเข้มแปรผันตรงกับปริมาณน้ำตาลทรายแดง มีกลิ่นหอมลำไยชัดเจน มีรสชมของเห็ดหลินจือเล็กน้อย (ภาพที่ 20) ด้านคุณค่าทางโภชนาการของน้ำลำไยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคและสารต้านอนุมูลอิสระในปริมาณสูง โดยทั่วไปลำไยอบแห้งชาวจีนนิยมนำมาดื่มในรูปของชาหรือเครื่องดื่มน้ำลำไย ปริมาณสารประกอบฟีนอลิคทั้งหมดและความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำชาลำไยและเนื้อลำไยที่นไปชงเป็นชา เนื้อลำไยที่นำไปชงชาและน้ำชาที่เตรียมจากลำไยอบแห้งที่สภาวะอุณหภูมิสูง จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคสูงกว่าการอบที่อุณหภูมิสูง เมื่อนำลำไยอบแห้งไปต้มในน้ำร้อนจะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิคและ

ความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากความร้อนทำให้สารประกอบฟีนอลิคแตกตัวออกมามากขึ้น โดยสารประกอบฟีนอลิคที่พบในลำไย เช่น กรดแกลลิค และกรดเอลลาจิค (ศรัณยา, 2550)

เห็ดหลินจือ (Lingzhi) เป็นยาจีน (Chinese traditional medicine) ที่ใช้กันมานานกว่า 2,000 ปี นับตั้งแต่สมัยจักรพรรดิฉินซีฮ่องเต้เป็นต้นมา เห็ดหลินจือเป็นของหายากมีคุณค่าสูงในทางสมุนไพรจีน บำรุงร่างกายใช้เป็นยาอายุวัฒนะในการยืดอายุออกไปให้ยืนยาว ทำให้ผิวพรรณเปล่งปลั่ง และยังสามารถรักษาโรคต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง ในสมัยโบราณ กล่าวกันว่า เห็ดหลินจือทำให้กล้ามเนื้อหัวใจแข็งแรงขึ้น ให้พลังชีวิตมากขึ้น ใช้บำรุงร่างกาย เป็นยาอายุวัฒนะ ทำให้มีกำลัง ทำให้ความจำดีขึ้น ทำให้ประสาทสัมผัสต่างๆ ชัดเจนดีขึ้น ส่งเสริมการไหลเวียนของเลือดดีขึ้น ทำให้ผิวพรรณเปล่งปลั่งสีหน้าแจ่มใส ชะลอความแก่ ส่วนสรรพคุณอื่นๆ ที่ได้รวบรวมไว้ได้แก่ รักษาและต้านมะเร็ง รักษาโรคตับ ความดันโลหิตสูง ขับปัสสาวะ ปรับความดันโลหิตทั้งสูงและต่ำ เป็นต้น (Sakamoto *et al*., 2016)

ดังนั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำลำไยเห็ดหลินจือเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ โดยสูตรที่ไม่มีการเติมน้ำตาลทรายเพิ่มเหมาะสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่ชอบรสชาติหวานน้อย ส่วนกลุ่มที่ชอบรสหวานสามารถเติมน้ำตาลร้อยละ 5-10

ตารางที่ 40 ค่าความหวานและค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำลำไยเห็ดหลินจือ

ส่วนผสม	**สูตรที่**						
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
ความหวาน (องศาบริกซ์)	33	30	25	18	15	9	6
ความชอบรวม	4.01±0.78	5.33±0.59	6.05±0.80	6.79±0.68	8.12±0.93	8.65±0.66	8.05±0.51

หมายเหตุ: *ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน

ภาพที่ 20 ลักษณะของน้ำลำไยเห็ดหลินจือ

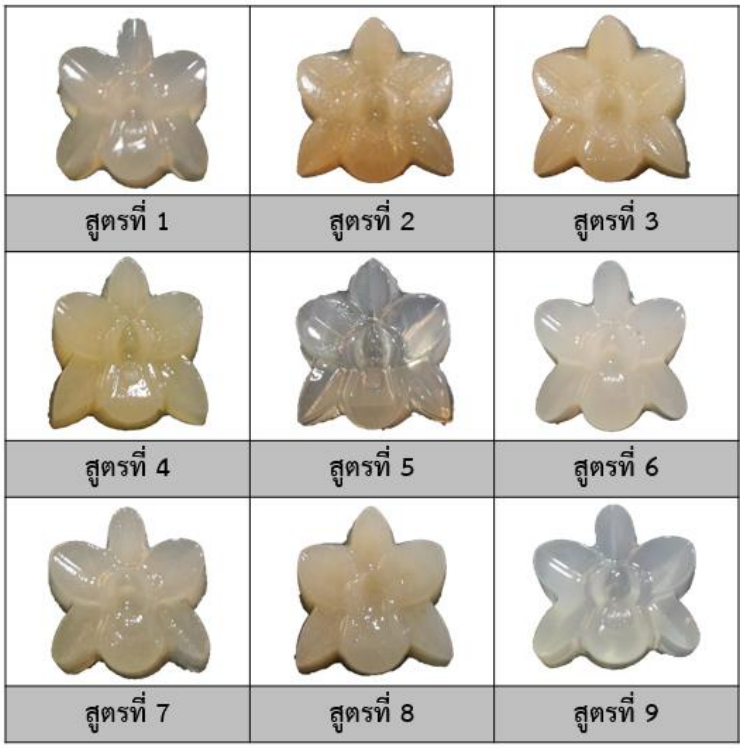
6. การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นลำไย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นลำไยเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกรผู้ปลูกลำไย การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้ลำไยเป็นส่วนผสมในการผลิตวุ้น โดยเริ่มจากการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมหลักคือ น้ำ น้ำตาลทรายขาว และลำไย ได้สูตรการทดลองทั้งหมด 9 สูตร จากการสังเกตลักษณะปรากฏและการวัดค่าความหวาน (ตารางที่ 41) พบว่า วุ้นทั้ง 9 สูตรมีค่าความหวานแตกต่างกัน จากการสังเกตลักษณะปรากฏ สูตรที่ 1 เป็นสูตรที่เหมาะสมในการนำมาผลิตวุ้นมากที่สุด เนื่องจากให้ลักษณะปรากฏที่ดี สีขาวขุ่นเล็กน้อย มีกลิ่นหอมลำไย รสหวานปานกลาง เนื้อสัมผัสเหมือนวุ้นทั่วไป (ภาพที่ 21)

เมื่อนำวุ้นลำไยทั้ง 9 สูตร ไปประเมินค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี ระบบ CIE ได้แสดงผลดังตารางที่ 42 พบว่า ค่า L* a* b* C* และ H° แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยความเข้มของสีของวุ้นแปรผันตรงกับปริมาณลำไยที่เติมลงไปในส่วนผสม

ตารางที่ 41 ค่าความหวานและลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ของวุ้นลำไยสูตรต่างๆ

สูตรที่	ความหวาน (องศาบริกซ์)	ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้
1	20	สีขาวขุ่นเล็กน้อย มีกลิ่นหอมลำไย รสหวานปานกลาง เนื้อสัมผัสเหมือนวุ้นทั่วไป
2	39	สีน้ำตาลคล้ำ มีกลิ่นหอมลำไยชัดเจน รสหวานมากเกินไป เนื้อสัมผัสร่วนเป็นทราย เหมือนกินลำไยไม่เหมือนกินวุ้น
3	16	สีน้ำตาลคล้ำ มีกลิ่นหอมลำไยชัดเจน รสหวานเล็กน้อย เนื้อสัมผัสร่วนเป็นทราย เหมือนกินลำไยไม่เหมือนกินวุ้น
4	27	สีน้ำตาล มีกลิ่นหอมลำไย รสหวานมาก เนื้อสัมผัสเป็นทราย
5	22	วุ้นใส ไม่มีกลิ่นหอม รสหวานปานกลาง เนื้อสัมผัสเหมือนวุ้นทั่วไป
6	11	สีขาวขุ่น มีกลิ่นหอมลำไย รสชาติค่อนข้างจืด เนื้อสัมผัสดีเหมือนวุ้นทั่วไป
7	18	สีขาวขุ่นเล็กน้อย มีกลิ่นหอมลำไย รสหวานปานกลาง เนื้อสัมผัสเป็นทราย
8	18	สีน้ำตาลขุ่น มีกลิ่นหอมลำไย รสชาติค่อนข้างจืด เนื้อสัมผัสร่วนเป็นทราย เหมือนกินลำไยไม่เหมือนกินวุ้น
9	0	สีขาวใส ไม่มีกลิ่นหอม ไม่หวาน เนื้อสัมผัสแน่นแข็ง



ภาพที่ 21 ลักษณะปรากฏของวุ้นลำไยสูตรต่างๆ

ตารางที่ 42 ค่าสีของวุ้นลำไยสูตรต่างๆ

สูตรที่	L*	a*	b*	C*	H°
1	34.14±0.03^{b}	1.67±0.02^{f}	-3.39±0.08^{d}	3.78±0.07^{d}	296.22±0.47^{d}
2	34.57±0.32^{c}	1.03±0.06^{e}	-0.38±0.01^{g}	1.10±0.06^{a}	339.69±0.43^{f}
3	43.11±0.07^{h}	0.25±0.05^{a}	-1.92±0.02^{e}	1.88±0.12^{c}	277.81±1.84^{b}
4	35.82±0.03^{d}	0.89±0.12^{d}	-1.17±0.06^{f}	1.48±0.08^{b}	310.38±0.71^{e}
5	31.64±0.30^{a}	0.97±0.02^{de}	-3.50±0.33^{d}	3.65±0.29^{d}	284.85±0.57^{c}
6	39.23±0.04^{e}	0.70±0.08^{c}	-5.80±0.07^{b}	5.85±0.08^{f}	276.93±0.71^{b}
7	36.62±0.08^{d}	0.52±0.04^{b}	-4.18±0.08^{c}	4.21±0.07^{e}	277.04±0.63^{b}
8	40.11±0.05^{f}	0.48±0.09^{b}	-3.57±0.08^{d}	3.60±0.10^{d}	278.34±0.33^{b}
9	41.23±0.18^{g}	0.14±0.05^{a}	-8.22±0.06^{a}	8.22±0.06^{g}	270.91±0.45^{a}

ผลการยอมรับของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสของวุ้นลำไย ทั้ง 9 สูตร (ตารางที่ 43) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดคือสูตรที่ 1 มีคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมในระดับชอบปานกลาง สอดคล้องกับผลการสังเกตจากลักษณะปรากฏ วุ้นลำไยสามารถนำไปปรับปรุงคุณภาพด้านลักษณะ

ปรากฏเพื่อเพิ่มความน่าสนใจให้กับผลิตภัณฑ์ได้ หลายวิธี อาทิ การเติมสีผสมอาหารหรือสีจากธรรมชาติ เช่น สีเขียวจากใบเตย สีม่วงจากอัญชัน เป็นต้น การพัฒนารูปร่างเป็นวุ้นแฟนซีให้ตรงกับความต้องการของตลาด สามารถสร้างจุดขายที่น่าสนใจให้กับผู้บริโภคได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 43 ค่าเฉลี่ยคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของวุ้นลำไยสูตรต่างๆ

สูตรที่	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1	7.60 ± 0.86^{cd}	7.57 ± 0.77^{de}	7.53 ± 0.90^{e}	7.47 ± 0.51^{d}	7.47 ± 0.78^{f}
2	6.50 ± 1.07^{a}	8.00 ± 1.26^{e}	4.40 ± 1.19^{c}	2.53 ± 0.90^{a}	2.33 ± 0.88^{a}
3	6.53 ± 0.94^{a}	7.43 ± 0.50^{cd}	2.87 ± 1.48^{b}	2.90 ± 1.58^{a}	3.03 ± 1.75^{b}
4	7.10 ± 1.47^{bc}	7.03 ± 0.61^{c}	5.03 ± 1.10^{d}	5.67 ± 1.47^{c}	6.23 ± 1.04^{e}
5	8.40 ± 0.72^{e}	2.60 ± 1.59^{a}	8.23 ± 0.82^{f}	8.23 ± 1.10^{e}	7.87 ± 0.86^{f}
6	7.13 ± 0.78^{bc}	6.50 ± 0.63^{b}	3.23 ± 1.28^{b}	7.17 ± 0.46^{d}	5.87 ± 1.46^{de}
7	7.43 ± 0.77^{bcd}	7.70 ± 0.88^{de}	5.03 ± 0.93^{d}	4.03 ± 0.72^{b}	5.53 ± 0.68^{cd}
8	6.97 ± 0.72^{ab}	7.57 ± 0.94^{de}	4.17 ± 0.91^{c}	4.27 ± 1.11^{b}	5.00 ± 0.83^{c}
9	7.83 ± 1.12^{d}	2.43 ± 0.90^{a}	1.43 ± 0.77^{a}	3.77 ± 0.77^{b}	3.03 ± 0.72^{b}

หมายเหตุ: *ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน

6. การพัฒนาผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบลำไย

วุ้นกรอบ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผงวุ้นมาละลายน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม เติมน้ำตาล ต้มให้เดือด อาจแต่งสี กลิ่น รส และส่วนประกอบอื่น เช่น เนื้อผลไม้ น้ำผลไม้ น้ำสมุนไพร เทใส่พิมพ์ ทิ้งไว้ให้เย็น อาจนำไปตัดเป็นชิ้นตามขนาดที่ต้องการ ทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือแหล่งพลังงานอื่น จนเกิดแผ่นน้ำตาลหรือเกล็ดน้ำตาลเคลือบที่ผิว แล้วบรรจุในภาชนะบรรจุ ลักษณะทั่วไปของวุ้นกรอบต้องแห้ง มีแผ่นน้ำตาลหรือเกล็ดน้ำตาลเคลือบที่ผิว ลักษณะเนื้อสัมผัสต้องกรอบนอก นุ่มใน ไม่แข็งกระด้าง สีต้องมีสีดีตามธรรมชาติของวุ้นกรอบและส่วนประกอบที่ใช้ กลิ่นรสต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของวุ้นกรอบและส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน กลิ่นสาบ และต้องมีวอเตอร์แอกทิวิตีไม่เกิน 0.6

