



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การเพิ่มมูลค่าเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยอบแห้ง เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ

โดย

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. นิธิยา รัตนานนท์ และคณะ

พฤษภาคม 2555

สัญญาเลขที่ DBG5380028

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การเพิ่มมูลค่าเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยอบแห้ง เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ

คณะผู้วิจัย

1. ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. นิธิยา รัตนพานนท์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุจินดา ศรีวัฒนะ คณะอุตสาหกรรมเกษตร
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทัศน์ สุระวัง คณะอุตสาหกรรมเกษตร
4. อาจารย์ ดร. เจิมขวัญ สังข์สุวรรณ คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

และ

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้งบประมาณสนับสนุนในการทำงานวิจัย โครงการวิจัย เรื่อง “การเพิ่มมูลค่าเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยอบแห้งเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ” และขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเชียงใหม่และคณะอุตสาหกรรมเกษตรที่ได้ร่วมสมทบงบประมาณสนับสนุนร่วมกับสกว. ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณหน่วยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการทดสอบผู้บริโภค คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้คำปรึกษาและเอื้อเฟื้อสถานที่สำหรับใช้ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการศึกษาวิจัย

ขอขอบพระคุณ บริษัทสันติภาพ (ฮั่วเฟ่ง 1958) จำกัด ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการผลิตน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ และขอขอบพระคุณบริษัทบีกชีซูเปอร์เซ็นเตอร์ จำกัด สาขาหางดง ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการศึกษาวิจัย

สุดท้ายขอขอบคุณผู้ทดสอบชิมทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาในการทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ลำไยที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่นี้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด

คณะผู้วิจัย

พฤษภาคม 2555

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	i
สารบัญ	ii
สารบัญตาราง	v
สารบัญภาพ	vii
บทคัดย่อ	x
EXECUTIVE SUMMARY	xiv
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	2
1.4 วิธีการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ลำไย	3
2.1.1 คุณค่าทางโภชนาการของผลลำไย	4
2.1.2 พฤษเคมีในผลลำไย	5
2.1.3 สมบัติทางเภสัชวิทยา	5
2.1.4 สารต้านอนุมูลอิสระ	6
2.1.5 สารยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส	6
2.1.6 Anti-glycated activity	6
2.1.7 Potential anticancer activity	6
2.2 การแปรรูปผลิตภัณฑ์ลำไย	6
2.2.1 น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น	7
2.2.2 แยม	7
2.2.3 ขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งหรือสแนคบาร์	8
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย	10
3.1 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และสารเคมี	10
3.1.1 วัตถุดิบ	10
3.1.2 อุปกรณ์	10

3.1.3 สารเคมี	11
3.2 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย	11
ตอนที่ 1 การผลิตน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น	11
การเตรียมน้ำลำไย	11
การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำน้ำลำไยให้ใสโดย	12
การหมุนเหวี่ยง	
การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นโดยการ	12
ระเหยน้ำภายใต้ความดันต่ำและการใช้ความร้อนด้วยหม้อต้มสองชั้น	
(double steam jacket)	
ตอนที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสที่ไม่ใช้สารปรุงแต่ง	14
สังเคราะห์	
2.1 การศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตแยมลำไย-เสาวรส	14
ในทางการค้า	
2.2 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมของแยมลำไย-เสาวรสที่ใช้เพกทินจาก	16
เปลือกด้านในของผลเสาวรส	
ตอนที่ 3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้ง	18
3.1 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้ง	18
ชนิดแห้ง	
ตอนที่ 4 การศึกษาหาชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและการเปลี่ยนแปลง	24
ระหว่างการเก็บรักษา	
4.1 ผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น	24
4.2 ผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรส	25
4.3 ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไย	26
ตอนที่ 5 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์ลำไย	26
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	27
4.1 การผลิตน้ำเชื่อมลำไย	27
4.2 การพัฒนาแยมลำไยเสาวรสที่ไม่ใช้สารปรุงแต่งสังเคราะห์	30
4.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแห้ง	39
4.4 การศึกษาหาชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและการเปลี่ยนแปลง	47
ระหว่างการเก็บรักษา	

	4.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยอบแห้ง	69
บทที่ 5	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	86
	เอกสารอ้างอิง	89
	ภาคผนวก	96

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	4
คุณค่าทางโภชนาการอาหารของผลลำไยสดและลำไยแห้ง (ร้อยละของส่วนที่บริโภคได้)	
ตารางที่ 3.1	15
สิ่งทดลองของการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรศ	
ตารางที่ 3.2	18
ส่วนผสมของสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งต้นแบบ	
ตารางที่ 3.3	21
สิ่งทดลองในการศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สแนค-บาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง	
ตารางที่ 4.1	27
ส่วนประกอบของผลลำไยพันธุ์ดอ (ร้อยละ)	
ตารางที่ 4.2	27
ปริมาณตะกอน ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำลำไย	
ตารางที่ 4.3	29
คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น 55 องศา-บริกซ์	
ตารางที่ 4.4	30
ข้อจำกัดในการผลิตน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยน้ำภายใต้ความดันและการให้ความร้อนด้วยหม้อต้มสองชั้น	
ตารางที่ 4.5	31
สมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์แยมลำไย -เสาวรศทั้ง 8 สิ่งทดลอง	
ตารางที่ 4.6	34
คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมลำไย -เสาวรศทั้ง 8 สิ่งทดลองซึ่งได้จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน	
ตารางที่ 4.7	35
สมการ regression เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณเนื้อลำไยอบแห้งและน้ำเสาวรศที่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบโดยรวม กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นรสลำไย รสชาติโดยรวม และรสหวานของผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรศ	
ตารางที่ 4.8	37
คุณภาพทางประสาทสัมผัสแยมลำไยเสาวรศที่ใช้เปลือกในเสาวรศเปรียบเทียบกับแยมลำไย-เสาวรศที่ใช้pektinทางการค้า	
ตารางที่ 4.9	37
สมบัติทางด้านกายภาพและเคมีของแยมลำไย -เสาวรศที่ใช้เปลือกด้านในผลเสาวรศเปรียบเทียบกับแยมลำไย-เสาวรศที่ใช้pektinทางการค้า	
ตารางที่ 4.10	40
สมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งทั้ง 8 สิ่งทดลอง	

ตารางที่ 4.11	คะแนนผลการประเมินทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไย อบแห้งชนิดแห้งทั้ง 8 สิ่งทดลองโดยการทดสอบการยอมรับ ของผู้บริโภคจำนวน 100 คน	41
ตารางที่ 4.12	สมการ regression เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของ ปริมาณเนื้อลำไยอบแห้งและสตอเบอรี่อบแห้งที่มีผลต่อคุณภาพทาง ประสาทสัมผัสในด้าน ความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ กลิ่นรส โดยรวม กลิ่นรสลำไย รสหวาน รสเปรี้ยว และลักษณะเนื้อสัมผัสของ ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแห้ง	43
ตารางที่ 4.13	สมบัติทางด้านกายภาพและเคมีคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส และ คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งที่พัฒนา ได้	46
ตารางที่ 4.14	คะแนนความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอด เทคโนโลยีการผลิต ผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น แยมลำไย-เสาวรส และสแนคบาร์ลำไย จำนวน 63 คน	70