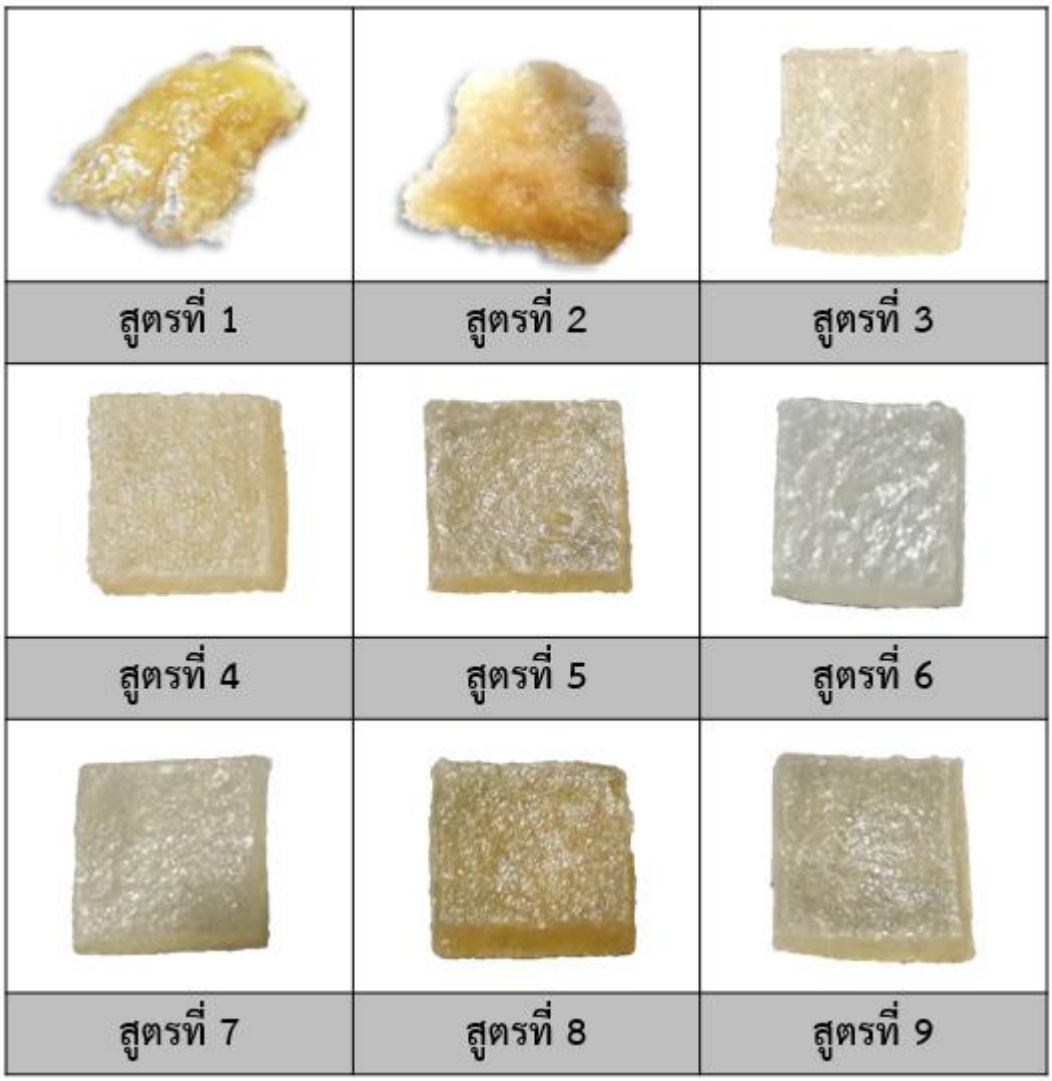
6.1 อัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นกรอบลำไยโดยใช้แผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้ลำไยเป็นส่วนผสมในการผลิตวุ้นกรอบลำไย โดยเริ่มจากการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของส่วนผสมหลักคือ น้ำ น้ำตาลทรายขาว และลำไย ได้สูตรการทดลองทั้งหมด

9 สูตร จากการวัดค่าความหวาน การสังเกตลักษณะปรากฏก่อนและหลังการทำแห้ง (ตารางที่ 44) พบว่า วุ้นทั้ง 9 สูตรมีค่าความหวานแตกต่างกัน จากการสังเกตลักษณะปรากฏ สูตรที่ 5 เป็นสูตรที่เหมาะสมในการนำมาผลิตวุ้นกรอบลำไยมากที่สุด เนื่องจากให้ลักษณะปรากฏที่ดี ก่อนการอบแห้งมีเนื้อสัมผัสแน่น ตัดง่าย เป็นเจลใส หลังการอบแห้งมีเนื้อสัมผัสกรอบนอก นุ่มใน ใกล้เคียงกับวุ้นกรอบทั่วไป ไม่แข็งกระด้าง สีออกเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอมลำไยชัดเจน (ภาพที่ 22)

ตารางที่ 44 ความหวานและลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ของวุ้นกรอบลำไยทั้ง 9 สูตร

สูตรที่	ความหวาน (องศาบริกซ์)	ลักษณะปรากฏ	
		ก่อนอบแห้ง	หลังอบแห้ง
1	50	เนื้อสัมผัสเละ ไม่สามารถเซทเจลได้ มีน้ำเยิ้มออกมามาก	มีน้ำเยิ้ม เละไม่แห้ง เหลวเป็นน้ำ ไม่สามารถเซทเจลได้ มีกลิ่นหอมลำไยชัดเจน รสหวานมาก
2	30	เนื้อสัมผัสเละ ไม่สามารถเซทเจลได้ มีน้ำเยิ้มออกมามาก	มีน้ำเยิ้ม เละไม่แห้ง เหลวเป็นน้ำ ไม่สามารถเซทเจลได้ มีกลิ่นหอมลำไยชัดเจน
3	26	เนื้อสัมผัสแน่น ตัดง่าย เป็นเจลใส ตัดหรือแกะจากพิมพ์มีน้ำเยิ้มนิดหน่อย	กรอบ งอหดบริเวณขอบ สีออกเหลืองนิดหน่อย แห้งค่อนข้างช้า
4	33	เนื้อสัมผัสแน่น ตัดง่าย เป็นเจลใส ตัดค่อนข้างยาก มีน้ำเยิ้มออกมานิดหน่อย	กรอบ สีออกเหลืองอ่อน แห้งช้า เนื้อสัมผัสนิ่มตรงกลาง มีกลิ่นหอมลำไยชัดเจน
5	30	เนื้อสัมผัสแน่น ตัดง่าย เป็นเจลใส	กรอบนอก นุ่มใน ใกล้เคียงกับวุ้นกรอบทั่วไป ไม่แข็งกระด้าง สีออกเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอมลำไยชัดเจน
6	18	เนื้อสัมผัสแน่น ตัดง่าย เป็นเจลใส	กรอบ สีใส เนื้อสัมผัสดี ไม่มีกลิ่นหอมลำไย หวานน้อย
7	46	เนื้อสัมผัสแน่น ตัดง่าย เป็นเจลใส	กรอบ สีใส เนื้อสัมผัสดี ไม่มีกลิ่นหอมลำไย หวาน (สูตรวุ้นปกติ)
8	33	เนื้อสัมผัสแน่น ตัดง่าย เป็นเจลใส	กรอบ สีเหลือง เนื้อสัมผัสดี มีกลิ่นหอมลำไย แห้งช้า
9	38	เนื้อสัมผัสแน่น ตัดง่าย เป็นเจลใส	กรอบ สีเหลืองอ่อนใส เนื้อสัมผัสดี มีกลิ่นหอมลำไยเล็กน้อย แห้งช้า



ภาพที่ 22 ลักษณะปรากฏของวุ้นกรอบลำไยทั้ง 9 สูตร

เมื่อนำวุ้นกรอบลำไยทั้ง 9 สูตร ไปประเมินค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี ระบบ CIE ได้แสดงผลดังตารางที่ 45 พบว่า ค่า L* a* b* C* และ H° แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมันร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยความเข้มของสีของวุ้นกรอบลำไยแปรผันตรงกับปริมาณเนื้อลำไยในส่วนผสม

ตารางที่ 45 ค่าสีของวุ้นกรอบลำไยทั้ง 9 สูตร

สูตรที่	L*	a*	b*	C*	H°
1	30.31±0.43^{b}	3.63±0.12^{f}	12.84±0.51^{f}	13.30±0.49^{g}	74.36±0.54^{e}
2	37.40±0.31^{g}	7.51±0.11^{g}	24.80±0.25^{g}	25.92±0.25^{h}	73.00±0.34^{d}
3	40.52±0.12^{h}	1.54±0.02^{d}	4.61±0.07^{c}	4.87±0.06^{d}	71.61±0.36^{c}
4	36.15±0.05^{f}	0.88±0.07^{b}	5.33±0.05^{d}	5.46±0.01^{e}	80.44±0.33^{g}
5	35.82±0.20^{f}	1.33±0.07^{c}	5.43±0.12^{d}	5.62±0.09^{e}	76.14±0.38^{f}
6	33.41±0.32^{e}	0.68±0.21^{a}	1.45±0.19^{b}	1.53±0.18^{b}	70.60±0.24^{b}
7	29.86±0.13^{a}	0.67±0.11^{a}	0.79±0.06^{a}	0.96±0.14^{a}	46.57±0.41^{a}
8	31.74±0.21^{c}	1.95±0.05^{e}	7.19±0.15^{e}	7.41±0.21^{f}	74.54±0.03^{e}
9	32.46±0.30^{d}	0.64±0.06^{a}	1.80±0.10^{b}	1.92±0.11^{c}	70.39±0.69^{b}

ผลการยอมรับของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสของวุ้นกรอบลำไย ทั้ง 9 สูตร (ตารางที่ 46) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่มีคะแนนการยอมรับสูงที่สุดคือสูตรที่ 5 มีคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมในระดับชอบปานกลาง สอดคล้องกับผลการสังเกตจากลักษณะปรากฏ ดังนั้นสูตรที่ 5 จึงถูกคัดเลือกเพื่อนำไปพัฒนาเป็นวุ้นกรอบลำไยในขั้นตอนต่อไป

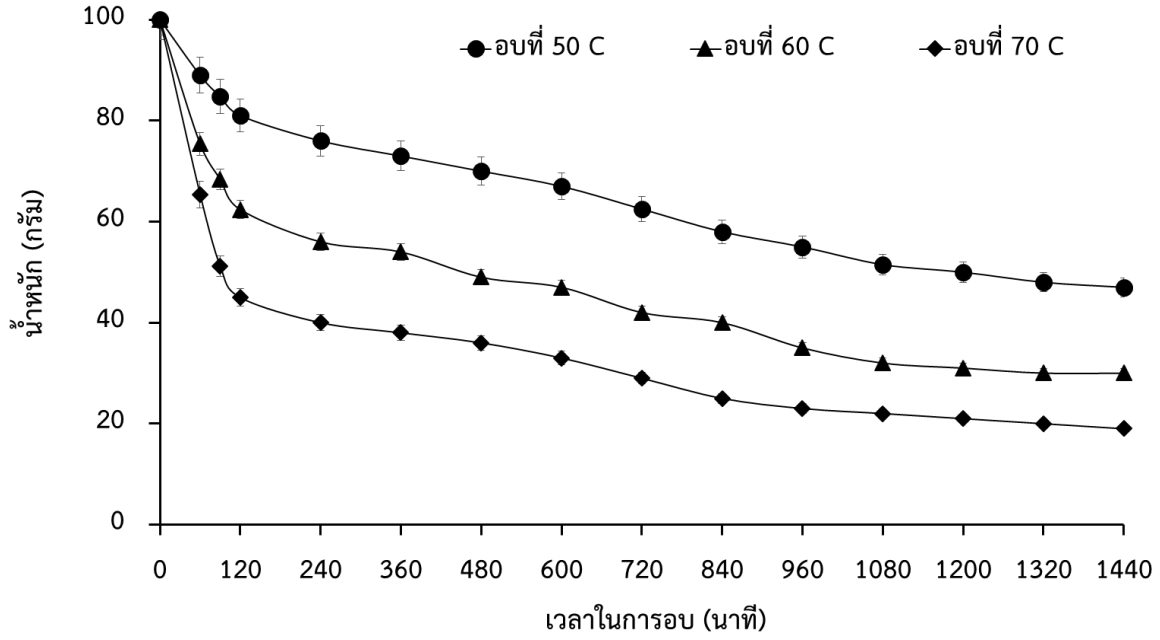
ตารางที่ 46 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับทางประสามสัมผัสของวุ้นกรอบลำไยทั้ง 9 สูตร

สูตรที่	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
1	1.43±0.50^{a}	7.97±0.76^{d}	6.17±2.04^{c}	1.60±0.67^{a}	1.87±0.90^{a}
2	1.63±0.93^{a}	7.93±1.31^{d}	6.37±1.16^{c}	2.27±1.01^{b}	2.20±1.00^{a}
3	5.43±1.01^{b}	3.40±1.79^{a}	4.33±1.65^{a}	5.03±1.40^{c}	5.00±0.74^{b}
4	6.33±1.27^{c}	7.90±0.76^{d}	5.20±1.06^{b}	6.77±1.22^{e}	6.80±0.76^{d}
5	7.87±0.68^{d}	7.07±0.69^{c}	7.37±0.96^{d}	7.57±1.04^{f}	7.43±0.86^{e}
6	7.40±1.04^{d}	3.63±1.90^{a}	7.30±1.09^{d}	7.70±0.92^{f}	7.57±0.73^{e}
7	7.53±0.90^{d}	3.50±0.20^{a}	7.77±0.68^{d}	7.90±0.96^{f}	7.70±0.79^{e}
8	6.13±0.78^{c}	7.07±0.45^{c}	5.27±0.64^{b}	5.03±0.76^{c}	5.33±0.76^{b}
9	5.90±1.18^{bc}	5.33±0.96^{b}	5.53±0.90^{b}	5.70±0.92^{d}	5.87±0.82^{c}

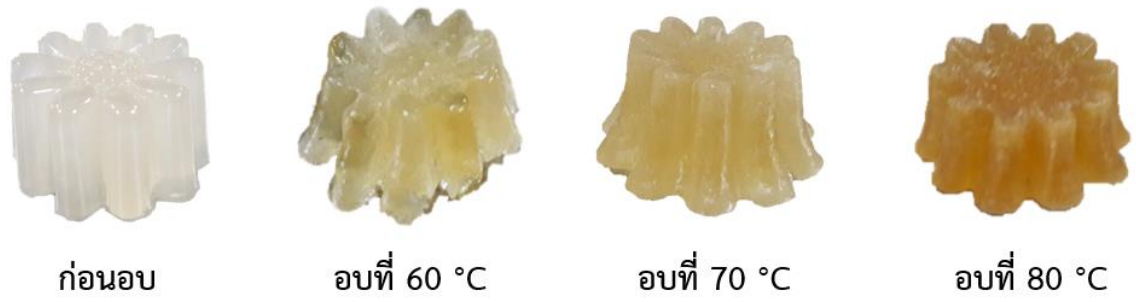
หมายเหตุ: *ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน

6.2 ผลของอุณหภูมิการอบต่อคุณภาพของวุ้นกรอบลำไย

การทดลองใช้อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง อบวุ้นกรอบลำไย พบว่า เมื่อเวลาการอบแห้งเพิ่มขึ้นน้ำหนักของวุ้นลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยที่อุณหภูมิการอบ 80 องศาเซลเซียส มีการลดลงของน้ำหนักมากที่สุด (ภาพที่ 23 และ 24) วุ้นกรอบลำไยที่อบด้วยอุณภูมิต่างๆ ให้ลักษณะปรากฏที่แตกต่างกัน การทำแห้งวุ้นกรอบที่อุณหภูมิสูงขึ้น เป็นผลทำให้ระยะเวลาในการทำแห้งลดลง และมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น โดยการอบที่อุณหภูมิสูงทำให้ค่าสีของวุ้นเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าสี (ตารางที่ 47) พบว่า ค่า L* a* b* C* และ H° แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดยความเข้มของสีของวุ้นกรอบลำไยแปรผันตรงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในการอบ สอดคล้องกับรายงานของ อินท์ธีมา และ วรลักษณ์ (2558) ศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบวุ้นกรอบจากน้ำตาลสด โดยอบที่ 60-90 องศาเซลเซียส พบว่า ผู้ทดสอบชิมคะแนนความชอบวุ้นกรอบด้วยอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสน้อยที่สุด เนื่องจากได้วุ้นกรอบที่มีสีเข้ม มีลักษณะเกล็ดสีน้ำตาลที่บริเวณผิวหน้าหนา และมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่แข็งมากที่สุด ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบวุ้นกรอบที่อบด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสมากที่สุด โดยวุ้นกรอบมีลักษณะใสไม่ขุ่น มีเกล็ดน้ำตาลที่ไม่หนา และละเอียดมากกว่าการอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในส่วนของระยะเวลาที่เหมาะสมในการอบวุ้นด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับปัจจัยร่วมหลายประการ อาทิ ขนาดความหนาของวุ้น ปริมาณวุ้นที่ใช้การอบต่อครั้ง ลักษณะการทำงานของตู้อบ เป็นต้น