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 ลำไย (<i>Euphoria longana</i> Lam.)	3
ภาพที่ 2.2 แยมผลไม้	8
ภาพที่ 2.3 ขนมอบเกี่ยวชนิดแห้งหรือสแนคบาร์	9
ภาพที่ 3.1 การคั้นน้ำลำไยโดยใช้เครื่องบีบอัดด้วยระบบไฮดรอลิก (hydraulic press)	11
ภาพที่ 3.2 การคั้นน้ำลำไยให้เข้มข้นโดยใช้หม้อต้มสองชั้น (double steam jacket)	12
ภาพที่ 3.3 ลักษณะของน้ำลำไยที่ทำให้เข้มข้นโดยใช้หม้อต้มสองชั้น	13
ภาพที่ 3.4 กรรมวิธีการผลิตแยมลำไย-เสาวรศ	14
ภาพที่ 3.5 ลักษณะเปลือกด้านในของผลเสาวรศ	16
ภาพที่ 3.6 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค ต่อแยมลำไย-เสาวรศ	17
ภาพที่ 3.7 กระบวนการผลิตสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแห้ง	20
ภาพที่ 3.8 ส่วนผสมทั้งหมดของการแปรรูปสแนคบาร์ลำไยอบแห้ง	20
ภาพที่ 3.9 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค ต่อสแนคบาร์ลำไยชนิดแห้ง ณ ห้างบิ๊กซีซูเปอร์เซ็นเตอร์ สาขาหางดง จังหวัดเชียงใหม่ และองค์การสโมสรนักศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	22
ภาพที่ 4.1 ลักษณะของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่ได้โดยใช้หม้อต้มสองชั้น	28
ภาพที่ 4.2 ลักษณะของแยมลำไย-เสาวรศที่บรรจุในขวดแก้ว 2 ขนาด	30
ภาพที่ 4.3 กราฟ contour plot ของผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของ ผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรศ จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของ ปริมาณลำไยอบแห้งและน้ำเสาวรศที่ใช้	36
ภาพที่ 4.4 กราฟ contour plot ของคะแนนผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของ ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแห้งจากสมการความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราส่วนของปริมาณเนื้อลำไยอบแห้งและสตรอเบอรี่อบแห้ง	44
ภาพที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์	48
ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอิสระของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์	49

ภาพที่ 4.7	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไฮดรอกซิลเมทิลเฟอฟูราลของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น ในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 12 สัปดาห์	50
ภาพที่ 4.8	การเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์	51
ภาพที่ 4.9	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น ในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 12 สัปดาห์	52
ภาพที่ 4.10	การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์	53
ภาพที่ 4.11	การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์	54
ภาพที่ 4.12	การเปลี่ยนแปลงค่า C* ของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์	54
ภาพที่ 4.13	การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle ของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ระหว่าง การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์	55
ภาพที่ 4.14	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของแยมลำไย-เสาวรสในบรรจุภัณฑ์ที่ แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์	56
ภาพที่ 4.15	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอิสระของแยมลำไย-เสาวรสในบรรจุภัณฑ์ที่ แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์	57
ภาพที่ 4.16	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไฮดรอกซิลเมทิลเฟอฟูราลของแยมลำไย-เสาวรสใน บรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์	58
ภาพที่ 4.17	การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของแยมลำไย-เสาวรสในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่าง กันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์	59
ภาพที่ 4.18	การเปลี่ยนแปลงค่า TSS ของแยมลำไย-เสาวรสในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์	60

ภาพที่ 4.19	การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของแยมลำไย-เสาวรสีในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์	61
ภาพที่ 4.20	การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของแยมลำไย-เสาวรสีในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์	61
ภาพที่ 4.21	การเปลี่ยนแปลงค่า Chroma ของแยมลำไย-เสาวรสีในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์	62
ภาพที่ 4.22	การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle ของแยมลำไย-เสาวรสีในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์	63
ภาพที่ 4.23	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของสแนคบาร์ลำไยอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ ที่แตกต่างกัน 3 ชนิดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์	64
ภาพที่ 4.24	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอิสระของสแนคบาร์ลำไยอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ ที่แตกต่างกัน 3 ชนิดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์	65
ภาพที่ 4.25	การเปลี่ยนแปลงความแข็งของสแนคบาร์ลำไยอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์	66
ภาพที่ 4.26	การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของสแนคบาร์ลำไยอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์	67
ภาพที่ 4.27	การเปลี่ยนแปลงค่า Chroma ของสแนคบาร์ลำไยอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์	67
ภาพที่ 4.28	การเปลี่ยนแปลงปริมาณมาลอนไดแอลดีไฮด์ของสแนคบาร์ลำไยอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์	68

การเพิ่มมูลค่าเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยอบแห้ง เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ

นิธิยา รัตนปนนท์, สุจินดา ศรีวัฒนะ, สุทัศน์ สุระวัง และเจิมขวัญ สังข์สุวรรณ

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่จากผลลำไยให้มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น โดยนำเนื้อลำไยสดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น และนำเนื้อลำไยอบแห้งสีทองมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสและสแนคบาร์ชนิดแท่ง โดยแยมและสแนคบาร์ใช้ส่วนผสมทั้งหมดเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ และพัฒนาให้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ ซึ่งมีสารพฤกษเคมี (phytochemicals) และเส้นใยอาหารสูง ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดได้นำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น กิจกรรมน้ำ ค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัสและความหนืดของน้ำเชื่อม สำหรับสแนคบาร์ได้วิเคราะห์สารต้านออกซิเดชันและสารประกอบฟีนอลด้วย

ผลการแปรรูป น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น โดยการบีบคั้นเนื้อลำไยสดด้วยเครื่องบีบอัดระบบไฮดรอลิก และนำไประเหยไอน้ำออกด้วยหม้อต้มสองชั้นด้วยความดันไอน้ำ 1.0-1.2 บาร์ จนได้น้ำเชื่อมลำไย ที่มีความเข้มข้น 55 องศาบริกซ์ ได้ผลผลิตร้อยละ 23.33 บรรจุน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นขณะร้อนในขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ปิดฝาให้สนิท และทำให้เย็นโดยเร็ว ผลการศึกษาเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือขวด แก้วและขวด พลาสติกพอลิเอทิลีน เทเรพทาเลต (polyethylene terephthalate, PET) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าบรรจุภัณฑ์ขวดแก้วสามารถป้องกันความชื้น สะท้อนปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล และทำให้น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น มีสีคล้ำช้ากว่าขวดพลาสติก PET

ผลการพัฒนา สูตรแยมลำไย -เสาวรสที่เหมาะสมประกอบด้วย น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น (55 องศาบริกซ์) และเนื้อลำไยอบแห้งสีทอง ร้อยละ 45.67 และ 20.55 น้ำผึ้งดอกลำไย และเปลือกด้านในของผลเสาวรส ร้อยละ 17.35 และ 13.70 น้ำเสาวรส และกรดซิตริก ร้อยละ 2.28 และ 0.45 ตามลำดับ โดยนำเนื้อลำไยอบแห้งปั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ ผสมกับน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น และน้ำเสาวรสในถุงเย็น และปิดปากถุงให้สนิท แช่ไว้ในตู้เย็น ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 12 ชั่วโมง ผสมเปลือกด้านในผลเสาวรสปั่นกับน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่เหลือให้ เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน และให้ความร้อนจนส่วนผสมมีลักษณะใส เดิมส่วนผสมของเนื้อลำไยอบแห้งที่ผสมกับน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น ให้ความร้อนและคนให้ส่วนผสมเข้ากันดี จนมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ทั้งหมด 65 องศาบริกซ์ หยดให้ความร้อนเดิมกรด ซิตริกและผสมให้เข้ากัน บรรจุลงในขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ปิดฝาให้สนิท และทำให้

เย็นโดยเร็ว เมื่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แยมลำไย -เสาวรสีในบรรจุภัณฑ์ ขวดแก้วและขวดพลาสติก PET ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าขวดแก้วสามารถป้องกันความชื้น ชะลอปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล และป้องกันไม่ให้แยมมีสีคล้ำได้ดีกว่าขวดพลาสติก PET

ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วยข้าวพองจากข้าวเหนียวขาวและข้าวเหนียวดำ ร้อยละ 18.92 และ 18.92 เนื้อลำไยอบแห้งสีทองและสตรอเบอรี่อบแห้ง ร้อยละ 18.92 และ 18.92 กลูโคสไซรัพและน้ำผึ้งคอกลำไย ร้อยละ 10.08 และ 9.83 ตามลำดับ และแอลมอนต์หั่นชิ้นบาง ร้อยละ 4.41 โดยให้ความร้อนแก่กลูโคสไซรัพที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที เติมน้ำผึ้งและให้ความร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อีกเป็นเวลา 3 นาที ใส่ผลไม้อบแห้งและคนให้เข้ากัน เป็นเวลา 3 นาที เติมห่วงพองทั้งสองชนิดและคนให้ผสมเข้ากันดี เทส่วนผสมทั้งหมดลงบนถาดที่รองพื้นด้วยแอลมอนต์หั่นชิ้นบาง อัดส่วนผสมให้แน่น นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำมาตัดให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ บรรจุในถุง และปิดผนึกให้แน่นสนิท เมื่อนำไป เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ ถุง LDPE, nylon/LLDPE และ laminated aluminum foil ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์ พบว่าผลิตภัณฑ์ สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งที่บรรจุในถุง LDPE และ nylon/LLDPE มีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 4 และ 8 สัปดาห์ ตามลำดับ ส่วนที่บรรจุในถุง laminated aluminum foil มีอายุการเก็บรักษาได้นานกว่า 24 สัปดาห์ เนื่องจากสามารถป้องกันความชื้นที่เป็นสาเหตุหลักของการเสื่อมเสียได้ดีกว่าถุง LDPE และ nylon/LLDPE และสีของผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งที่ผลิตจากสตรอเบอรี่อบแห้ง ข้าวเหนียวดำ และน้ำเชื่อม ยังเป็นอาหารว่างที่ให้พลังงานสูง มีสารต้านออกซิเดชัน และมีเส้นใยอาหารที่ได้จากผลไม้แห้ง จึงน่าจะส่งเสริมให้เป็นอาหารว่างสำหรับเด็กวัยเรียนและผู้ใหญ่

ผลงานวิจัยนี้ได้ถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยการจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการ การแปรรูปผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น แยมลำไย -เสาวรสี และสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง ให้แก่ผู้ประกอบการและกลุ่มแม่บ้าน จำนวน 2 รุ่น รวมผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการจำนวน 63 คน ผู้เข้าร่วมอบรมได้ทดลองปฏิบัติจริงในการทำแยมลำไย -เสาวรสี และสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมอยู่ในระดับพอใจมากถึงพอใจมากที่สุด

คำสำคัญ :- ผลลำไย น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น เนื้อลำไยอบแห้งสีทอง แยมลำไย-เสาวรสี สแนคบาร์ลำไย เนื้ออบแห้งชนิดแท่ง

Value Added Fresh and Dried Longan Flesh for Health Food Products

Nithiya Rattanapanone, Sujinda Sriwattana, Suthat Surawang and Jurmkwan Sangsuwan

Abstract

The aim of this research was to develop the new products from fresh and dried longan flesh into sugar syrup, jam and snackbars. The jam and snackbars composed of all natural ingredients with high phytochemicals. Physico-chemical properties of all products were determined on the basis of moisture content, water activity, Hunter colour (L, a, b, chroma and hue angle), texture and viscosity (only syrup). Functional food assessment of snackbars was based on the total antioxidant activity and total phenolic compounds.

Longan sugar syrup was prepared from longan juice by squeezing the flesh with hydrolic press and concentrated with vacuum rotary evaporator or double steam jacket at 1.0-1.2 Bar until reaching 55 degree Brix. The yield was about 23.33% by flesh weight. After storing in glass or polyethylene terephthalate (PET) bottles at 25°C for 12 weeks, it was found that glass bottle could reduce moisture gain, browning reaction and delayed darkening of syrup color.

Dried longan flesh jam was formulated by using passion juice as natural acidulant and using natural pectin from passion fruit peel compared with commercial pectin. The product composed of longan sugar syrup (55 degree Brix) 45.67%, chopped dried longan flesh 20.55%, honey 17.35%, chopped inner portion of passion fruit peel 13.70%, passion fruit juice 2.28% and citric acid 0.45%. The jam was prepared by soaking chopped dried longan flesh with longan sugar syrup and passion fruit juice and kept in refrigerator about 4°C for at least 12 hours. Mixed chopped inner portion of passion fruit peel in longan sugar syrup, heat gently and added chopped dried longan flesh in the syrup and juice, stirred until total soluble solid increased up to 65

degree Brix, then stopped heating, added citric acid and mixed thoroughly. The finished product was packed into 2 types of bottles (glass or PET) and then stored at 25°C for 12 weeks. It was found that glass bottle could reduce moisture gain, browning reaction and delayed dark color of jam.

Snackbars of dried longan flesh was formulated with chopped dried longan flesh and dried strawberry, roasted black and white rice grain, honey and glucose syrup. The product was packed into 3 types of packaging materials (LDPE, nylon/LLDPE and laminated aluminum foil) and then stored at 25°C for 24 weeks. Results showed that the best packaging material for snackbars was laminated aluminium foil bag which possessed a good storage life of over 24 weeks. High quantities of antioxidants were also retained in the snackbars with added dried strawberry and roasted black rice. The Hunter colour and water activity values suggested that there was no extra browning reaction. Therefore, snackbars formulated from dried fruit, roasted rice and sugars should offer a good source of calories, antioxidant and also contain dietary fiber from dried fruit, so it may be a convenient functional food for school children and adults.

The technology of new longan product processes was transferred to small-scale industries and household villagers. The training courses were performed twice with total 63 participants. They highly appreciated training courses.

Key words :- Longan fruit, longan sugar syrup, dried longan flesh jam, dried longan flesh snackbars

สัญญาเลขที่ DBG5380028

โครงการ เรื่องการเพิ่มมูลค่าเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยอบแห้งเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ

(Value Added of Fresh and Dried Longan Flesh for Health Food Products)

EXECUTIVE SUMMARY

1. คณะผู้ดำเนินการวิจัย

1.1 ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร. นิธิยา รัตนานนท์ หัวหน้าโครงการวิจัย
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

1.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุจินดา ศรีวัฒนะ ผู้ร่วมวิจัย

สาขาวิชาเทคโนโลยีพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร

1.3 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุทัศน์ สุระวัง ผู้ร่วมวิจัย

สาขาวิชาเทคโนโลยีพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร

1.4 อาจารย์ ดร. เจิมขวัญ สังข์สุวรรณ ผู้ร่วมวิจัย

สาขาวิชาเทคโนโลยี การบรรจุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร

2. สาขาวิชาที่ทำการวิจัย - สาขาวิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์
- สาขาวิชาเทคโนโลยีการบรรจุ

3. ระยะเวลาดำเนินงานตลอดโครงการ 1 ปี 6 เดือน และขอขยายเวลาอีก 6 เดือน

4. งบประมาณที่ได้รับ 535,280.00 บาท

5. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ลำไยเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของจังหวัดเชียงใหม่และภาคเหนือตอนบน ปลูกมากในจังหวัดลำพูนและเชียงใหม่ ปัจจุบันพบว่าลำไยเป็นผลิตผลเกษตรที่มีปัญหา เกี่ยวกับปริมาณผลผลิตสดล้นตลาด รัฐบาลต้องมีมาตรการเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวเป็นประจำทุกปี และมีการกระตุ้นให้มีการบริโภคผลลำไยสดกันทั่วประเทศ และกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดให้ลำไยเป็น 1 ใน 4 สินค้า Product champion ซึ่งในแต่ละปีสามารถส่งออก ผลลำไยทำรายได้เข้าประเทศเป็นมูลค่าหลายพันล้านบาท โดยมีปริมาณและมูลค่าการส่งออกทั้งผลลำไยสด (แช่เยือกแข็ง) ผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้ง ทั้งผลและเนื้อลำไยอบแห้งสีทอง และยังสนับสนุนให้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ จากผลลำไยมากขึ้น เพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ และเพิ่มแนวทางการใช้ประโยชน์จาก ผลลำไย

ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาผลิตภัณฑ์จากเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยอบแห้งสีทองให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม โดยการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น แยมและสแนคบาร์จากเนื้อลำไยอบแห้ง โดยไม่ใช้สารปรุงแต่งสังเคราะห์ นอกจากจะเป็นการแก้ปัญหาผลลำไยล้นตลาดและมีราคาตกต่ำแล้ว ยังเป็นการช่วยเหลือเกษตรกรผู้ปลูกลำไยได้อีกทางหนึ่ง และทำให้ผู้บริโภคได้บริโภคผลิตภัณฑ์ลำไยที่เป็นอาหารเพื่อสุขภาพที่มีสารไฟโตเคมีคอล

6. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 6.1 เพื่อให้ทราบกรรมวิธีการผลิตน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น
- 6.2 เพื่อให้ทราบสูตรและกรรมวิธีการผลิตแยมลำไย-เสาวรสที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
- 6.3 เพื่อให้ทราบสูตรและกรรมวิธีการผลิตสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

7. ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ 3 ชนิด คือผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น จากเนื้อลำไยสด และนำเนื้อลำไยอบแห้งสีทองมา แปรรูปเป็นแยมลำไย-เสาวรส และสแนคบาร์จากเนื้อลำไยอบแห้งชนิดแท่ง โดยใช้ส่วนผสมที่เป็นสารธรรมชาติทั้งหมด เพื่อประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค

8. ประโยชน์ที่ได้รับ

8.1 ได้ผลิตภัณฑ์ลำไยใหม่เพิ่มขึ้น 3 ชนิด และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลลำไยสด เนื้อลำไยอบแห้งสีทองและผลเสาวรศ

8.2 ได้ทราบถึงชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา

8.3 ได้ถ่ายทอดผลงานวิจัยที่ได้ไปสู่ผู้ประกอบการระดับอุตสาหกรรมและกลุ่มแม่บ้านรวม 63 คน

9. สรุปผลงานวิจัย

9.1 การผลิตและการเก็บรักษาน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

การผลิต น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นทำโดย คั้นเนื้อลำไยสดด้วยเครื่องบีบอัดระบบไฮดรอลิก หลังจากนั้นนำน้ำลำไยสดที่ได้ไปประเหยไล่น้ำออกด้วยหม้อต้มสองชั้นด้วยความดันไอน้ำ 1.0-1.2 บาร์ จนได้น้ำเชื่อมลำไยมีความเข้มข้นที่ 55 องศาบริกซ์ บรรจุขณะร้อนในขวดแก้ว และขวดพลาสติกที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ปิดฝาให้สนิท และทำให้เย็นโดยเร็ว เช็ดขวดแก้วให้แห้งสนิทและเก็บรักษาไว้ในที่มืดไม่มีแสง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าขวดแก้วรักษาความชื้นในกล่องที่ชะลอปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล และป้องกันไม่ให้เกิดสีคล้ำได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์พลาสติก

9.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรศและการเก็บรักษา

สูตรแยมลำไย -เสาวรศที่เหมาะสมประกอบด้วย น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่ 55 องศาบริกซ์ ร้อยละ 45.67 เนื้อลำไยอบแห้งสีทอง ร้อยละ 20.55 น้ำผึ้งดอกลำไย ร้อยละ 17.35 เปลือกด้านในของผลเสาวรศ ร้อยละ 13.70 น้ำเสาวรศ ร้อยละ 2.28 และกรดซิตริก ร้อยละ 0.45 ผลิตโดยนำเนื้อลำไยอบแห้งปั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ ผสมกับน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นร้อยละ 70 ของปริมาณน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นทั้งหมดที่ใช้ในส่วนผสม และน้ำเสาวรศ ในถุงเย็นปิดปากถุงให้สนิทและนำแช่ไว้ในตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) อย่างน้อย 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเปลือกด้านในเสาวรศปั่นกับน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นส่วนที่เหลือให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน และให้ความร้อนจนส่วนผสมมีลักษณะใสขึ้น เดิมส่วนของเนื้อลำไยอบแห้งที่ผสมกับน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น ให้ความร้อนจนและคนให้ผสมเข้ากันดี เมื่อส่วนผสมมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 65 องศาบริกซ์ หยดให้ความร้อนเดิมกรดซิตริกและผสมให้เข้ากัน หลังจากนั้นบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนทันที ปิดฝาให้สนิท และทำให้เย็น

โดยเร็ว เมื่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แอมลัมไบ -เสารส ในบรรจุภัณฑ์แก้วและพลาสติก PET ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า บรรจุภัณฑ์แก้วสามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงความชื้น ชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล และสีคล้ำของแอมได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์พลาสติก PET

9.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งและการเก็บรักษา

สูตรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง ประกอบด้วยข้าวพองจากข้าวเหนียวขาว ร้อยละ 18.92 ข้าวพองจากข้าวเหนียวดำ ร้อยละ 18.92 เนื้อลำไยอบแห้งสีทอง ร้อยละ 18.92 สตอเบอร์รี่อบแห้ง ร้อยละ 18.92 กลูโคสไซรัป ร้อยละ 10.08 น้ำผึ้งดอกลำไย ร้อยละ 9.83 และแอลมอนต์หั่นชิ้นบาง ร้อยละ 4.41 นำข้าวพองมาล้างน้ำทำความสะอาด นำข้าวเหนียวใส่ในหม้อหุงข้าว เติมน้ำลงไป 1.5 เท่าของน้ำหุงข้าวเหนียวขณะแห้ง หุงจนข้าวเหนียวสุก เกลี่ยข้าวเหนียวขณะร้อนลงบนถาด ปล่อยให้เย็นแล้วนำไปอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดข้าวแยกออกจากกันและนำไปทอดในน้ำมันที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส จนได้ข้าวพองมีสีเหลือง หลังจากนั้น ให้ความร้อนแก่กลูโคสไซรัปที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที เติมน้ำผึ้งและให้ความร้อน ต่ออีก เป็นเวลา 3 นาที ใส่ผลไม้อบแห้งและส่วนผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 3 นาที เติมน้ำข้าวพองทั้งสองชนิดและส่วนผสมให้เข้ากันดี เทส่วนผสมทั้งหมดลงบนถาดที่รองพื้นด้วยแอลมอนต์อัดส่วนผสมให้แน่น นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำส่วนผสมที่อยู่ในถาดตัดให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ บรรจุในถุง และปิดผนึกให้แน่นสนิท

เมื่อทดลองการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ ถุง LDPE, nylon/LLDPE และ laminated aluminum foil ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์ พบว่า ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ LDPE มีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 4 สัปดาห์ ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ nylon/LLDPE มีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 8 สัปดาห์ และที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated aluminum foil มีอายุการเก็บรักษามากกว่า 24 สัปดาห์ เนื่องจากถุง laminated aluminum foil สามารถป้องกันความชื้นที่เป็นสาเหตุหลักของการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งได้ดีกว่าถุง LDPE และ nylon/LLDPE

9.4 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลำไย

ผลงานวิจัยนี้ได้จัดการอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น แยมลำไย -เสาวรส และสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง ให้แก่ผู้ประกอบการและผู้สนใจทั่วไป จำนวน 2 รุ่น รวมผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการจำนวน 63 คน ผู้เข้าร่วมอบรมได้ทดลองปฏิบัติจริงในการทำแยมลำไย -เสาวรส และสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมอยู่ในระดับพอใจมากถึงพอใจมากที่สุด