ภาพที่ 23 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและเวลาในการอบวุ้นกรอบลำไย



ภาพที่ 24 วุ้นกรอบลำไยที่อบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ตารางที่ 47 ค่าสีของวุ้นกรอบลำไยที่อบด้วยอุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

อุณหภูมิในการอบ	L*	a*	b*	C*	H°
60 ^{0}C	38.29±0.17^c	0.69±0.04^a	2.22±0.26^a	2.55±0.17^a	73.88±0.86^b
70 ^{0}C	30.31±0.59^b	2.27±0.17^b	8.45±0.27^b	8.69±0.42^b	74.50±0.18^b
80 ^{0}C	24.34±0.29^a	3.43±0.19^c	9.98±0.06^c	10.68±0.28^c	71.36±0.55^a

ผลการยอมรับของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสของวุ้นกรอบลำไยที่อบด้วยอุณหภูมิ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 48) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) การทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบวุ้นกรอบลำไยกับผู้บริโภคทั่วไป 100 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale พบว่า โดยการอบวุ้นกรอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด คือมีคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมในระดับชอบปานกลาง

ตารางที่ 48 คะแนนเฉลี่ยของการประเมินการยอมรับทางประสามสัมผัสของวุ้นกรอบลำไยที่อบด้วยอุณหภูมิต่างๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

อุณหภูมิในการอบ	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
60 ^{0}C	4.81±1.34^a	6.67±0.93^a	7.57±0.54^{ns}	4.59±1.29^a	5.12±1.14^a
70 ^{0}C	8.21±0.59^c	7.60±0.75^b	7.58±0.77^{ns}	7.95±0.70^c	7.84±0.85^c
80 ^{0}C	6.52±1.11^b	8.10±0.88^c	7.59±0.81^{ns}	6.88±0.83^b	7.03±0.78^b

หมายเหตุ: *ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 100 คน

ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบที่อบด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ในระดับมาก (ตารางที่ 49) มีคะแนนเฉลี่ย 4.46 จากคะแนนเต็ม 5 (ตารางที่ 50) ผู้บริโภคยอมรับที่จะซื้อผลิตภัณฑ์หากมีการวางจำหน่าย ร้อยละ 99 (ตารางที่ 51)

ตารางที่ 49 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบลำไย

ผลิตภัณฑ์	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
วุ้นกรอบลำไย	8.23±0.57	7.65±0.77	7.59±0.77	7.96±0.69	7.83±0.81

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 100 คน

ตารางที่ 50 คะแนนการยอมรับผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบลำไย

คะแนน	วุ้นกรอบลำไย (คะแนน)*
คะแนนการยอมรับ	4.46±0.81

หมายเหตุ: *ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 100 คน

ตารางที่ 51 การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบลำไย

ชนิดขนม	ซื้อ (คะแนน)	ร้อยละ	ไม่ซื้อ (คะแนน)	ร้อยละ
วุ้นกรอบลำไย	99	99	1	1

6.3 สมบัติทางเคมีกายภาพ ปริมาณจุลินทรีย์และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของวุ้นกรอบลำไย

สูตรที่ถูกคัดเลือกผลิตวุ้นกรอบลำไยประกอบด้วย น้ำ 40 กรัม น้ำตาลทรายขาว 30 กรัม ลำไยสดปั่นละเอียด 30 กรัม วุ้นผง 1 กรัม และแป้งท้าวยายม่อม 0.5 กรัม ตามลำดับ วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ตารางที่ 52) พบว่า มีความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และ คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 15.00 0.78 0.45 0.38 และ 83.39 ตามลำดับ การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในวุ้นกรอบลำไยเป็นไปตามมาตรฐาน (ตารางที่ 53) คือไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคที่เป็นอันตรายเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด สามารถบริโภคได้ การวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระทั้งหมดในลำไยอบแห้งก่อนการเก็บรักษา แสดงค่าเป็น TEAC (trolox equivalent antioxidant capacity) พบว่า ปริมาณ 29.04 mg TEAC/100g หลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมีค่าลดลงเล็กน้อย ซึ่งสมบัติสำคัญของลำไยเมื่อนำไปให้ความร้อน ที่

อุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส จะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (ศรัณยา, 2550)

ตารางที่ 52 องค์ประกอบทางเคมีของวุ้นกรอบลำไย

องค์ประกอบทางเคมี	**ค่าเฉลี่ยวุ้นกรอบลำไย**	**มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 1221/2559) วุ้นกรอบ**
ความชื้น (ร้อยละ)	15.00 (g/100g)	-
โปรตีน (ร้อยละ)	0.78 (g/100g)	-
ไขมัน (ร้อยละ)	0.45 (g/100g)	-
เถ้า (ร้อยละ)	0.38 (g/100g)	-
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	83.39 (g/100g)	-
วอเตอร์แอกทิวิตี (water activity)	0.59	0.6
พลังงาน	328.18 Kcal/100g	
Total Antioxidant (Trolox)	29.04 mg eq Trolox/100g	

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวน 3 ซ้ำ

ตารางที่ 53 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของวุ้นกรอบลำไย

ปัจจัยคุณภาพ	**วุ้นกรอบลำไย**	**มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 1221/2559) วุ้นกรอบ**
จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	< 250 (CFU/g)	< 1x 10^6 (CFU/g)
ยีสต์และรา	< 100 (CFU/g)	< 100 (CFU/g)
Salmonella	ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม	ไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม
Staphylococcus aureus	< 10 (CFU/g)	< 10 (CFU/g)
Escherichia coli	< 3 (MPN/g)	< 3 (MPN/g)

6.4 ผลของวิธีการทำแห้งและอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อคุณภาพของวุ้นกรอบลำไย

ตารางที่ 54 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบคุณภาพของวุ้นกรอบลำไยที่ใช้วิธีทำแห้งด้วยการตากแดด และการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส พบว่า การอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสช่วยยืดอายุการเก็บรักษาวุ้นกรอบได้อย่างน้อยประมาณ 3 เดือน หากต้องการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อจำหน่ายเป็นสินค้าที่มีอายุการเก็บที่ยาวนานขึ้นอาจจะมีการพัฒนารูปแบบของวิธีการบรรจุและบรรจุภัณฑ์ที่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เช่น การบรรจุแบบดัดแปรบรรยากาศ (modified atmosphere packaging) เป็นต้น

ตารางที่ 54 เปรียบเทียบคุณภาพของวุ้นกรอบลำไยที่ใช้วิธีทำแห้งด้วยการตากแดด และการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 30 องศาเซลเซียส

วิธีการทำแห้งและการเก็บรักษา	จำนวนวันที่เก็บรักษา								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
ตากแดด 4 วัน เก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	-	+	+	+	+	+	+	+	+
ตากแดด 4 วัน เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	-	-	-	+	+	+	+	+	+
อบแห้งที่ 70 องศาเซลเซียส เก็บที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส	-	-	+	+	+	+	+	+	+
อบแห้งที่ 70 องศาเซลเซียส เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส	-	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: - หมายถึง ปกติ + หมายถึง พบความผิดปกติ เช่น พบเชื้อหาขึ้นอย่างชัดเจน เกิดกลิ่นเน่าเสีย

7. การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตแยมลำไย

แยม เป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากจากผลไม้ซึ่งอาจเป็นผลไม้ทั้งผล ผลไม้เป็นชิ้น เนื้อผลไม้ หรือผลไม้ปั่นผสมกับน้ำตาลหรือ สารให้ความหวานชนิดอื่น จะผสมน้ำผลไม้หรือน้ำผลไม้เข้มข้นด้วยก็ได้ มีลักษณะเป็นเจล (gel) แยมมีลักษณะกึ่งเหลวมีความข้นเหนียวพอเหมาะ สามารถปาดหรือทาบนขนมปังได้ การแปรรูปแยมเป็นการถนอมอาหารโดยการใช้น้ำตาลความเข้มข้นสูงเพื่อลดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ และมีค่า pH ต่ำ เพื่อป้องกันการเจริญของจุลินทรีย์ คุณภาพหรือมาตรฐานของแยม ควรมีกลิ่นรสตามลักษณะเฉพาะของแยม มีสารที่ละลายได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 (หรือ 65 องศาบริกซ์) ของน้ำหนัก มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 2.8 ถึง 3.5 ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ไม่มีสารเป็นพิษจากจุลินทรีย์หรือสารเป็นพิษอื่นในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

จากผลการทดลองศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตแยมลำไย พบว่า แยมสูตรที่ 2 เป็นสูตรที่เหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นแยมลำไยมากที่สุด โดยแยมมีสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมลำไยและกลิ่นเลมอน เนื้อสัมผัสเหมือนแยมผลไม้ทั่วไป ไม่ข้นและเหลวจนเกินไป การป้ายทาดี มีค่าความหวานประมาณ 65 องศาบริกซ์ และค่าความเป็นกรดด่าง 3 โดยความหวานและความเป็นกรดด่างของแยมลำไยจะแปรผันตามวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิต คือ เนื้อลำไยและเลมอน เพื่อควบคุมให้แยมมีคุณภาพสม่ำเสมอในการผลิตทุกครั้งควรวัดค่าความหวานและความเป็นกรดด่างของวัตถุดิบเริ่มต้นและผลิตภัณฑ์ด้วย (ตารางที่ 55 และภาพที่ 25) เมื่อนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 30 คน พบกว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับในผลิตภัณฑ์แยมลำไยในระดับชอบปานกลาง ซึ่งให้คะแนนความชอบรวมเฉลี่ย 7.43 คะแนน (ตารางที่ 56) แยมลำไยที่ผลิตได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ ที่ได้จากลำไยและเลมอน

ตารางที่ 55 คุณภาพของแยมลำไย

คุณภาพของแยม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้	แยมมีสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมลำไยเล็กน้อย มีกลิ่นเลม่อนชัดเจน เนื้อสัมผัสเหลวมาก การป้ายทาไม่ดีเท่าที่ควร	แยมมีสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมลำไยและกลิ่นเลมอน เนื้อสัมผัสเหมือนแยมผลไม้ทั่วไป ไม่ข้นและเหลวจนเกินไป การป้ายทาดี	แยมมีสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมลำไยชัดเจน เนื้อสัมผัสเหนียวข้นเกินไป ป้ายทายาก เหมาะแก่การนำไปผลิตลำไยกวน
ความหวาน (องศาบริกซ์)	54	65	69
ค่าความเป็นกรดด่าง	2.8	3.0	3.4

ภาพที่ 25 ลักษณะของแยมลำไย

ตารางที่ 56 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแยมลำไย

แยมลำไย	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
คะแนน	7.23±0.68	7.03±0.76	7.30±0.99	7.23±0.77	7.43±0.86

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน

8. การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตขนมถ้วยฟูลำไย

ขนมถ้วยฟู ที่ทำมาจากแป้งข้าวเจ้า น้ำตาล น้ำ และ หัวเชื้อ ส่วนผสมที่ลงตัว จะทำให้แป้งขนมถ้วยฟูขยายตัวฟูขึ้นมา และความพอดีของ ปริมาณน้ำในลังถึง กับ ความร้อนสม่ำเสมอของไฟในเตา มีส่วนสำคัญช่วยให้ขนมถ้วยฟูหน้าแตกได้ 3 ถึง 4 แฉก ทั่วถึง ทุกถ้วย ไม่ว่า จะเป็นถ้วยชา หรือ ถ้วยตะไล เล็ก ๆ นอกจากนี้ยังมีการผลิตขนมถ้วยฟู สูตรหน้าไม่แตก จะเป็นขนมถ้วยฟู ที่พบในประเทศแถบอาเซียน เช่น เวียตนาม และมาเลเซีย มักเป็นสูตรลูกผสม และใส่กะทิ ทำออกมาเป็นถาดกลม ตัดเป็นชิ้นเหมือนกับการตัดเค้ก เนื้อในขนมมีโพลงถี่ๆ และ หน้าขนมถ้วยฟูไม่แตก (นิรนาม, 2556)

จากผลการทดลองศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตขนมถ้วยฟูลำไย พบว่า แยมสูตรที่ 2 เป็นสูตรที่เหมาะสมในการนำมาผลิตเป็นขนมถ้วยฟูลำไยมากที่สุด โดยลักษณะเหมือนขนมถ้วยฟูสูตรหน้าไม่แตก มีกลิ่นลำไยและกะทิ เนื้อสัมผัสคล้ายขนมตาล (ตารางที่ 57 และภาพที่ 26) เมื่อนำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 30 คน พบกว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับในผลิตภัณฑ์แยมลำไยในระดับชอบปานกลาง ซึ่งให้คะแนนความชอบรวมเฉลี่ย 7.63 คะแนน (ตารางที่ 58) สารที่มีส่วนช่วยในการขึ้นฟู (leavening agent) ในขนมถ้วยฟูลำไยคือผงฟูและยีสต์ ผงฟูเป็นสารเคมีผสมประกอบด้วย เบกกิ้งโซดา (baking soda) หรือโซเดียมไบคาร์บอเนต ส่วนประกอบหลักของผงฟูประกอบด้วย กรดหรือเกลือของกรด โดยกรดจะทำปฏิกิริยากับโซเดียมไบคาร์บอเนต ก่อนหรือระหว่างการอบ ได้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สารป้องกันการรวมตัวเป็นก้อน (anticaking agent) เช่น แป้งข้าวโพด มีหน้าที่เป็นสารป้องกันไม่ให้ผงฟูดูดความชื้น และเกาะตัวเป็นก้อนระหว่างการเก็บรักษา และป้องกันไม่ให้ส่วนผสมที่เป็นกรด และด่างทำปฏิกิริยากันก่อนการใช้งาน ผงฟูที่ใช้ในขนมถ้วยฟูลำไยเป็นผงฟูกำลังสอง (double acting baking powder) ที่มีส่วนผสมของกรด 2 ประเภท ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับเบกกิ้งโซดา เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิต่างกัน คือประเภทที่เกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งจะทำให้ขึ้นฟูในขั้นตอนการผสม และการหมักแป้ง และอีกประเภทหนึ่งเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูง จะทำให้ขนมขึ้นฟูอีกครั้งในขณะนึ่ง เช่น โซเดียมไพโรฟอสเฟต โซเดียมอลูมิเนียมซัลเฟต ในส่วนของยีสต์ (yeast) ยีสต์ที่ใช้เป็นเพื่อให้เกิดการขึ้นฟูในผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยฟูคือ ยีสต์แห้ง สายยีสต์พันธุ์ที่ใช้คือ *Saccharomyces cerevisiae* ทำให้ขนมปังขึ้นฟู โดยการเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2559)

ตารางที่ 57 ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้ของขนมถ้วยฟูลำไย