9.5 ข้อเสนอแนะ

ก. การผลิตน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นโดยการระเหยน้ำภายใต้ระบบสุญญากาศทำให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยที่เข้มข้นที่มีคุณภาพดี แต่การวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดทางด้านเครื่องมือที่มีขนาดเล็กทำให้ไม่สามารถผลิตได้เป็นปริมาณมากในระดับอุตสาหกรรม เพื่อให้มีความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์

ข. ผลิตภัณฑ์ทั้งแยมลำไย-เสาวรสและสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งสามารถนำไปผลิตในระดับอุตสาหกรรมเชิงพาณิชย์ได้

ค. ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงเนื่องจากมีสารอาหารหลักครบถ้วน และมีสาร พฤษเคมีด้วย จึงควรนำไปผลิตเป็นอาหารเสริมหรืออาหารว่างสำหรับนักเรียน เพื่อป้องกันการขาดสารอาหารและพลังงาน โดยเฉพาะผู้ที่ไม่ได้บริโภคผักและผลไม้ ซึ่งจะทำให้ร่างกายขาดเส้นใยอาหาร ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งนี้ ผลิตจากผลไม้อบแห้งถึง 2 ชนิด จึงช่วยเพิ่มเส้นใยอาหารได้

ง. ควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ผลไม้อบแห้งชนิดแท่งที่ผลิตจากผลไม้อบแห้งชนิดอื่นๆ เช่น กล้วยตาก มะเฟืองอบแห้ง มะเขือเทศเชอร์รี่อบแห้ง และอาจใช้เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เมล็ดทานตะวัน และงา มาใช้ทดแทนแอลมอนต์หั่นชิ้นบางได้ และควรส่งเสริมให้มีการบริโภคมากขึ้นด้วย เพราะเป็นอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย

10. การนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการ

ได้นำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ International Conference of Food and Applied Bioscience วันที่ 6-7 กุมภาพันธ์ 2555 ในหัวข้อเรื่อง “Effect of Packaging Materials on Shelf life of Snack Bar”

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ลำไยเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งของจังหวัดเชียงใหม่และภาคเหนือตอนบนปลูกมากในจังหวัดลำพูนและเชียงใหม่ ปัจจุบันพบว่าลำไยเป็นผลิตผลเกษตรที่มีปัญหาปริมาณผลสดล้นตลาด จึงเป็นผลไม้ที่รัฐบาลต้องมีมาตรการเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวเป็นประจำทุกปี ด้วยการกระตุ้นให้มีการบริโภคลำไยสดทั่วประเทศ เพิ่มการรับซื้อลำไยสดมาแปรรูป และมีการสนับสนุนให้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากลำไย เพื่อช่วยเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ และเพิ่มแนวทางการใช้ประโยชน์จากผลลำไย (ธวัชชัยและคณะ, 2548) ลำไยเป็นผลไม้ทางเศรษฐกิจที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากของประเทศไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตภาคเหนือ โดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดให้ลำไยเป็น 1 ใน 4 สินค้า product champion ซึ่งในแต่ละปีสามารถส่งออกผลลำไยทำรายได้เข้าประเทศเป็นมูลค่าหลายพันล้านบาท โดยมูลค่าส่งออกผลลำไยสด (แช่เยือกแข็ง) และผลิตภัณฑ์ลำไยอบแห้งในปี พ.ศ. 2551 สูงถึง 2,630 และ 1,832 ล้านบาท ตามลำดับ ทำให้เกษตรกรหลายรายปรับเปลี่ยนพื้นที่ที่เคยปลูกข้าวมาตอนเปลี่ยนเป็นปลูกลำไยมากขึ้น ประกอบกับการใช้สารโพแทสเซียมคลอเรต จึงทำให้มีผลผลิตลำไยเพื่อการบริโภคและการจำหน่ายตลอดทั้งปี และเมื่อถึงฤดูกาลที่ลำไยให้ผลผลิตตามปกติทำให้มีปริมาณผลผลิตในตลาดมากเกินไป และมีราคาตกต่ำตามกลไกตลาด ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงต้องหาวิธีการแปรรูปลำไยให้มีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายมากขึ้น โดยปัจจุบันผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ผลิตมาจากผลลำไยไม่ว่าจะเป็น น้ำลำไย ลำไยกระป๋อง ลำไยอบแห้งและใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ต่างๆ แต่ยังมีมูลค่าเพิ่มไม่สูงมากนัก

ด้วยเหตุนี้จึงเกิดแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์จากลำไย ให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม โดยการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์น้ำลำไยเข้มข้น สแนคบาร์จากเนื้อลำไยอบแห้ง และแยมเนื้อลำไย โดยไม่ใช้สารปรุงแต่งที่เป็นสารสังเคราะห์ นอกจากเป็นการแก้ไขปัญหาลำไยล้นตลาดและมีราคาตกต่ำแล้ว ยังเป็นการช่วยเหลือเกษตรกรผู้ปลูกลำไยได้อีกทางหนึ่ง และยังทำให้ผู้บริโภคได้รับประทานผลิตภัณฑ์ลำไยที่เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อให้ทราบกรรมวิธีการผลิตน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น
- 1.2.2 เพื่อให้ทราบสูตรและกรรมวิธีการผลิตแยมลำไย-เสาวรส ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
- 1.2.3 เพื่อให้ทราบสูตรและกรรมวิธีการผลิตสแนคบาร์ลำไย ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

- 1.3.1 ได้ผลิตภัณฑ์ลำไยเพิ่มขึ้น 3 ชนิด ได้แก่ น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น แยมลำไยผสม
น้ำเสาวรส สแนคบาร์เนื้อลำไยอบแห้ง ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค เป็นการเพิ่ม
มูลค่าให้กับผลลำไยสด เนื้อลำไยอบแห้ง และผลเสาวรส
- 1.3.2 สามารถถ่ายทอดความรู้ที่ได้ไปสู่ระดับอุตสาหกรรม
- 1.3.3 ได้ผลงานวิจัยตีพิมพ์ระดับชาติและนานาชาติรวม 3 เรื่อง

1.4 วิธีการวิจัย

วิธีการวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

- ตอนที่ 1 การผลิตน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น
- ตอนที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสที่ไม่ใช้สารปรุงแต่งสังเคราะห์
- ตอนที่ 3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไย
- ตอนที่ 4 การศึกษาหาชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บ
รักษา
- ตอนที่ 5 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลำไย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลำไย

ลำไย (longan) จัดเป็นพืชในตระกูล Sapindaceae มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Dimocarpus longan* Lour จัดเป็นพืชไม้ผลเขตร้อนและกึ่งร้อน ลำไยปลูกมากในจังหวัดลำพูน และเชียงใหม่ เป็นไม้ผลเศรษฐกิจสำคัญที่รัฐบาลจัดให้อยู่ในกลุ่มสินค้าเพื่อการส่งออก ลักษณะของผลลำไยดังในภาพที่ 1 ในปีพ.ศ. 2554 ประเทศไทยมีการส่งออกผลลำไยและผลิตภัณฑ์ลำไยจำนวนทั้งสิ้น 483,844 ตัน มีมูลค่าทั้งสิ้น 13,408 ล้านบาท โดยตลาดส่งออกผลลำไยสดที่สำคัญตามปริมาณมูลค่าการส่งออก ได้แก่ จีน (ร้อยละ 33) อินโดนีเซีย (ร้อยละ 27) และฮ่องกง (ร้อยละ 22) ส่วนตลาดผลลำไยอบแห้งกว่าร้อยละ 90 ส่งออกไปจีน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555)



ภาพที่ 2.1 ลำไย (*Euphoria longana* Lam.)