ลักษณะปรากฏที่สังเกตได้		
สูตรที่ 1	**สูตรที่ 2**	**สูตรที่ 3**
ลักษณะปรากฏเหมือนขนมถ้วยฟูทั่วไป มีกลิ่นกะทิชัดเจน ไม่มีกลิ่นของลำไย	ลักษณะเหมือนขนมถ้วยฟูสูตรหน้าไม่แตก มีกลิ่นลำไยและกะทิ เนื้อสัมผัสคล้ายขนมตาล	การขึ้นฟูของขนมต่ำ มีกลิ่นลำไยชัดเจน เนื้อสัมผัสแน่นมากเกินไป ไม่นุ่มฟู

ภาพที่ 26 ลักษณะของขนมถ้วยฟูลำไย

ตารางที่ 58 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมถ้วยฟูลำไย

ขนมถ้วยฟูลำไย	ลักษณะปรากฏ	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
คะแนน	7.53±0.73	7.27±0.64	7.60±1.00	7.33±0.66	7.63±0.85

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1) ลำไยอบแห้งสำหรับริโภคเป็นอาหารว่าง ซึ่งต้องการสีเหลืองทองน่ารับประทาน เนื้อสัมผัสไม่แห้งแข็งเกินไป ควรใช้อุณหภูมิต่ำในการอบคือช่วง 50-60 องศาเซลเซียส แต่หากต้องการให้ลำไยอบแห้งมีปริมาณความชื้นต่ำ เก็บรักษาได้นานขึ้น หรือต้องการนำไปแปรรูปในลักษณะของลำไยผง ควรอบด้วยอุณหภูมิสูง 70-80 องศาเซลเซียส องค์ประกอบทางเคมีของลำไยอบแห้ง มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 10.63, 6.86, 0.59, 3.41 และ 78.51 ตามลำดับ ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระทั้งหมด 215.08 มิลลิกรัม Trolox ต่อ 100 กรัม

2) สูตรที่เหมาะสมในการผลิตผงปรุงรสลำไยเพื่อสุขภาพ ประกอบด้วย เกลือโซเดียมคลอไรด์ 15 กรัม โพแทสเซียมคลอไรด์ 5 กรัม น้ำตาล 28 กรัม ลำไยผง 32 กรัม เนื้อปลาผง 16 กรัม พริกไทยผง 2 กรัม และกระเทียมผง 2 กรัม ด้านคุณค่าทางโภชนาการของผงปรุงรส พบว่า มีปริมาณโปรตีนสูงถูงร้อยละ 12.50 และมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ 535.46 มิลลิกรัม Trolox ต่อ 100 กรัม

3) สูตรที่เหมาะสมในการผลิตขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ พบว่า ตัวขนมถ้วยประกอบด้วย น้ำร้อยละ 15.8 น้ำตาลทรายแดงร้อยละ 20.3 ลำไยสดปั่นละเอียดร้อยละ 54.0 แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 9.0 และแป้งมันสำปะหลังร้อยละ 1.0 การใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในอัตราส่วน 50:50 เป็นสูตรที่เหมาะสมในการผลิตหน้าขนม เนื่องจากให้ลักษณะปรากฏที่ดี ส่วนหน้าของขนมไม่แห้ง สามารถสังเกตการแตกมันย่นเป็นคลื่นในอัตราส่วนผสมที่ลงตัวระหว่างนมถั่วเหลืองและหัวกะทิ เนื้อสัมผัสนุ่ม ไม่แข็งกระด้าง หรือเป็นไต ตัวและหน้าขนมสามารถเชื่อมประสานกันใกล้เคียงกับสูตรควบคุม ไม่เกิดการแยกชั้น ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม

4) การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำลำไยเห็ดหลินจือเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ โดยสูตรที่ไม่มีการเติมน้ำตาลทรายเพิ่มเหมาะสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่ชอบรสชาติหวานน้อย ส่วนกลุ่มที่ชอบรสหวานสามารถเติมน้ำตาลร้อยละ 5-10

5) สูตรที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นลำไย ประกอบด้วย น้ำตาลทราย 15.0 กรัม น้ำ 62.5 กรัม ลำไยสดปั่นละเอียด 22.5 กรัม และผงวุ้น 1 กรัม ซึ่งเป็นสูตรที่ให้ลักษณะปรากฏที่ดี สีขาวขุ่นเล็กน้อย มีกลิ่นหอมลำไย รสหวานปานกลาง เนื้อสัมผัสเหมือนวุ้นทั่วไป

6) สูตรที่เหมาะสมในการผลิตวุ้นกรอบลำไย ประกอบด้วย น้ำตาลทราย 30 กรัม น้ำ 40 กรัม ลำไยสดปั่นละเอียด 30 กรัม ผงวุ้น 1 กรัม และ แป้งท้าวยายม่อม 0.5 กรัม ซึ่งเป็นสูตรที่ให้ลักษณะปรากฏที่ดี กรอบนอก นุ่มใน ใกล้เคียงกับวุ้นกรอบทั่วไป ไม่แข็งกระด้าง สีออกเหลืองอ่อน มีกลิ่นหอมลำไยชัดเจน อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบวุ้นคือ 70 องศาเซลเซียส องค์ประกอบทางเคมีของวุ้นกรอบลำไย มีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และ คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 15.00 0.78 0.45 0.38 และ 83.39 ตามลำดับ

7) สูตรที่เหมาะสมในการผลิตแยมลำไย ประกอบด้วย น้ำตาลทราย 200 กรัม น้ำ 50 กรัม ลำไยสด 200 กรัม และ เลมอน 30 กรัม ผลิตภัณฑ์แยมที่ผลิตได้มีสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมลำไยและกลิ่นเลมอน เนื้อสัมผัสเหมือนแยมผลไม้ทั่วไป ไม่ข้นและเหลวจนเกินไป การป้ายทาดี มีค่าความหวานประมาณ 65 องศาบริกซ์ และค่าความเป็นกรดด่าง 3

8) สูตรที่เหมาะสมในการผลิตแยมลำไย ประกอบด้วย น้ำตาลทราย 40 กรัม แป้งเค้ก 65 กรัม ลำไยสด 50 กรัม ผงฟู 1 กรัม ยีสต์แห้ง 1 กรัม และ หัวกะทิ 50 กรัม ผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยฟูลำไยที่ผลิตได้มีลักษณะเหมือนขนมถ้วยฟูสูตรหน้าไม่แตก มีกลิ่นลำไยและกะทิ เนื้อสัมผัสคล้ายขนมตาล

ข้อเสนอแนะ

1. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของตลาด
2. การศึกษาการเพิ่มอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย
3. การพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์ให้ความน่าสนใจ ตรงกับความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน
4. การพัฒนาเครื่องมือเครื่องจักร ที่เหมาะสมกับการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย

ผลผลิต (Output)

1) การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว” ณ หอประชุมอำเภอคลองหาด จ. สระแก้ว

2) การนำเสนอผลงานทางวิชาการในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ เรื่อง “A Study of Coconut Milk Substitution by Soy Milk in Kanomtuay Product” (poster presentation) ในงาน Food Innovation Asia Conference 2017 (Innovative Food Science and Technology for Mankind: Empowering Research for Health and Aging Societ) ระหว่างวันที่ 15-17 มิถุนายน พ.ศ. 2060 ไบเทคบางนา กรุงเทพ

3) การนำเสนอผลงานทางวิชาการในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ เรื่อง “Effect of Sodium chloride Replacement with Potassium chloride on Qualities of Longan Seasoning Powder” (poster presentation) ในงาน ICFSN 2017 : 19th International Conference on Food Security and Nutrition บาหลี ประเทศอินโดนีเซีย ระหว่างวันที่ 23 – 24 ตุลาคม พ.ศ. 2560

A Study of Coconut Milk Substitution by Soy Milk in Kanomtuay Product

Abstract

Kanomtuay is a steamed coconut milk custard pudding which has two layers in tiny porcelain bowl. The lower layer is sweet and contains coconut milk concentrate. The upper layer is sweet, oily and slightly salty. This research aimed to optimize the ingredient to produce lower and upper layers of low-fat kanomtuay. The nine formulations of lower layer comprised of water, sugar and fresh longan juice were studied by using Mixture Design. The studies ranges of water, sugar and fresh longan juice were 0-70%, 0-30% and 0-100%, respectively. Sensory evaluation by 30 untrained panelists using 9 point hedonic scale was conducted. It was found that the suitable formulation of lower layer was 17.5% water, 22.5% sugar and 60% fresh longan juice. Sensory evaluation showed that it had the highest score of taste, texture and overall liking (7.80±0.66). Furthermore, the suitable ratio of coconut milk substitution by soy milk in kanomtuay was studied. The coconut milk was replaced by soy milk on the upper layer of kanomtuay at 0, 25, 50, 75 and 100%. The result indicated that 50% substitution of soy milk showed a good appearance of kanomtuay. The upper layer had canary yellow color, moderately oily fracture and soft texture. Moreover, there was no separation between lower layer and upper layer of kanomtuay. It had overall liking score of 7.23±0.63. In comparison with control, 50% soy milk substitution had fat content of 2.25%±0.02 less than that of control (5.42%±0.01). Therefore, the use of 50% soy milk substitution can reduce fat content in the formulation of kanomtuay. Moreover, the result showed that kanomtuay was still in good condition for 7 days at 4 ^{0}C. The amount of microorganisms was less than 1x10^{4} (CFU/g). In conclusion, reduced fat kanomtuay product is an interesting new alternative for consumers who are health-conscious.

Keywords: kanomtuay, coconut milk, soy milk, longan juice, fat

การศึกษาการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในผลิตภัณฑ์ขนมถ้วย

บทคัดย่อ

ขนมถ้วยเป็นขนมนึ่งที่มีส่วนผสมของกะทิบรรจุอยู่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบขนาดเล็ก ตัวขนมแบ่งเป็นสองชั้น ตัวแป้งชั้นล่างมีรสหวาน ส่วนหน้าของขนมมีรสหวาน มัน และเค็มเล็กน้อยของกะทิเข้มข้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตตัวและหน้าขนมถ้วยไขมันต่ำ วางแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์ ส่วนประกอบหลักของตัวขนมจำนวน 9 สูตร ประกอบด้วย น้ำ น้ำตาล และน้ำลำไยสด ร้อยละ 0-70, 0-30 และ 0-100 ตามลำดับ ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสกับผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 30 คน ด้วยวิธีทดสอบความชอบ (Hedonic test) พบว่า สูตรที่เหมาะสมในการผลิตตัวขนมคือสูตรที่มีน้ำ น้ำตาล และน้ำลำไยสด ร้อยละ 17.5 22.5 และ 60 ตามลำดับ เป็นสูตรที่ได้คะแนนการยอมรับด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงที่สุด (7.80+0.66) จากนั้นศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการใช้นมถั่วเหลืองทดแทนกะทิในส่วนหน้าของขนมถ้วย โดยศึกษาผลของการน้ำนมถั่วเหลืองทดแทนกะทิส่วนหน้าของขนมถ้วย ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 ตามลำดับ พบว่า หน้าขนมถ้วยที่ทดแทนกะทิด้วยนมถั่วเหลืองในอัตราส่วนร้อยละ 50 ให้ลักษณะปรากฏที่ดีของขนมถ้วยที่ดี คือ บริเวณผิวหน้าขนมสีเหลืองอ่อน แตกมันปานกลาง เนื้อสัมผัสนิ่ม ไม่มีการแยกชั้นระหว่างผิวหน้าขนมและตัวขนม ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับรวมในระดับชอบปานกลางที่ 7.23±0.63 คะแนน การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีระหว่างสูตรสูตรควบคุม (control) กับสูตรที่มีการทดแทนกะทิด้วยนมถั่วเหลืองร้อยละ 50 พบว่า ปริมาณไขมันลดลงแปรผกผันกับปริมาณโปรตีนที่เพิ่มขึ้น โดยสูตรที่มีการทดแทนกะทิร้อยละ 50 มีปริมาณไขมัน 2.25±0.02 น้อยกว่าสูตรควบคุม (5.42±0.01) นอกจากนี้การเก็บขนมถ้วยที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่า ขนมถ้วยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า $1x10^4$ (CFU/g) ไม่มีเชื้อรา ค่าความเป็นกรดด่าง และค่าสีของขนมถ้วยอยู่ในระดับปกติ ยังไม่เกิดการเน่าเสีย ดังนั้นผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยไขมันต่ำจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ

คำสืบค้น: ขนมถ้วย กะทิ ถั่วเหลือง น้ำลำไย ไขมัน

A Study of Coconut Milk Substitution by Soy Milk in Kanomtuay Product

Narin Charoenphun[1*], Jirawan Kiawvijit[1], Suwanee Deeharing [1],
Chiporn Phaephiromrat[2] and Praopen Rattanadee[3]

[1]Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo 27160, Thailand.
[2]Khlong Hat District Office, Khlong Hat, Sakaeo 27260 Thailand.
[3]Trat Community College, Mueang Trat District, Trat 23000, Thailand

* Corresponding author: (E-mail: narinch@buu.ac.th)

Introduction

Kanomtuay is a steamed coconut milk custard pudding which has two layers in tiny porcelain bowl. The lower layer is sweet and contains coconut milk concentrate. The upper layer is sweet, oily and slightly salty. This research aimed to optimize the ingredient to produce lower and upper layers of low-fat kanomtuay.

Methods

The nine formulations of lower layer comprised of water, sugar and fresh longan juice were studied by using Mixture Design. The studies ranges of water, sugar and fresh longan juice were 0-70%, 0-30% and 0-100%, respectively. Sensory evaluation by 30 untrained panelists using 9 point hedonic scale was conducted.

Results and Discussion

It was found that the suitable formulation of lower layer was 17.5% water, 22.5% sugar and 60% fresh longan juice. Sensory evaluation showed that it had the highest score of taste, texture and overall liking (7.80±0.66). Furthermore, the suitable ratio of coconut milk substitution by soy milk in kanomtuay was studied. The coconut milk was replaced by soy milk on the upper layer of kanomtuay at 0, 25, 50, 75 and 100%. The result indicated that 50% substitution of soy milk showed a good appearance of kanomtuay. The upper layer had canary yellow color, moderately oily fracture and soft texture. Moreover, there was no separation between lower layer and upper layer of kanomtuay. It had overall liking score of 7.23±0.63. In comparison with control, 50% soy milk substitution had fat content of 2.25%±0.02 less than that of control (5.42%±0.01). Therefore, the use of 50% soy milk substitution can reduce fat content in the formulation of kanomtuay (Table 1). Moreover, the result showed that kanomtuay was still in good condition for 7 days at 4 ^{0}C. The amount of microorganisms was less than 1x10^{4} (CFU/g).

Table 1 Chemical composition of kanomtuay

Chemical composition	Coconut milk: Soy milk (100:0)	Coconut milk: Soy milk (50:50)
Moisture	65.48±0.04	63.24±0.05
Protein	1.65±0.02	5.35±0.03
Fat	5.42±0.01	2.35±0.02
Ash	2.10±0.04	4.51±0.02
Total carbohydrate	25.35±0.02	24.55±0.04

Conclusion

In conclusion, reduced fat kanomtuay product is an interesting new alternative for consumers who are health-conscious.

Acknowledgment

This work was financially supported by the Research Grant of Burapha University through the Research and Innovation for Technology Transfer to Community Foundations of Thailand (Grant no. 5/2560)

FIAC 2017 : Innovative Food Science and Technology for Mankind:
Empowering Research for Health and Aging Society (June 15 - 17, 2017 Bangkok, Thailand)

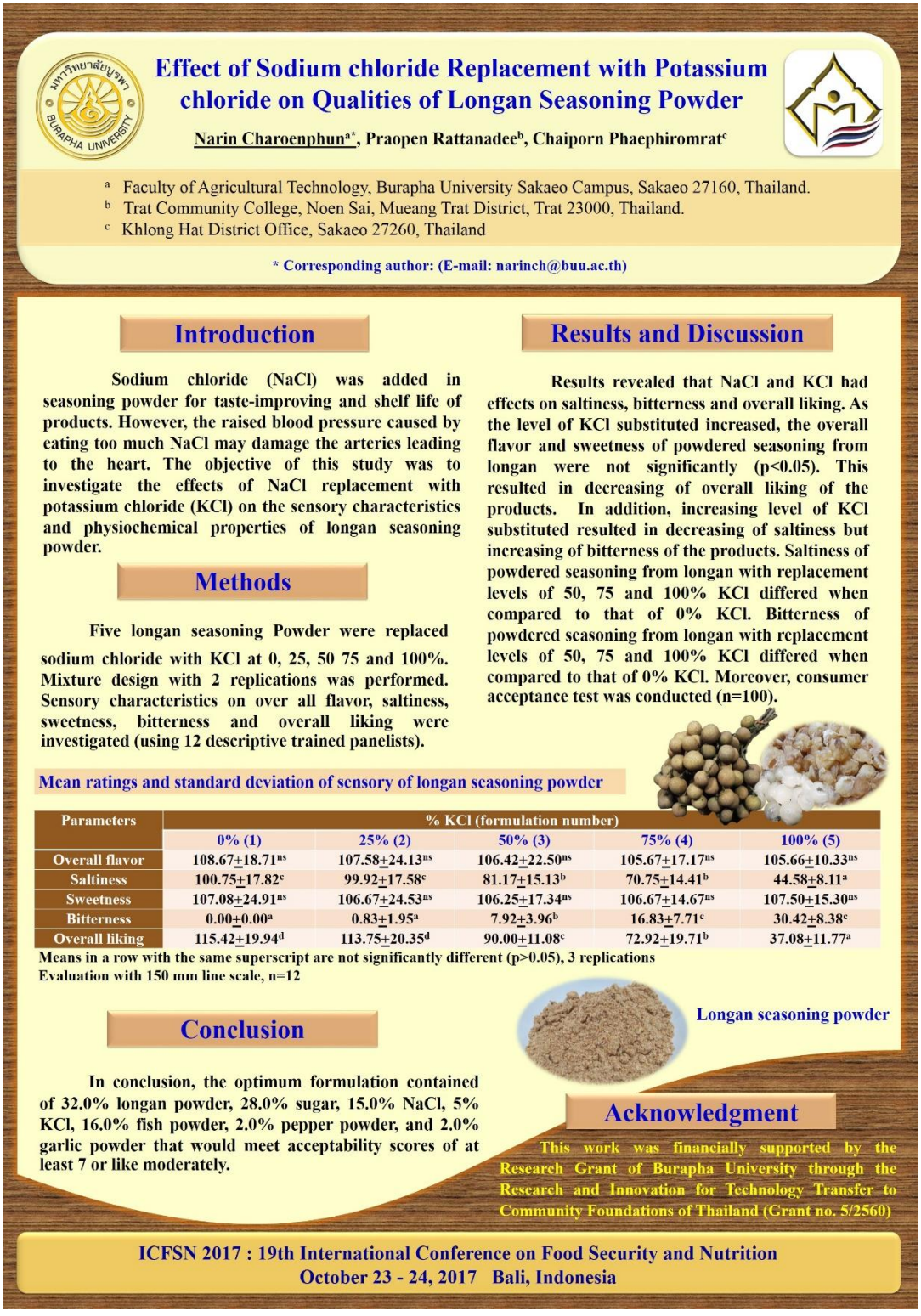
ภาพที่ 27 การนำเสนอผลงานทางวิชาการในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ เรื่อง “A Study of Coconut Milk Substitution by Soy Milk in Kanomtuay Product” (poster presentation)

Effect of Sodium chloride Replacement with Potassium chloride on Qualities of Longan Seasoning Powder

Abstract

Sodium chloride (NaCl) was added in seasoning powder for taste-improving and shelf life of products. However, the raised blood pressure caused by eating too much NaCl may damage the arteries leading to the heart. The objective of this study was to investigate the effects of NaCl replacement with potassium chloride (KCl) on the sensory characteristics and physiochemical properties of longan seasoning powder. Five longan seasoning Powder were replaced sodium chloride with KCl at 0, 25, 50 75 and 100%. Mixture design with 2 replications was performed. Sensory characteristics on over all flavor, saltiness, sweetness, bitterness and overall liking were investigated (using 12 descriptive trained panelists). Results revealed that NaCl and KCl had effects on saltiness, bitterness and overall liking. As the level of KCl substituted increased, the overall flavor and sweetness of powdered seasoning from longan were not significantly ($p < 0.05$). This resulted in decreasing of overall liking of the products. In addition, increasing level of KCl substituted resulted in decreasing of saltiness but increasing of bitterness of the products. Saltiness of powdered seasoning from longan with replacement levels of 50, 75 and 100% KCl differed when compared to that of 0% KCl. Bitterness of powdered seasoning from longan with replacement levels of 50, 75 and 100% KCl differed when compared to that of 0% KCl. Moreover, consumer acceptance test was conducted (n=100). In conclusion, the optimum formulation contained of 32.0% longan powder, 28.0% sugar, 15.0% NaCl, 5% KCl, 16.0% fish powder, 2.0% pepper powder, and 2.0% garlic powder that would meet acceptability scores of at least 7 or like moderately.

Keywords— longan, seasoning, NaCl, KCl



Effect of Sodium chloride Replacement with Potassium chloride on Qualities of Longan Seasoning Powder

Narin Charoenphun[a*], Praopen Rattanadee[b], Chaiporn Phaephiromrat[c]

[a] Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo 27160, Thailand.
[b] Trat Community College, Noen Sai, Mueang Trat District, Trat 23000, Thailand.
[c] Khlong Hat District Office, Sakaeo 27260, Thailand

* Corresponding author: (E-mail: narinch@buu.ac.th)

Introduction

Sodium chloride (NaCl) was added in seasoning powder for taste-improving and shelf life of products. However, the raised blood pressure caused by eating too much NaCl may damage the arteries leading to the heart. The objective of this study was to investigate the effects of NaCl replacement with potassium chloride (KCl) on the sensory characteristics and physiochemical properties of longan seasoning powder.

Methods

Five longan seasoning Powder were replaced sodium chloride with KCl at 0, 25, 50 75 and 100%. Mixture design with 2 replications was performed. Sensory characteristics on over all flavor, saltiness, sweetness, bitterness and overall liking were investigated (using 12 descriptive trained panelists).

Results and Discussion

Results revealed that NaCl and KCl had effects on saltiness, bitterness and overall liking. As the level of KCl substituted increased, the overall flavor and sweetness of powdered seasoning from longan were not significantly ($p<0.05$). This resulted in decreasing of overall liking of the products. In addition, increasing level of KCl substituted resulted in decreasing of saltiness but increasing of bitterness of the products. Saltiness of powdered seasoning from longan with replacement levels of 50, 75 and 100% KCl differed when compared to that of 0% KCl. Bitterness of powdered seasoning from longan with replacement levels of 50, 75 and 100% KCl differed when compared to that of 0% KCl. Moreover, consumer acceptance test was conducted (n=100).

Mean ratings and standard deviation of sensory of longan seasoning powder

Parameters	% KCl (formulation number)				
	0% (1)	25% (2)	50% (3)	75% (4)	100% (5)
Overall flavor	108.67±18.71^{ns}	107.58±24.13^{ns}	106.42±22.50^{ns}	105.67±17.17^{ns}	105.66±10.33^{ns}
Saltiness	100.75±17.82^{c}	99.92±17.58^{c}	81.17±15.13^{b}	70.75±14.41^{b}	44.58±8.11^{a}
Sweetness	107.08±24.91^{ns}	106.67±24.53^{ns}	106.25±17.34^{ns}	106.67±14.67^{ns}	107.50±15.30^{ns}
Bitterness	0.00±0.00^{a}	0.83±1.95^{a}	7.92±3.96^{b}	16.83±7.71^{c}	30.42±8.38^{c}
Overall liking	115.42±19.94^{d}	113.75±20.35^{d}	90.00±11.08^{c}	72.92±19.71^{b}	37.08±11.77^{a}

Means in a row with the same superscript are not significantly different ($p>0.05$), 3 replications
Evaluation with 150 mm line scale, n=12

Longan seasoning powder

Conclusion

In conclusion, the optimum formulation contained of 32.0% longan powder, 28.0% sugar, 15.0% NaCl, 5% KCl, 16.0% fish powder, 2.0% pepper powder, and 2.0% garlic powder that would meet acceptability scores of at least 7 or like moderately.

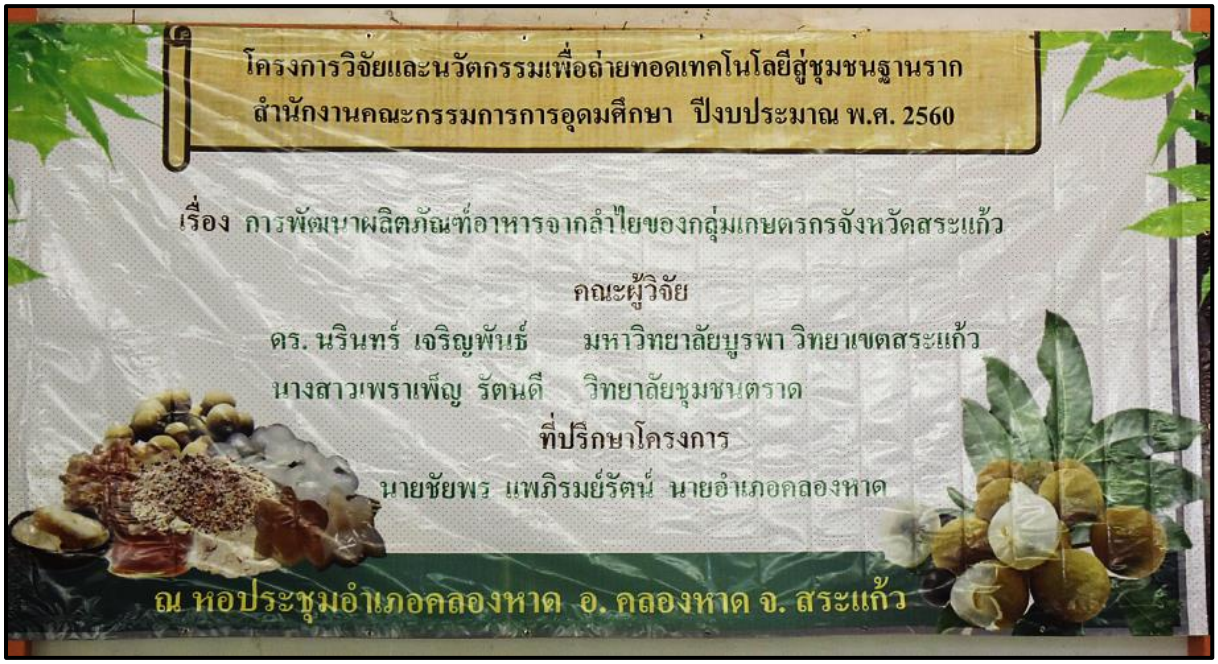
Acknowledgment

This work was financially supported by the Research Grant of Burapha University through the Research and Innovation for Technology Transfer to Community Foundations of Thailand (Grant no. 5/2560)

ICFSN 2017 : 19th International Conference on Food Security and Nutrition
October 23 - 24, 2017 Bali, Indonesia

ภาพที่ 28 การนำเสนอผลงานทางวิชาการในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ เรื่อง “Effect of Sodium chloride Replacement with Potassium chloride on Qualities of Longan Seasoning Powder” (poster presentation)

การฝึกอบรมโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
เรื่อง "การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว"
ณ หอประชุมอำเภอคลองหาด จ. สระแก้ว



ภาพบรรยากาศการดำเนินกิจกรรมของโครงการ

ภาพที่ 29 บรรยากาศการลงทะเบียนของผู้เข้าร่วมอบรม ณ หอประชุมอำเภอคลองหาด จ. สระแก้ว

ภาพที่ 30 บรรยากาศการถ่ายภาพหมู่ร่วมกันของผู้เข้ารับการฝึกอบรม

ภาพที่ 31 บรรยากาศการบรรยายโดยคณะผู้วิจัย

ภาพที่ 32 บรรยากาศการบรรยายโดยคณะผู้วิจัย

ภาพที่ 33 ภาพบรรยากาศการฝึกปฏิบัติการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย

ภาพที่ 34 ภาพบรรยากาศการฝึกปฏิบัติการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย

ภาพที่ 35 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย

สรุปผลการจัดกิจกรรมจากแบบการประเมินความพึงพอใจ

การฝึกอบรมโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว” ณ หอประชุมอำเภอคลองหาด ในวันเสาร์ ที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยคือเพื่อหาผลิตภัณฑ์ต้นแบบและจุดเด่นของผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีกายภาพ และหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตลำไยอบแห้ง ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยเพื่อสุขภาพ พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารต้นแบบ ทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสต่อการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยเพื่อสุขภาพ และถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้จากโครงการวิจัยต่อกลุ่มเกษตรกรในท้องถิ่นจังหวัดสระแก้ว การอบรมในครั้งนี้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปที่ได้มาตรฐานและถูกสุขลักษณะตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ดีในการผลิตอาหาร (จี.เอ็ม.พี.) ส่งเสริมการแปรรูปและเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบ และเพิ่มช่องทางการทำอาชีพ/อาชีพเสริมให้กับผู้ว่างงาน กลุ่มแม่บ้าน กลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มบัณฑิตที่จบการศึกษาใหม่ เยาวชน เกษตรกรและผู้สนใจทั่วไป

โดยการจัดอบรมจำนวน 1 รุ่น สำหรับรุ่นที่ 1 ในวันเสาร์ ที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2560 ณ หอประชุมอำเภอคลองหาด จ. สระแก้ว การอบรมในครั้งนี้เลือกพื้นที่อำเภอคลองหาดเนื่องจากเป็นเขตอำเภอที่มีการปลูกลำไยมากที่สุดในจังหวัดสระแก้ว และผู้เข้าอบรมส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรผู้ปลูกลำไย การดำเนินการเสร็จสิ้นลงด้วยดี ทางคณะผู้วิจัยได้จัดทำประเมินผลการจัดกิจกรรม ได้ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมของโครงการตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นในการเข้าร่วมโครงการ ซึ่งสามารถสรุปผลจากการตอบแบบสอบถามได้ดังนี้

<u>ตอนที่ 1</u> ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม

ผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 30 คน

จำแนกตามเพศเป็นเพศชาย 20 คน เพศหญิง 10 คน

จำแนกตามอายุได้ดังนี้

อายุต่ำกว่า 30 ปี	จำนวน	5	คน
ช่วงอายุ 31-40 ปี	จำนวน	5	คน
ช่วงอายุ 41-50 ปี	จำนวน	14	คน
อายุ 51 ปีขึ้นไป	จำนวน	6	คน