ที่มา: สถาบันวิชาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (2550)

ผลผลิตลำไยสามารถส่งออกจำหน่ายได้หลายทาง ทั้งตลาดบริโภคผลสดภายในประเทศ และตลาดต่างประเทศ ในรูปของผลลำไยสด ลำไยแช่แข็ง ลำไยอบแห้ง และลำไยกระป๋อง โดยพันธุ์ลำไยที่มีการส่งเสริมให้มีการปลูกกันมากในปัจจุบันเป็นพันธุ์คอ ถึงร้อยละ 78 เนื่องจากเป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพดี มีเนื้อหนา กรอบ มีรสหวาน กลิ่นหอม และมีเมล็ดเล็ก เหมาะสำหรับนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ และเมื่อนำมาอบแห้งแล้วยังได้คุณภาพดีอีกด้วย นอกจากนั้นพันธุ์อื่นๆ สามารถนำมาแปรรูปได้เช่นกันไม่ว่าจะเป็น พันธุ์เบี้ยวเขียว หัว สีชมพู และพันธุ์พื้นเมืองอื่นๆ (โครงการพัฒนาขีดความสามารถในธุรกิจลำไยไทย, 2550)

เนื้อลำไยมีกลิ่นหอม จึงเป็นสมบัติที่ใช้บ่งชี้คุณภาพของผลลำไย และยังเป็นลักษณะกลิ่นเฉพาะ โดยเฉพาะลำไยพันธุ์คอ มี 4 สารให้กลิ่น ได้แก่ *cis*-ocimene, (α)-ocimene, ethyl acetate และ ethanol (Lapsongphol and Mahayothee, 2007) เนื่องจากเนื้อลำไยมีรสหวาน ส่วนประกอบทางเคมี

ของเนื้อลำไยจึงมีน้ำตาลอยู่ 3 ชนิด คือ กลูโคส (glucose) ฟรุคโทส (fructose) และซูโครส (sucrose) (Li *et al.*, 2009) นอกจากนี้ยังพบกรดจำนวนเล็กน้อย ตัวอย่างกรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่พบ เช่น กรดกลูโคนิก (gluconic acid) กรดมาลิก (malic acid) และกรดซิตริก (citric acid) (Li *et al.*, 2004; Wang *et al.*, 2009) รวมทั้งยังมีกรดแอมิโน โดยเฉพาะกรดแกมมาแอมิโนบิวทีริก (γ -aminobutyric acid) และมีค่าพีเอชหรือความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 6.7- 6.9 (Zheang *et al.*, 2008)

2.1.1 คุณค่าทางโภชนาการของผลลำไย

คุณค่าทางโภชนาการอาหารของผลลำไยสดและลำไยแห้ง จะแตกต่างกันตามสายพันธุ์ (Wen *et al.*, 2010) ดังตารางที่ 2.1 สำหรับปริมาณน้ำตาลในผลลำไยจะเพิ่มขึ้นเมื่อผลลำไยแก่เต็มที่ นอกจากนั้นปริมาณน้ำตาลยังผันแปรขึ้นอยู่กับพื้นที่ปลูกและสายพันธุ์ ผลลำไยที่ยังไม่สุกจะมีปริมาณกรดมาลิก และกรดซิตริก ในปริมาณที่สูง และจะค่อยลดลง และมีกรดแกมมาแอมิโนบิวทีริก อยู่ในช่วง 51-180 มิลลิกรัมต่อลำไยสด 100 กรัม (Zheng *et al.*, 2008)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการอาหารของผลลำไยสดและลำไยแห้ง (ร้อยละของส่วนที่บริโภคได้)

ส่วนประกอบ	ผลลำไยสด	ผลลำไยแห้ง
ความชื้น (ร้อยละ)	81.10	17.80
ไขมัน (ร้อยละ)	0.11	0.48
เส้นใย (ร้อยละ)	0.28	1.60
โปรตีน (ร้อยละ)	0.97	4.60
เถ้า (ร้อยละ)	0.56	2.86
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	16.98	72.70
พลังงานความร้อน (กิโลแคลอรี/100 กรัม)	72.79	311.80
แคลเซียม (มิลลิกรัม/100 กรัม)	5.70	27.70
เหล็ก (มิลลิกรัม/100 กรัม)	0.35	2.39
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม/100 กรัม)	35.50	159.50
โซเดียม (มิลลิกรัม/100 กรัม)	-	4.50
โพแทสเซียม (มิลลิกรัม/100 กรัม)	-	2,010.00
ไนอะซิน (มิลลิกรัม/100 กรัม)	-	3.03
กรดแพนโททินิก (มิลลิกรัม/100 กรัม)	-	0.57
วิตามินบีสอง (มิลลิกรัม/100 กรัม)	-	0.37
วิตามินซี (มิลลิกรัม/100 กรัม)	69.20	137.80

ที่มา: รัตนา และคณะ (2547)

ผลลำไยนอกจากมีรสหวาน ยังมีกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวโดยกลิ่นหอมในลำไยเป็นสมบัติที่บ่งชี้คุณภาพของลำไย ซึ่งเป็นลักษณะกลิ่นเฉพาะองค์ประกอบของสารที่ให้กลิ่นในผลลำไยพันธุ์อีดอ มี 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ (z)-ocimene, (β)-ocimene, ethyl acetate และ ethanol (Lapsongphol and Mahayothee, 2007) ซึ่งสอดคล้องกับ Zhang *et al.* (2008) และ Zhang *et al.* (2009) ที่รายงานว่าองค์ประกอบของสารให้กลิ่นในลำไย ซึ่งพบทั้งหมด 28 ชนิด สารให้กลิ่นหลักคือ (β)-ocimene, 3,4-dimethyl-2,4,6-octatriene, ethyl acetate, allo-ocimene และ 1-ethyl-6-ethylidene-cyclohexane

2.1.2 พฤษเคมีในผลลำไย

ในผลลำไย ประกอบด้วยสารประกอบฟีนอล กรดไขมัน และโปรตีน โดยกลุ่มของสารประกอบฟีนอลที่พบในเปลือกของผลลำไย ได้แก่ gallic acid, corilagin, ellagic acid, (-)-epicatechin, 4-O-methylgallic acid, flavones glycoside, glycosides quercetin และ kaempferol (Jaithrong *et al.*, 2006; Rangkadilok *et al.*, 2005; Shi *et al.*, 2008; Sun *et al.*, 2007) ส่วนในเมล็ดสารประกอบฟีนอล ที่พบ ได้แก่ ethyl gallate 1- β -O-galloyl-D-glucopyranose, methyl brevifolin carboxylate, grevifolinand-4-O- α -L-rhamnopyranosyl-ellagic acid, gallic acid, corilagin และ ellagic acid (Zheng *et al.*, 2009) และในเนื้อลำไยยังพบ lysophosphatidyl choline, phosphatidyl choline, phosphatidyl inositol, phosphatidyl serine, phosphatidyl ethanolamine, phosphatide และ phosphatidic acid glycerol (Sheng and Wang, 2010) นอกจากนี้ในเปลือกลำไยยังประกอบด้วยพอลิแซ็กคาไรด์ (Jiang *et al.*, 2009) ซึ่ง ได้แก่ L-arabinofuranose (ร้อยละ 32.8) D-glucopyranose (ร้อยละ 17.6) D-galactopyranose (ร้อยละ 33.7) และ D-galacturonic acid (ร้อยละ 15.9) (Yang *et al.*, 2009)

2.1.3 สมบัติทางเภสัชวิทยา

สารประกอบฟีนอลที่พบในผลไม้และผักกำลังได้รับความนิยม เนื่องจากเชื่อกันว่ามีประโยชน์ต่อร่างกาย (Jacob *et al.*, 2008; Lampila *et al.*, 2009) โดยที่พบทั้งในเนื้อ เปลือก และเมล็ด และมีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สารยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส (anti-tyrosinase), antigly-cated และสารต้านมะเร็ง (Prasad *et al.*, 2009; Rangkadilok *et al.*, 2007; Soong and Barlow, 2004; Yang *et al.*, 2008) นอกจากนี้ยังมีการนำสารสกัดจากลำไยมาใช้ร่วมกับยา พบว่ามีประสิทธิภาพดีขึ้นในการรักษาผู้ป่วย ส่วนเปลือกและเมล็ดลำไยเป็นของเหลือทิ้ง มีประมาณร้อยละ 16-40 ของลำไยทั้งผล ดังนั้นจึงใช้ผลิตเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากธรรมชาติและเป็นส่วนผสมของยาได้ (Yang *et al.*, 2010)