จำแนกตามระดับการศึกษาเป็นประถมศึกษา 4 คน มัธยมศึกษา 18 คน ปวช. 3 คน ปวส. 4 คน และปริญญาตรี 1 คน

จำแนกตามอาชีพเป็นรับราชการ 1 คน ค้าขาย 3 คน เกษตรกร 22 คน รับจ้างทั่วไป 2 คน อื่นๆ 2 คน

<u>ตอนที่ 2</u> ความพึงพอใจในการฝึกอบรม

กำหนดการแปรความหมายของค่าเฉลี่ย $\overline{\chi}$ ดังนี้
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.46-5.00 หมายถึง มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการดำเนินงานในระดับ มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.46-4.45 หมายถึง มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการดำเนินงานในระดับ มาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.46-3.45 หมายถึง มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการดำเนินงานในระดับ ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.46-2.45 หมายถึง มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการดำเนินงานในระดับ น้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.45 หมายถึง มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการดำเนินงานในระดับ น้อยที่สุด

ตารางที่ 59 แสดงจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับของผู้ตอบแบบสอบถามที่แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับรายการประเมินด้านต่างๆ (n = 30)

รายการประเมิน	**ระดับความคิดเห็น**					$\overline{X}$	**SD**	**ระดับ**
	มากที่สุด	**มาก**	**ปานกลาง**	**น้อย**	**น้อยที่สุด**			
ความเหมาะสมของเนื้อหา	11 (36.66)	16 (53.33)	3 (9.99)	0 (0.00)	0 (0.00)	4.27	0.64	มาก
ความรู้ของวิทยากรในหัวข้อ/เรื่องที่บรรยาย	15 (50.00)	15 (50.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	4.50	0.51	มากที่สุด
ความรู้ ความเข้าใจของท่าน **<u>ก่อน</u>**เข้าร่วมการอบรม	0 (0.00)	0 (0.00)	7 (23.33)	20 (66.66)	3 (9.99)	2.13	0.57	น้อย
ความรู้ ความเข้าใจของท่าน **<u>หลัง</u>**เข้าร่วมการอบรม	9 (29.99)	14 (46.66)	7 (23.33)	0 (0.00)	0 (0.00)	4.07	0.74	มาก
ความเหมาะสมของระยะเวลาการฟังบรรยาย	10 (33.33)	12 (39.99)	8 (26.66)	0 (0.00)	0 (0.00)	4.07	0.78	มาก

บรรยากาศในการจัดการบรรยาย	15 (50.00)	14 (46.66)	1 (3.33)	0 (0.00)	0 (0.00)	4.47	0.57	มากที่สุด
ประโยชน์ที่ได้รับจากการฟังบรรยาย	12 (39.99)	16 (53.33)	2 (6.66)	0 (0.00)	0 (0.00)	4.33	0.61	มาก
ความพึงพอใจในภาพรวม	17 (56.66)	12 (39.99)	1 (3.33)	0 (0.00)	0 (0.00)	4.53	0.57	มากที่สุด

จากตารางที่ 58 ซึ่งเป็นตารางแสดงข้อมูลจำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับของความคิดเห็นเกี่ยวกับรายการประเมินด้านต่างๆ ปรากฏผลดังรายละเอียดต่อไปนี้

ผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นเกี่ยวกับรายการประเมินในภาพรวมในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.57 คิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 56.66 ในส่วนความคิดเห็นในแต่ละรายการประเมินปรากฏผล ดังนี้

ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ใช้ในการอบรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลเกษตรท้องถิ่นของจังหวัดสระแก้ว

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า เนื้อหาที่ใช้ในการอบรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลเกษตรท้องถิ่นของจังหวัดสระแก้วมีความเหมาะสมในระดับมาก (53.33) ถึง มากที่สุด (36.66)

ความรู้ของวิทยากรในหัวข้อการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลเกษตรท้องถิ่นของจังหวัดสระแก้ว

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า ความรู้ของวิทยากรในหัวข้อที่บรรยายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลเกษตรท้องถิ่นของจังหวัดสระแก้วในระดับมาก (50.00) ถึง มากที่สุด (50.00)

ความรู้ ความเข้าใจการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลเกษตรท้องถิ่นของจังหวัดสระแก้ว ของผู้เข้าร่วมอบรม<u>ก่อน</u>เข้าร่วมการอบรม

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความรู้ ความเข้าใจการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลเกษตรท้องถิ่นของจังหวัดสระแก้ว ก่อนเข้าร่วมอบรม ในระดับน้อยถึง (66.66) ถึง ปานกลาง (23.33)

ความรู้ ความเข้าใจการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลเกษตรท้องถิ่นของจังหวัดสระแก้ว ของผู้เข้าร่วมอบรม<u>หลัง</u>เข้าร่วมการอบรม

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความรู้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลเกษตรท้องถิ่นของจังหวัดสระแก้วหลังเข้าร่วมอบรม ในระดับมาก (46.66) ถึง มากที่สุด (29.99)

ความเหมาะสมของระยะเวลาในการอบรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลเกษตรท้องถิ่นของจังหวัดสระแก้ว

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า ระยะเวลาการอบรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลเกษตรท้องถิ่นของจังหวัดสระแก้วมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง (39.99) ถึง มากที่สุด (33.33)

บรรยากาศในการจัดอบรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลเกษตรท้องถิ่นของจังหวัดสระแก้ว

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า บรรยากาศในการจัดอบรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลเกษตรท้องถิ่นของจังหวัดสระแก้วในระดับมาก (46.66) ถึง มากที่สุด (50.00)

ประโยชน์ที่ได้รับจากการอบรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลเกษตรท้องถิ่นของจังหวัดสระแก้ว

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า ประโยชน์ที่ได้รับจากการอบรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลเกษตรท้องถิ่นของจังหวัดสระแก้วในระดับมาก (53.33) ถึง มากที่สุด (39.99)

ความพึงพอใจโดยรวมของการอบรมการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตผลเกษตรท้องถิ่นของจังหวัดสระแก้ว

พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความพึงพอใจโดยรวม ในการดำเนินโครงการในครั้งนี้ ในระดับมาก (39.99) ถึง มากที่สุด (56.66)

ข้อเสนอแนะในการอบรม และความคิดเห็นอื่นๆ ที่ผู้เข้าอบรมต้องการเสนอ พบว่า ผู้เข้าอบรมมีความต้องการให้จัดการอบรมเกี่ยวกับการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากลำไยเป็นผลิตภัณฑ์อาหารอื่นๆ ที่หลากหลาย เช่น ไวน์ลำไย เป็นต้น อยากให้มีการจัดทำเป็นซีดีข้อมูลเกี่ยวกับลำไย

รายงานสรุปการเงิน

สัญญาเลขที่ 5/2560

โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยบูรพา

ชื่อโครงการ การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว

Development of Food Product from Longan (*Dimocarpus longan* Lour) for Agriculturist Groups in Sakaeo Province

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน ดร. นรินทร์ เจริญพันธ์

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2560 ถึงวันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2561

ระยะเวลาดำเนินการ 10 เดือน ตั้งแต่วันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2560

<u>รายรับ</u>

จำนวนเงินที่ได้รับ

งวดที่	1	100,000	บาท	เมื่อวันที่ 10 เมษายน 2560
งวดที่	2	116,000	บาท	เมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2560
งวดที่	3	24,000	บาท	เมื่อวันที่ 30 กันยายน 2560
รวม		**240,000**	**บาท**	

<u>รายจ่าย</u>

รายการ	งบประมาณที่ตั้งไว้	งบประมาณที่ใช้จริง	จำนวนเงินคงเหลือ/เกิน
1. ค่าตอบแทน	0	0	0
2. ค่าจ้าง	28,800	28,800	0
3. ค่าวัสดุ	102,200	102,200	0
4. ค่าใช้สอย	85,000	85,000	0
5. ค่าสาธารณูปโภค 10 %	24,000	24,000	0
รวม	**240,000**	**240,000**	**0**

(นางสาวนรินทร์ เจริญพันธ์)

หัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2548. ฐานความรู้ด้านพืชลำไย คืออาหาร คือยา คือคุณค่าที่มากับความหวาน ชื่นใจ. (ออนไลน์) แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/data-agri/LONGAN/1stat/st01.html. (15 สิงหาคม 2559)

กรมวิชาการเกษตร. 2558. คุณภาพของเมล็ดถั่วเหลืองที่มีลักษณะทางกายภาพของเปลือกหุ้มเมล็ดต่างๆ (ออนไลน์) แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th. (8 พฤศจิกายน 2559).

กรมอนามัย. 2535. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กองโภชนาการกระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพมหานคร. (ออนไลน์) แหล่งที่มา: http://nutrition. anamai.moph.go.th. (18 กันยายน 2559)

คลังข้อมูลสารสนเทศลำไยเชิงลึก. 2553. (ออนไลน์) แหล่งที่มา: http://www.arda.or.th/kasetinfo/logan/index.php?option=com_content&view=frontpage (8 พฤษภาคม 2560)

จิราภรณ์ สิริสัณห์ และ ยุพร พืชกมุทร. 2552. การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เลียนแบบกะทิพาสเจอไรส์โดยใช้น้ำนมถั่วเหลือง. คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (31 ตุลาคม 2559).

ชนัญชิดา แซ่ม้า และ วรรณี จิรภาคย์กุล. 2554. ผลของชนิดตัวทำละลายต่อสารระเหยที่สกัดจากน้ำมะพร้าวน้ำหอมเผา. (ออนไลน์) แหล่งที่มา: http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/2555/KC4906067.pdf (7 พฤศจิกายน 2559)

ชรินทร์ เตชะพันธุ์ และ นพพล เล็กสวัสดิ์. 2554. น้ำตาลลำไย. (ออนไลน์) แหล่งที่มา: http://www.thairath.co.th/content/188698. (15 สิงหาคม 2559)

ณัฏฐิกา ศิลาลาย. 2549. ฟลาโวนอยด์ในใบชา: หน้าที่ การใช้ประโยชน์ และการวิเคราะห์. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม. 2: 1-10.

นิดดา หงส์วิวัฒน์ และทวีทอง หงส์วิวัฒน์. 2550. ผลไม้ 111 ชนิด: คุณค่าอาหารและการกิน. สำนักพิพม์แสงแดด. กรุงเทพฯ. 203-205 น.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. 487 น.

นิพัฒน์ สุขวิบูลย์ มนตรี ทศานนท์ นันทรัตน์ ศุภกำเนิด เบญจมาส รัตนชินกร เอกศักดิ์ ฐาปนะดิลก และสุใจ คงคุณากุล. 2547. ลำไย. (ออนไลน์) แหล่งที่มา: http://ag-ebook.lib.ku.ac.th/index.php/component/content/article/581 (8 พฤษภาคม 2560)

นิรนาม. 2556. ขนมถ้วยฟู. (ออนไลน์) แหล่งที่มา: http://eubaan.blogspot.com/2013/2013/02/fermented-rice-cakes.html. (12 สิงหาคม 2559)

บัวเรียม มณีวรรณ์ ทองเลียน บัวจูม เผ่าพงษ์ ปูระณะพงษ์ และ โยธิน นันตา. 2554. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี การย่อยได้ของโภชนะ และพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ของเมล็ดลำไยและเนื้อ

ในเมล็ดลำไยในไก่พื้นเมือง. การประชุมวิชาการนเรศวรวิจัยครั้งที่ 7.

ประสิทธิ์ ภวสันต์. 2557. ไขมันทรานส์ ภัยร้ายที่มาพร้อมความอร่อย. (ออนไลน์) แหล่งที่มา: http://www.thaidentalmag.com. (7 พฤศจิกายน 2559).

ปรัศนี ทับใบแย้ม. 2549. น้ำนมถั่วเหลืองเสริมน้ำลูกเดือยและวุ้นถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาคหกรรมศาสตร์.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปนนท์. 2559. ศูนย์เครือข่ายข้อมูลอาหารครบวงจร (ออนไลน์) แหล่งที่มา: http://www.foodnetworksolution.com. (16 กันยายน 2559).

เพชรรัตน์ ใจบุญ อดิศักดิ์ นาถกรณกุล และ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์. 2550. การศึกษาเปรียบเทียบการอบแห้งลำไยด้วยเทคนิคต่างๆ. การประชุมวิชาการ ด้านพลังงานสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 1. คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ. โรงแรมเดอะทวิน ทาวเวอร์ กรุงเทพฯ.

เพลินใจ ตังคณะกุล. 2545. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของเต้าหู้. วารสารอาหาร, 32: 92-97.

มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์. 2549. การผลิตน้ำลำไยผง ด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย. คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

รัตนา อัตตปัญโญ. 2545. การศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของลำไยกระป๋อง เนื้อลำไยอบแห้งและลำไยอบแห้งทั้งเปลือกที่ทำมาจากลำไยที่ไม่ใช้และลำไยที่ใช้โปแทสเซียมคลอเรต. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

รุ่งทิพย์ วงศ์ต่อม. 2549. การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลในกระบวนการอบแห้งลำไย (*Euphoria longana* Lam.) แบบทั้งผล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหารมหาวิทยาลัยศิลปากร.

วิไล รังสาดทอง. 2546. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ. 477 น.

ศรัณยา ลาภส่งผล. 2550. ผลของสภาวะการอบแห้งต่อสารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสและสารประกอบฟีนอลิคในลำไยอบแห้งพร้อมเปลือกและชาลำไย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยศิลปากร

เศรษฐมันต์ กาญจนกุล. 2555. ลำไยขาว ใน ผลไม้ในเมืองไทย. เศรษฐศิลป์. กรุงเทพฯ. 104 – 105 น.

สำนักงานคุ้มครองพันธุ์พืชแห่งชาติ กรมวิชาการเกษตร. 2545. ฐานข้อมูลเชื้อพันธุ์พืช : ลำไย. (ออนไลน์) แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/pvp/images/stories/top03_doc_vichakarn /longan.pdf (8 พฤษภาคม 2560)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2546. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 1/2546) ขนมไทย

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 342/2547) แยม

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.494/2547) ผงปรุงรสอาหาร

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2550. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 1385/2550) เนื้อลำไยอบแห้ง

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2559. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.1221/2559) วุ้นกรอบ

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2559. ลำไย. (ออนไลน์) แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th./fruits/index.php/2013-01-25-03-34-09?id=154. (15 สิงหาคม 2559)

สุเนตร สืบค้า ธนศิษฏ์ วงศ์ศิริอำนวย สุจิตรา รตนะมโน และระวิน สืบค้า. 2557. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 19: 201-214.

อินท์ธีมา หิรัญอัครวงศ์1 และ วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์. 2558. การใช้ประโยชน์จากน้ำตาลสดในผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบ. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ 3(2) : 109-119.

อุ่นเรือน มหิงษาเดช. 2550. ความสัมพันธ์ของเมล็ดเขียวกับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของถั่วเหลือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

AOAC. 2012. Official methods of analysis of association of official agricultural chemists. 19th edn. Washington, DC.

Duncan, D.B. 1995. Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11: 1–42 (1995).