2.1.4 สารต้านอนุมูลอิสระ

ผลงานวิจัยที่ผ่านมาได้รายงานว่าในผลลำไยมีสารต้านอนุมูลอิสระ (De Assis *et al.*, 2009; Wen *et al.*, 2010) โดยสารประกอบฟีนอลจากส่วนของเนื้อลำไยมีประสิทธิภาพสูงสุด (Duan *et al.*, 2007) สารต้านอนุมูลอิสระในผลลำไยจะแตกต่างกันตามสายพันธุ์ ซึ่ง Yamaguchi *et al.* (2000) พบว่า ลำไยพันธุ์ Kusan มีปริมาณ FRAP น้อยที่สุด 4.19 มิลลิโมลต่อลิตร จากลำไยทั้งหมด 16 พันธุ์

2.1.5 สารยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนส

เอนไซม์ไทโรซิเนส (EC 1.14.18.1) เป็นเอนไซม์แคทาไลซ์ (catalyze) และไฮดรอกซิเลชัน (hydroxylation) ของสารประกอบฟีนอล ซึ่งได้แก่ ไทโรซีน (tyrosine) ที่เปลี่ยนเป็น *O*-diphenols และเปลี่ยน oxidation เป็น *O*-quinones นอกจากนี้เอนไซม์ไทโรซิเนส ยังมีผลต่อการผลิตเมลานิน ซึ่งมีการใช้สารต้าน เอนไซม์ไทโรซิเนส ในการรักษาโรคกระด้างผิวหนังและการที่ผิวหนังมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นหรืออาจเห็นเป็นสีคล้ำจนถึงดำ เกิดจากการที่มีเม็ดสีดำของผิวที่เรียกว่า *melanin pigment* เพิ่มขึ้น (melanin hyperpigmentation) อีกทั้งยังมีการใช้ในเครื่องสำอาง เป็น whitening (Shaheen *et al.*, 2005) Yang *et al.* (2008) พบว่าพอลิแซ็กคาไรด์ในเปลือกลำไยสามารถยับยั้งการทำงานของ Tyrosinase ได้

2.1.6 Anti-glycated activity

Glycation ทำให้เกิดโรคเบาหวานและทำให้เกิดการแก่ (Yamaguchi *et al.*, 2000) ผลการศึกษาในเปลือกผลลำไยพบพอลิเมอร์ที่ด้านการทำงาน glycation ได้ (Yang *et al.*, 2009) โดยการสกัดร่วมกับอัลตราโซนิก จะเพิ่มปริมาณสารต้าน glycation ในเปลือกลำไย ซึ่งจะช่วยป้องกันโรคเบาหวานและชะลอความแก่

2.1.7 Potential anticancer activity

สารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากการสกัดเมล็ดลำไย ทางด้านเภสัชวิทยาได้นำมาใช้ในการบำบัดโรคในมนุษย์ โดย พบว่าสารสกัดจากเปลือกลำไยสามารถต้านเซลล์มะเร็ง HepG52, A549 และ SGC7901 ได้ (Prasad *et al.*, 2009)

2.2 การแปรรูปผลิตภัณฑ์ลำไย

ผลลำไยสดนอกจากรับประทานในรูปผลสดแล้ว ยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้มากมายหลายชนิด เพื่อเพิ่มมูลค่าและยืดอายุการเก็บ เช่น ลำไยอบแห้งทั้งเปลือก เนื้อลำไยอบแห้งสีทอง เนื้อลำไยผสมน้ำตาลทรายแดงตากแห้ง ลำไยคอง ลำไยกวนปรุงรส ลำไยแช่อิ่ม ลำไยผง น้ำลำไยสดหวานเข้มข้น น้ำลำไยแห้งเข้มข้น ลำไยสดกวน ลำไยแห้งกวน ลำไยกระป๋อง หรือ

บรรจุขวดในน้ำเชื่อม และลำไยแช่แข็ง (สินธนา, 2543) ผลลำไยยังสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ๆ ได้อีก ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ลำไยที่ควรพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ได้แก่

2.2.1 น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

ผลไม้สามารถนำมาผลิตเป็นน้ำผลไม้เข้มข้นได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มสารอาหารในน้ำผลไม้และยังประหยัดพื้นที่ในการขนส่ง กระบวนการผลิตน้ำผลไม้เข้มข้น ประกอบด้วย การสกัดน้ำผลไม้ การกรอง การให้ความร้อน การทำให้เข้มข้น การบรรจุและการเก็บรักษา (รุ่งนภา, 2535) ชรินทร์ และคณะ (2548) ได้ผลิตน้ำลำไยเข้มข้นโดยการต้มภายใต้สุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที โดยค่อยๆ ปรับความดันลง 150 มิลลิบาร์ ทำให้ได้น้ำลำไยเข้มข้น 60 องศาบริกซ์ พบว่า มีน้ำตาลกลูโคส และน้ำตาลซูโครส เท่ากับ 19.49 และ 42.70 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งสอดคล้องกับกมลวรรณ (2549) ที่ระเหยน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นร้อยละ 50 โดยวิธีระเหยภายใต้สุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำตาลซูโครส ร้อยละ 48.06 ซึ่งสูงกว่าการทำให้เข้มข้นแบบต้มเคี่ยวแห้ง นอกจากนี้การผลิตน้ำเชื่อมลำไยโดยวิธีระเหยภายใต้สุญญากาศ จะมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ รสชาติ ดี และกลิ่นรส ใกล้เคียงกับลำไยสด (ชนพล และศิริรักษ์, 2548) การทำให้น้ำลำไยเข้มข้นโดยกระบวนการระเหยภายใต้สุญญากาศจะไม่ทำลายคุณค่าทางโภชนาการ เนื่องจากใช้สภาวะสุญญากาศค่อนข้างสูง ดังนั้นน้ำอิสระ (free water) จะระเหยออกไปได้เร็ว (รุ่งนภา, 2535)

2.2.4 แยม

แยมเป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อผลไม้กับสารให้ความหวานอาจผสมน้ำผลไม้หรือน้ำผลไม้เข้มข้นด้วย แล้วทำให้มีความข้นเหนียว หรือกึ่งแข็งกึ่งเหลวพอเหมาะสำหรับใช้ทา (spreadability) มีสี กลิ่น รส ตามชนิดของผลไม้ที่ใช้ทำ อาจใช้ส่วนผสมอาหารที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในการปรุงแต่งสีได้ มีปริมาณสารที่ละลายได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 (ภาพที่ 2.2) แบ่งได้เป็นสองประเภทคือ ประเภทที่ประกอบด้วยเนื้อผลไม้ทั้งหมดไม่ต่ำกว่าร้อยละ 45 ของน้ำหนัก และประเภทที่มีเนื้อผลไม้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 33 ของน้ำหนัก ผลไม้ที่ใช้อาจใช้ผลไม้ชนิดเดียวกัน หรือผลไม้หลายชนิด กรณีที่ใช้ผลไม้ชนิดเดียวกัน เช่นฝรั่งต้องมีเนื้อผลไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 18 หากใช้น้ำมะม่วงหิมพานต์ต้องมีเนื้อผลไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 20 ถ้าใช้ กระจับปิง มะม่วง จะต้องมีส่วนผสมผลไม้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 25 กรณีที่ใช้ผลไม้สองชนิดต้องมีสัดส่วนที่เป็นผลไม้ชนิดหลักร้อยละ 50 - 75 ของน้ำหนักส่วนที่เป็นผลไม้ทั้งหมด ยกเว้น ผลไม้จำพวกแตง มะละกอ อาจมีได้ถึงร้อยละ 95 ของน้ำหนักส่วนที่เป็นผลไม้ทั้งหมด สำหรับมะนาว จึงจะต้องมีส่วนผสมผลไม้ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 โดยที่ส่วนผสมหลักอาจมากกว่าร้อยละ 75 กรณีที่ใช้ผลไม้ 3 ชนิด จะต้องเป็นผลไม้ชนิดหลัก ร้อยละ 33.3-75 ของส่วนที่เป็น