Kilcast, D. and F. Angus. 2007. Reducing salt in foods: Practical strategies. Woodhead Publishing Limited, England.

Kruangam, S. and Intipunya, P. 2013. A study of sorption isotherm and quality changes during storage of powdered longan cube. Food and Applied Bioscience Journal. 1: 102-111.

Li, L. Xu, J. Mu,Y., Han, L., Liu, R., Cai, Y. and Huang, X. 2015. Chemical characterization and antihyperglycaemic effects of polyphenol enriched longan (*Dimocarpus longan* Lour.) pericarp extracts. Journal of functional foods. 13: 314-322.

Prasad, K.N., Yang, B., Shi, J., Yu, C., Zhao, M., Xue, S. and Jiang, Y. 2010. Enhanced antioxidant and antityrosinase activities of longan fruit pericarp by ultra-high-pressure-assisted extraction. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 51: 471–477.

Rangkadilok, N., Worasuttayayangkurn, L., Bennett, R. and Satayavivad, J. 2005. Identification and quantification of polyphenolic compounds in Longan (*Euphoria longana Lam*.) fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 53: 1387-1392.

Sakamoto, S., Kikkawa, N., Kohno, T., Shimizu, K., Tanaka, H. and Morimoto, S. 2016. Immunochromatographic strip assay for detection of bioactive Ganoderma triterpenoid, ganoderic acid A in Ganoderma lingzhi. Fitoterapia. 114: 51–55.

Soong, Y.Y. and Barlow, P.J. 2006. Quantification of gallic acid and ellagic acid from longan seed and mango kernel and their effects on antioxidant activity. Food Chemistry. 97: 524-530.

Stone, H. 1992. Manual on descriptive analysis testing for sensory evaluation. ASTM International.

Yang, X., Yan, F., Huang, S. and Fu, C. Antioxidant activities of fractions from longan pericarps. Food Science and Technology (Campinas) 34: 341-345 (2014).

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
เรื่อง การวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว

ที่ ๓๙/๒๕๖๐

เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย Sci 002/2560
โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากสำใยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว
หัวหน้าโครงการวิจัย ดร.นรินทร์ เจริญพันธ์
หน่วยงานที่สังกัด คณะเทคโนโลยีการเกษตร

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โครงการวิจัยดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ ไม่มีการล่วงละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดภยันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

๑. เอกสารโครงการวิจัยฉบับภาษาไทย ฉบับที่ ๑ วันที่ ๒๒ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๐
๒. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ ๒ วันที่ ๒๐ เดือน มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐
๓. เอกสารแบบแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย
ฉบับที่ ๑ วันที่ ๒๒ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๐
๔. เอกสารแสดงรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว หรือชุดที่ใช้เก็บข้อมูลจริงจากผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ ๑ วันที่ ๒๒ เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๖๐

การรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ฉบับนี้ มีผลถึงวันที่ ๓๐ เดือน กันยายน พ.ศ. ๒๕๖๐

ออกให้ ณ วันที่ ๒๐ เดือน มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

ลงนาม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจ้งเอี่ยม)
ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยบูรพา

IRB-BUU Form 03

เอกสารแบบแสดงความยินยอม
ของอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัย (Consent Form)

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว

ให้คำยินยอม วันที่..... เดือน..... พ.ศ .....

ก่อนที่จะลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างหรืออาสาสมัครในโครงการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับ การอธิบายถึงวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย วิธีการวิจัย และรายละเอียดต่างๆ ตามที่ระบุในเอกสารข้อมูลสำหรับผู้ร่วมโครงการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ไว้แก่ข้าพเจ้า และข้าพเจ้าเข้าใจคำอธิบายดังกล่าวครบถ้วนเป็นอย่างดีแล้ว

ผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่างๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยเกี่ยวกับการวิจัยนี้ด้วยความเต็มใจ และไม่ปิดบังซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ และมีสิทธิที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ การบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนั้นไม่มีผลกระทบใดๆ ที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับ จะเปิดเผยได้เฉพาะในรูปที่เป็นสรุปผลการวิจัย การเปิดเผยข้อมูลของข้าพเจ้าต่อหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต้องได้รับอนุญาตจากข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้วมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม .....ผู้ยินยอม
(.....)

ลงนาม .....พยาน
(.....)

ลงนาม .....ผู้ทำวิจัย
(นางสาวนรินทร์ เจริญพันธ์)

เอกสารชี้แจงผู้ร่วมโครงการวิจัย

(Participant Information Sheet)

โครงการวิจัยเรื่อง : การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว

เรียน ผู้ร่วมโครงการวิจัย

ข้าพเจ้า นางสาวนรินทร์ เจริญพันธ์ ตำแหน่ง อาจารย์ หน่วยงาน คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ ก่อนที่ท่านตกลงเข้าร่วมการวิจัยดังกล่าว ขอเรียนให้ท่านทราบรายละเอียดของโครงการวิจัย ดังนี้

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารต้นแบบ และทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสต่อการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย ซึ่งท่านเป็นกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปที่รับประทานผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย ผลการศึกษาวิจัยจะเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากจากลำไยต่อไป

หากท่านตกลงที่จะเข้าร่วมการศึกษาวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยจะขอความร่วมมือให้ท่านตอบคำถามของการวิจัย ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 10 นาที

การเข้าร่วมตอบคำถามการศึกษาวิจัยนี้เป็นไปโดยสมัครใจ ท่านอาจจะปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัว จากการศึกษานี้ได้ทุกเมื่อ โดยไม่กระทบใดๆ ต่อท่าน

ผลของการศึกษานี้ อาจไม่เป็นประโยชน์กับท่านโดยตรง แต่จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย สร้างมูลค่าให้กับผลิตผลในท้องถิ่นและจะใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางวิชาการเท่านั้น โดยข้อมูลต่าง ๆ ของท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับ และจะไม่มีการเปิดเผยชื่อของผู้ให้ข้อมูล การนำเสนอข้อมูลจะเป็นในภาพรวม ทั้งนี้ข้อมูลจะถูกเก็บไว้เป็นเวลา 3 ปี หลังการเผยแพร่ผลการวิจัยและจะถูกนำไปทำลายหลังจากนั้น

หากท่านมีคำถามหรือข้อสงสัยประการใด ท่านสามารถติดต่อข้าพเจ้านางสาวนรินทร์ เจริญพันธ์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา โทรศัพท์มือถือหมายเลข 087-1844069 และสามารถติดต่อคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา โทรศัพท์หมายเลข 038-102561-62

ข้าพเจ้ายินดีตอบคำถามและข้อสงสัยของท่านทุกเมื่อ เมื่อท่านพิจารณาแล้วเห็นสมควรเข้าร่วมในการวิจัยนี้แล้วขอความกรุณาลงนามในใบยินยอมร่วมโครงการที่แนบมาด้วยนี้ และขอขอบพระคุณในความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

ลงชื่อ .....

(นางสาวนรินทร์ เจริญพันธ์)

หัวหน้าโครงการวิจัย

แบบสอบถาม

เรื่อง: การสำรวจพฤติกรรมและความต้องการในการบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย

โครงการ: การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว

<u>คำชี้แจง</u>: แบบสอบถามนี้เป็นงานวิจัยในโครงการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว ข้อมูลทุกอย่างที่ท่านตอบมา จะไม่มีผลใดๆ ต่อผู้ตอบทั้งสิ้น ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้

<u>คำอธิบาย</u>: ลำไย เป็นพืชไม้ผลเขตร้อนและกึ่งร้อน ผลสุกสีน้ำตาลล้วน เนื้อลำไยสีขาวหรือชมพูอ่อน เมล็ดสีดำเป็นมัน เนื้อล่อนเม็ด

.....

<u>คำแนะนำ:</u> กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในวงเล็บ ( ) หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมกับความคิดของท่านมากที่สุด

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลทั่วไป

1. **เพศ** ( ) ชาย ( ) หญิง

2. **อายุ** ( ) 10-20 ปี ( ) 21-30 ปี ( ) 31-40 ปี
   ( ) 41-50 ปี ( ) มากกว่า 50 ปี

3. **การศึกษา** ( ) ประถมศึกษา ( ) มัธยมศึกษาตอนต้น
   ( ) มัธยมตอนปลาย/ปวช. ( ) อนุปริญญา/ปวส.
   ( ) ปริญญาตรี ( ) สูงกว่าปริญญาตรี

4. **อาชีพ** ( ) นักเรียน/นักศึกษา ( ) เกษตรกร
   ( ) ข้าราชการ/พนักงานของรัฐ ( ) พนักงานบริษัทเอกชน
   ( ) ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว ( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

5. **รายได้ของท่านต่อเดือน**
   ( ) น้อยกว่า 5,000 บาท ( ) 5,001-10,000 บาท
   ( ) 10,001-15,000 บาท ( ) 15,001-20,000 บาท
   ( ) มากกว่า 20,000 บาท

<u>ส่วนที่ 2</u> ข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติและพฤติกรรมการบริโภคลำไย

6. ท่านเคยรับประทานลำไยหรือไม่

( ) เคย (กรุณาตอบข้อ 7-12) ( ) ไม่เคย (กรุณาตอบข้อ 13)

<u>เฉพาะผู้ที่เคยรับประทานลำไย</u>

7. รูปแบบของลำไยที่ท่านเคยรับประทาน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ผลิตภัณฑ์ลำไยสด

( ) ผลิตภัณฑ์ลำไยในน้ำเชื่อม

( ) ผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง

( ) ผลิตภัณฑ์ลำไยผง

( ) ผลิตภัณฑ์น้ำลำไย

( ) ผลิตภัณฑ์จากลำไย อื่นๆ โปรดระบุ.....

8. ท่านเคยบริโภคลำไยจากที่ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ซื้อลำไยสดมารับประทานที่บ้าน ( ) ซื้อเป็นลำไยแปรรูปมารับประทาน

( ) รับประทานที่ร้านอาหาร ( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

9. ความถี่ในการรับประทานลำไย

( ) ประจำ ระบุ

( ) 2 ครั้งต่อสัปดาห์

( ) 3-4 ครั้งต่อสัปดาห์

( ) มากกว่า 4 ครั้งต่อสัปดาห์

( ) ครั้งคราว ระบุ

( ) 1 ครั้งต่อเดือน

( ) 2-3 ครั้งต่อเดือน

( ) 4 ครั้งต่อเดือน

( ) นานๆ ครั้ง

10. ท่านชอบรับประทานลำไยหรือไม่

( ) ชอบ (กรุณาตอบข้อ 11 ต่อไป)

( ) เฉยๆ

( ) ไม่ชอบ (กรุณาตอบข้อ 12 ต่อไป)

11. เหตุผลที่ท่าน<u>ชอบรับประทาน</u>ลำไย (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) รสชาติอร่อย ( ) มีคุณค่าทางโภชนาการ

( ) สะดวกต่อการรับประทาน ( ) มีจำหน่ายมากในท้องถิ่น

( ) ต้องการสนับสนุนผลิตภัณฑ์ลำไยในท้องถิ่น ( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

12. เหตุผลที่ท่าน<u>ไม่ชอบรับประทาน</u>ลำไย (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) รสชาติไม่อร่อย ( ) มีทัศนคติที่ไม่ดีต่อลำไย

( ) มีอาการแพ้เมื่อรับประทาน ( ) ราคาแพง

( ) หาซื้อผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยยาก ( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

<u>เฉพาะผู้ที่ไม่เคยรับประทานลำไย</u>

13. เหตุใดท่านไม่เคยรับประทานลำไย

( ) ไม่รู้จักลำไย

( ) ไม่อยากลอง

( ) คิดว่ารสชาติไม่อร่อย

( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

<u>ส่วนที่ 3</u> ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย

14. หากมีผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปจากลำไย จำหน่ายในท้องตลาดแล้ว ท่านคิดว่าท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์ประเภทใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ลำไยอบแห้ง ( ) ผลิตภัณฑ์ขนมไทยจากลำไย

( ) ผงปรุงรสจากลำไย ( ) ผลิตภัณฑ์ขนมอบจากลำไย

( ) ลำไยผง ( ) ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากลำไย

( ) ผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไย อื่นๆ โปรดระบุ.....

15. ถ้ามีการผลิตอาหารจากลำไย ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะสีแบบใด

( ) สีธรรมชาติของลำไย ( ) สีขาว ( ) สีน้ำตาล ( ) หลากหลายสี

( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

16. ถ้าหากมีการผลิตผงปรุงรสจากลำไย ท่านต้องการให้มีรสชาติใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) รสลำไย ( ) รสปลา ( ) รสหมู ( ) รสต้มยำ

( ) รสไก่ ( ) รสปลาหมึก ( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

17. ถ้ามีการผลิตอาหารจากลำไย ท่านต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีระดับความเข้มด้านกลิ่นและรสชาติเท่าใด

คุณลักษณะ	ระดับความเข้ม				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
รสหวาน					
รสเค็ม					
กลิ่นหอมของส่วนผสม					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

18. ในอนาคตหากมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์แปรรูปจากลำไย ท่านจะซื้อผลิตภัณฑ์ดังกล่าวหรือไม่

( ) ซื้อ เพราะ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) อยากทดลองบริโภค ( ) มีความแปลกใหม่

( ) สะดวกต่อการบริโภค ( ) คุณค่าทางโภชนาการ

( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

( ) ไม่แน่ใจ เพราะ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ไม่แน่ใจว่ารสชาติอร่อยหรือไม่

( ) ไม่แน่ในว่าผลิตภัณฑ์จะเก็บรักษาไว้ได้นานหรือไม่

( ) ไม่แน่ใจในรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์

( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

( ) ไม่ซื้อ เพราะ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

( ) ไม่ชอบรับประทานลำไย

( ) ไม่ชอบรับประทานอาหารที่มีส่วนผสมของลำไย

( ) ไม่มั่นใจด้านกลิ่นและรสชาติ

( ) อื่นๆ โปรดระบุ.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอบพระคุณสำหรับการตอบแบบสอบถาม

แบบทดสอบความชอบเนื้อลำไยอบแห้ง

ผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

กรุณาทดสอบเนื้อลำไยแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความชอบของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นลำไย									
รสชาติรวม									
เนื้อสัมผัสรวม									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นลำไย									
รสชาติรวม									
เนื้อสัมผัสรวม									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติรวม									
เนื้อสัมผัสรวม									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติรวม									
เนื้อสัมผัสรวม									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติรวม									
เนื้อสัมผัสรวม									
ความชอบรวม									

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอบพระคุณสำหรับการตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถามเชิงพรรณนา

ชุดที่.....

ชื่อ..... วันที่.....

ผลิตภัณฑ์..... รหัสตัวอย่าง.....

ข้อแนะนำ : ท่านได้ถูกนำเสนอตัวอย่างน้ำซุปผงปรุงรสเพื่อสุขภาพจากลำไย
โปรดประเมินตัวอย่างที่ให้ต่อไปนี้ตามลักษณะที่ระบุข้างล่าง โดยทำเครื่องหมายกากบาทบนเส้นตรง
เพื่อแสดงจุดที่อธิบายความรู้สึกของท่านต่อตัวอย่าง ตรวจสอบจุดต่างๆ บนเส้นตรงที่สามารถอธิบายได้ดี
ที่สุดของผลิตภัณฑ์และยินดีรับข้อเสนอแนะปัญหา

0 3 6 9 12 15

|----------|----------|----------|----------|----------|

ไม่มีกลิ่น กลิ่นเครื่องปรุงมาก

กลิ่นเครื่องปรุง: |----------|

ไม่เค็ม เค็มมาก

รสเค็ม: |----------|

ไม่หวาน หวานมาก

รสหวาน: |----------|

ไม่ขม ขมมาก

รสขม: |----------|

ไม่ชอบ ชอบมาก

ความชอบรวม: |----------|

ข้อเสนอแนะ :

.....

.....

.....

ความยาวของเส้นเป็น 15 เซนติเมตร แต่ละชุดของการพรรณนามีค่าเฉพาะแต่สามารถแบ่งภายในช่วง 3 เซนติเมตร หัวท้ายของเส้นตรงก่อนและ หลังค่าตัวเลข 0 และ 15 มีค่าเป็น 3 เซนติเมตร จุดที่ผู้ประเมินระบุในการตรวจสอบจะเป็นค่าจริงที่สามารถวัดเป็นหน่วยเซนติเมตร

**** ขอขอบคุณที่สละเวลาในการทำแบบทดสอบ ****

แบบทดสอบความชอบผงปรุงรสลำไย

ผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

กรุณาทดสอบน้ำซุปผงปรุงรสลำไยแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความชอบของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
กลิ่นรส									
ความเค็ม									
ความหวาน									
ความขม									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
กลิ่นรส									
ความเค็ม									
ความหวาน									
ความขม									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
กลิ่นรส									
ความเค็ม									
ความหวาน									
ความขม									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
กลิ่นรส									
ความเค็ม									
ความหวาน									
ความขม									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
กลิ่นรส									
ความเค็ม									
ความหวาน									
ความขม									
ความชอบรวม									

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอบพระคุณสำหรับการตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถาม

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง แบบสอบถามชุดนี้เป็นงานสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์**ผงปรุงรสลำไย** เพื่อประกอบการทำวิจัย เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว” ข้อมูลที่ท่านตอบมาจะไม่มีผลใดๆ ต่อผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น

คำอธิบาย ผลิตภัณฑ์**ผงปรุงรสลำไย** เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำลำไย และเนื้อปลา มาให้ความร้อนจนแห้ง บดเป็นผง ปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสและเครื่องเทศ เช่นน้ำตาล เกลือ กระเทียม พริกไทย

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือ
คณะผู้ทำวิจัย

คำแนะนำ: กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในวงเล็บ ( ) หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมกับความคิดของท่านมากที่สุด

1. **กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสลำไย แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้**

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

คุณลักษณะ	ผงปรุงรสลำไย
กลิ่นรส	
ความเค็ม	
ความหวาน	
ความขม	
ความชอบรวม	

2. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์<u>ผงปรุงรสลำไย</u>นี้มากน้อยเพียงใด โปรดระบุการยอมรับโดยทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างให้ตรงกับระดับการยอมรับของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ชนิดขนม	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
ผงปรุงรสลำไย					

3. ท่านจะซื้อผงปรุงรสลำไยนี้หรือไม่ ถ้ามีการวางจำหน่ายในท้องตลาด

( ) ซื้อ เพราะ.....

( ) ไม่ซื้อ เพราะ.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

ขอบพระคุณสำหรับการตอบแบบสอบถาม

แบบทดสอบความชอบของตัวขนมถ้วยสูตรลำไย

ผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

กรุณาทดสอบตัวขนมถ้วยสูตรลำไยแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความชอบของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นลำไย									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นลำไย									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นลำไย									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นลำไย									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นลำไย									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นลำไย									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นลำไย									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นลำไย									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่นลำไย									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอบพระคุณสำหรับการตอบแบบสอบถาม

แบบทดสอบความชอบของหน้าขนมถ้วยสูตรทดแทนกะทิด้วยน้ำนมถั่วเหลือง

ผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

กรุณาทดสอบหน้าขนมถ้วยสูตรทดแทนกะทิด้วยน้ำนมถั่วเหลืองแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความชอบของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอบพระคุณสำหรับการตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถาม

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง แบบสอบถามชุดนี้เป็นงานสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์**ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ** เพื่อประกอบการทำวิจัย เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว” ข้อมูลที่ท่านตอบมาจะไม่มีผลใดๆ ต่อผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น

คำอธิบาย ผลิตภัณฑ์**ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ** เป็นขนมที่มีส่วนผสมของแป้ง กะทิ และน้ำตาล กรรมวิธีการปรุงสุกด้วยวิธีการนึ่ง ลักษณะปรากฏของขนมถ้วยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือตัวขนมและหน้าขนม โดยตัวขนมถ้วยมีรสหวาน ค่อนข้างเหนียว ประกอบด้วยแป้งและน้ำตาลเป็นส่วนประกอบหลัก ส่วนหน้าของขนมถ้วยประกอบด้วยหัวกะทิเข้มข้น เกลือ และน้ำตาล ทำให้ขนมถ้วยมีรสหวานมัน และเค็มเล็กน้อย

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือ
คณะผู้ทำวิจัย

คำแนะนำ: กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในวงเล็บ ( ) หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมกับความคิดของท่านมากที่สุด

1. **กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้**

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

คุณลักษณะ	ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ
ลักษณะปรากฏ	
กลิ่น	
รสชาติ	
เนื้อสัมผัส	
ความชอบรวม	

2. **ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์<u>ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ</u>นี้มากน้อยเพียงใด โปรดระบุการยอมรับโดยทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างให้ตรงกับระดับการยอมรับของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์**

ชนิดขนม	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
ขนมถ้วยเพื่อสุขภาพ					

3. **ท่านจะซื้อขนมถ้วยเพื่อสุขภาพนี้หรือไม่ ถ้ามีการวางจำหน่ายในท้องตลาด**

   ( ) ซื้อ เพราะ.....

   ( ) ไม่ซื้อ เพราะ.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

ขอบพระคุณสำหรับการตอบแบบสอบถาม

แบบทดสอบความชอบของน้ำลำไยเห็ดหลินจือ

ผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

กรุณาทดสอบน้ำลำไยเห็ดหลินจือแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความชอบของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ความชอบรวม	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
รหัสตัวอย่าง.....									
รหัสตัวอย่าง.....									
รหัสตัวอย่าง.....									
รหัสตัวอย่าง.....									
รหัสตัวอย่าง.....									
รหัสตัวอย่าง.....									
รหัสตัวอย่าง.....									

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอบพระคุณสำหรับการตอบแบบสอบถาม

แบบทดสอบความชอบของวุ้นลำไย

ผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

กรุณาทดสอบวุ้นลำไยแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความชอบของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอบพระคุณสำหรับการตอบแบบสอบถาม

แบบทดสอบความชอบของวุ้นกรอบลำไย

ผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

กรุณาทดสอบวุ้นกรอบลำไยแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความชอบของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอบพระคุณสำหรับการตอบแบบสอบถาม

แบบทดสอบความชอบของวุ้นกรอบลำไย

ผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

กรุณาทดสอบวุ้นกรอบลำไยแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความชอบของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

รหัสตัวอย่าง.....

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอบพระคุณสำหรับการตอบแบบสอบถาม

แบบสอบถาม

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง แบบสอบถามชุดนี้เป็นงานสำรวจการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์**วุ้นกรอบลำไย** เพื่อประกอบการทำวิจัย เรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว” ข้อมูลที่ท่านตอบมาจะไม่มีผลใดๆ ต่อผู้ตอบแบบสอบถามทั้งสิ้น

คำอธิบาย ผลิตภัณฑ์**วุ้นกรอบลำไย** ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผงวุ้นมาละลายน้ำในอัตราส่วนที่เหมาะสม เติมน้ำตาล ต้มให้เดือด อาจแต่งสี กลิ่น รส และเนื้อลำไย เทใส่พิมพ์ ทิ้งไว้ให้เย็น อาจนำไปตัดเป็นชิ้นตามขนาดที่ต้องการ ทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือแหล่งพลังงานอื่นจนเกิดแผ่นน้ำตาลหรือเกล็ดน้ำตาลเคลือบที่ผิว แล้วบรรจุในภาชนะบรรจุ

ขอขอบพระคุณในความร่วมมือ
คณะผู้ทำวิจัย

คำแนะนำ: กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในวงเล็บ ( ) หน้าคำตอบที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมกับความคิดของท่านมากที่สุด

1. **กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์วุ้นกรอบลำไย แล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้**

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

คุณลักษณะ	วุ้นกรอบลำไย
ลักษณะปรากฏ	
กลิ่น	
รสชาติ	
เนื้อสัมผัส	
ความชอบรวม	

2. **ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์<u>วุ้นกรอบลำไย</u>นี้มากน้อยเพียงใด โปรดระบุการยอมรับโดยทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างให้ตรงกับระดับการยอมรับของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์**

ชนิดขนม	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
วุ้นกรอบลำไย					

3. **ท่านจะซื้อวุ้นกรอบลำไยนี้หรือไม่ ถ้ามีการวางจำหน่ายในท้องตลาด**

   ( ) ซื้อ เพราะ.....

   ( ) ไม่ซื้อ เพราะ.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

ขอบพระคุณสำหรับการตอบแบบสอบถาม

แบบทดสอบความชอบของแยมลำไย

ผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

กรุณาทดสอบแยมลำไยด้วยการป้ายทาบนขนมปังจืด แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความชอบของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอบพระคุณสำหรับการตอบแบบสอบถาม

แบบทดสอบความชอบของขนมถ้วยฟูลำไย

ผู้ทดสอบชิม.....วันที่.....

กรุณาทดสอบขนมถ้วยฟูลำไย แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความชอบของท่านที่มีต่อผลิตภัณฑ์

ปัจจัยคุณภาพ	ไม่ชอบมากที่สุด	ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบปานกลาง	ไม่ชอบเล็กน้อย	เฉยๆ	ชอบเล็กน้อย	ชอบปานกลาง	ชอบมาก	ชอบมากที่สุด
ลักษณะปรากฏ									
กลิ่น									
รสชาติ									
เนื้อสัมผัส									
ความชอบรวม									

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ขอบพระคุณสำหรับการตอบแบบสอบถาม

ภาคผนวก ข
รายชื่อผู้เข้าร่วมโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ
เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว

รายชื่อผู้เข้าร่วมอบรมโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว
วันเสาร์ ที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2560
ณ หอประชุมอำเภอคลองหาด จ. สระแก้ว

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	ลายมือชื่อ
1	นาย พิศิษฐ โพธิ์ศิริวงษ์	
2	นาย อำนาจ ทองแดง	
3	นาง บุญเรือน จันทรเนตร	
4	นาง ศิริวิภา ภัทรดี	
5	น.ส. นิพาพร สีมา	
6	น.ส. พรรณทิวา เสรีรัฐพันธ์	
7	นางสาวสุมาพร ทรงวิริยาพร	
8	สุดประเสริฐ หนูรัตน์	
9	นาย ชิรวัฒน์ กาญจน์	
10	นาย เผดิจ กรรมกา	
11	นายสมวิทย์ สุวรรณีเพชร์	
12	นาง ปิยนันท์ ภาคุณัสนธ์	
13	นาย ศิรเมธ โพธิ์ศิริวงษ์	
14	น.ส. กันธิชา คล้ายนาม	กันธิชา คล้ายนาม
15	นายพงศ์ธนกร ก้องกลางดง	
16	นาง อัมพร ชิดชอบ	
17	นางสาวสมฤดี ทรงวิทยานนท์	
18	นาย สุรพล ยอดมณี	
19	นาย สมชาย ศรีสังข์ทอง	
20	นางสาว ธวัลรัตน์ ยอดคำดอน	
21	นาย ปกเกศ โอนอ่อน	
22	นาย ชูเกียรติ พงษ์ศักดิ์	
23	นาย สิริมงคล เกิดสกุล	
24	นางสาว ชลธิชา ชลมโรจน์	

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	ลายมือชื่อ
25	นาย อัมนาคม โมบัวลา	
26	น.ส. สุรีรัตน์ ชมชาติ	
27	นาย ลิขิต ธรรมกิจมาร	
28	นาย นพดล มุสิกวัฒน์	
29	นาย ชัยกฤต ไพรีราวนิ์	
30	นาย ธีรพงษ์ ชัยชาติ	
31	นาง ธิติมนนท์ ศรีสังวาลย์	
32	นาย ลิขิตรัตน์ คนยุคล	
33	นาย นพรัตน์ ศิริสิริ	
34	นาย พรม ศิริภัสสี	
35	นาย อาคม เพ็งธุสาลัสสิ์	
36	นาย พิทักษ์ บุรมย์	
37	นาย ชลนิน โรจนินทร์	
38	นาย ศิลณ์ อักษร	
39	นาย ศิชาธร แก้วศิลป์	
40	นาย บุญเลิศ อัมพวัฒน์	
41		
42		
43		
44		
45		

ภาคผนวก ค
แบบประเมินผลความพึงพอใจ

แบบประเมินผลความพึงพอใจ

โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
เรื่อง "การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารจากลำไยของกลุ่มเกษตรกรจังหวัดสระแก้ว"
วันเสาร์ ที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2560
ณ หอประชุมอำเภอคลองหาด จ. สระแก้ว

คำชี้แจง แสดงความคิดเห็น/ประเมินความพึงพอใจในการฝึกอบรมโดยทำเครื่องหมาย ☑ ลงในช่องว่าง หน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับผู้เข้ารับการฝึกอบรม

1) เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2) อายุ ..... ปี
3) ระดับการศึกษา ☐ ประถมศึกษา ☐ มัธยมศึกษา ☐ ปวช. ☐ ปวส. ☐ ปริญญาตรี ☐ อื่นๆ ระบุ.....
4) ประเภท/อาชีพ ☐ รับราชการ ☐ ค้าขาย ☐ เกษตรกร ☐ รับจ้างทั่วไป ☐ อื่นๆ ระบุ.....

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจในการฝึกอบรม

โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องตรงกับความคิดเห็นของท่านให้มากที่สุด เกี่ยวกับโครงการอบรมฯ ในครั้งนี้ พร้อมให้ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์ในการนำมาปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ

2.1 ความพึงพอใจเกี่ยวกับการอบรม

รายการประเมิน	มากที่สุด	มาก	พอใช้	น้อย	น้อยที่สุด
๑. ความเหมาะสมของเนื้อหา					
๒. ความรู้ของวิทยากรในหัวข้อ/เรื่องที่บรรยาย					
๓. ความรู้ ความเข้าใจของท่าน**ก่อน**เข้าร่วมการอบรม					
๔. ความรู้ ความเข้าใจของท่าน**หลัง**เข้าร่วมการอบรม					
๕. ความเหมาะสมของระยะเวลาการฟังบรรยาย					
๖. บรรยากาศในการจัดการบรรยาย					
๗. ประโยชน์ที่ได้รับจากการฟังบรรยาย					
๘. ความพึงพอใจในภาพรวม					

2.2 ข้อเสนอแนะในการอบรม และความคิดเห็นอื่นๆ ที่ท่านต้องการเสนอ

.....
.....
.....
.....
.....

****** ขอขอบคุณที่สละเวลาในการตอบแบบสอบถาม ******

ภาคผนวก ง
เอกสารประกอบการฝึกอบรม