ผลไม้ทั้งหมด และกรณีที่ใช้ผลไม้ 4 ชนิด จะต้องมีส่วนที่เป็นผลไม้หลักร้อยละ 25-75 ของส่วนที่เป็นผลไม้ทั้งหมด (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2521)

Food and Drug Administration (2003) ได้ให้คำนิยามของแยม คือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อผลไม้ผสมน้ำตาลซูโครส หรือน้ำผลไม้ หรือน้ำผลไม้เข้มข้น และมีความหนืดที่เหมาะสม โดยกำหนดว่าต้องมีส่วนผสมของเนื้อผลไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของน้ำหนัก



ภาพที่ 2.2 แยมผลไม้

ที่มา : Joluisse (2012)

แยมเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ผู้บริโภคให้การยอมรับและมีการบริโภคเป็นจำนวนมากไม่ว่าจะเป็นแยมสตอเบอรี่ แยมส้ม แยมบลูเบอรี่ หรือแยมผลไม้รวม โดยมูลค่าตลาดรวมผลิตภัณฑ์ขนมปังมีจำนวน 3,000 ล้านบาท แบ่งเป็นผลิตภัณฑ์ Spread มูลค่า 2,000 ล้านบาทและผลิตภัณฑ์แยมมูลค่า 1,000 ล้านบาท และมีอัตราการเติบโตร้อยละ 17 ต่อปี (โจเซฟ, 2548) และในปี 2550 มีการส่งออกแยมผลไม้ตระกูลส้มปริมาณ 26.6 ตัน คิดเป็นมูลค่ากว่า 1.4 ล้านบาท (สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์, 2550)

2.2.5 ขนมขบเคี้ยวชนิดแท่งหรือสแนคบาร์

สแนคบาร์เป็นขนมขบเคี้ยวเพื่อสุขภาพประเภทหนึ่ง มีลักษณะเป็นแท่ง ตัวอย่างผลิตภัณฑ์แสดงดังภาพที่ 2.3 กรรมวิธีพื้นฐานในการผลิตคือ นำวัตถุดิบซึ่งส่วนใหญ่นิยมผลิตจาก ผลไม้อบแห้ง ธัญพืชอบแห้ง ถั่วประเภทต่างๆ ข้าวพอง และน้ำผลไม้เข้มข้นชนิดต่างๆ มาให้ความร้อน และผสมให้เข้ากัน ใช้ตัวเชื่อม เช่น กลูโคสไซรัพ (glucose syrup) คอร์นไซรัพ (corn syrup) หรือแบ่งเป็นตัวเชื่อมให้วัตถุดิบเหล่านั้นยึดติดกัน หลังจากนั้นจึงนำไปแช่เย็น หรือนำไปอบก่อนที่จะนำไปตัดเป็นแท่ง (Dutcosky *et al.*, 2006; Yang and Garfield, 2006) สแนคบาร์เป็นขนมที่กำลังได้รับความนิยมเนื่องจากผู้บริโภคใส่ใจต่อสุขภาพมากขึ้น ต้องการขนมขบเคี้ยวที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ มีความ

สะดวกต่อการบริโภคและพกพา นอกจากนี้สแนคบาร์ยังช่วยให้ผู้บริโภคสามารถบริโภคผลไม้ได้ง่ายขึ้น เพราะส่วนใหญ่ผลิตจากผลไม้อบแห้ง ในประเทศอังกฤษมีรายงานว่ากลุ่มคนวัยทำงานเริ่มมีการบริโภคอาหารเข้าที่โต๊ะทำงานมากขึ้น และนิยมบริโภคสแนคบาร์ประเภทซีเรียลบาร์ (cereal bar) ฟรุตบาร์ (fruit bar) แทนการบริโภคอาหารเข้า นอกจากนี้ สแนคบาร์ยังมีแนวโน้มที่ได้รับความนิยมในกลุ่มวัยรุ่น เนื่องจากเป็นขนมที่บริโภคได้ง่าย (The UK Food and Beverage Report, 2004) นอกจากนี้ Eyre (2007) รายงานว่าในปีพ.ศ. 2550 สแนคบาร์ ประเภท sport and energy bar ซึ่งเป็นสแนคบาร์ที่ให้วิตามิน และพลังงานสูง เหมาะกับนักกีฬาที่ต้องการความรวดเร็ว และสะดวกในการบริโภค พบว่ามียอดขายเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.7 มุสลีย์บาร์มียอดขายเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.2 และสแนคบาร์ประเภทอื่นร้อยละ 9.1 จากข้อมูลข้างต้น สแนคบาร์จึงเป็นขนมที่ได้รับความนิยมกันโดยทั่วไป



ภาพที่ 2.3 ขนมขบเคี้ยวชนิดแท่ง หรือสแนคบาร์

สำหรับประเทศไทย ในอดีตสแนคบาร์เป็นขนมขบเคี้ยวที่ยังไม่ได้รับความนิยมมากนัก แต่ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ในกลุ่มนี้มีวางจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ผู้บริโภคหาซื้อจากร้านสะดวกซื้อได้ง่ายขึ้น ดังนั้นการนำผลไม้ที่มีปัญหาในด้านการผลิต หรือราคาการจำหน่ายตกต่ำในประเทศไทยไปพัฒนาเป็นขนมขบเคี้ยวในรูปแบบสแนคบาร์ จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีศักยภาพในการแข่งขันทางการตลาด

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

3.1 วัตถุดิบ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

- 1.) ผลลำไยสดพันธุ์ดอ
- 2.) เนื้ออบแห้งสีทองซื้อจากห้างหุ้นส่วนจำกัด ทองพูนฟูดส์ จังหวัดลำพูน
 - 3.) ผลสตรอเบอรี่อบแห้งซื้อจากบริษัท ดอยคำผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด
- 4.) ผลเสาวรสพันธุ์เปลือกสีเหลือง
- 5.) Low methoxyl pectin
- 6.) น้ำผึ้งดอกลำไยซื้อจาก ห้างหุ้นส่วนจำกัดฟาร์มผึ้งพัฒนกิจ จังหวัดเชียงใหม่
- 7.) ข้าวเหนียวดำ ตราไร้ทิพย์ จาก บริษัท ไร่ชัยญะ จำกัด
- 8.) ข้าวเหนียวขาว ตราข้าวแสนดี จาก บริษัท ข้าวแสนดี จำกัด
- 9.) กลูโคสไซรัพ
 - 10.) น้ำมันปาล์ม ตรา มรกต จาก บริษัท มรกต อินดัสตรีส์ จำกัด มหาชน
- 11.) แอลมอนด์สไลด์ ตรา Heritage จาก Heritage Snacks & Foods Co., Ltd.
- 12.) กรดซิตริก

3.1.2 อุปกรณ์

- 1.) ขวดแก้ว
 - 2.) กระทะเคลือบเทฟลอน
- 3.) ถาดอะลูมิเนียม
- 4.) Spectrophotometer (Spectronic GENESYS 10S Series, USA)
- 5.) Hot air oven, (FED 530, USA)
- 6.) Water Vapour Permeation Analysers (Illinois 60051, USA)
- 7.) Gas permeability Tester (model vac-v1, Japan)
- 8.) Analytical Balance (HR-202P, Japan)

3.1.3 สารเคมี

- 1.) Sodium bisulphate (Loba Chemie, India)
- 2.) Carrez solution I (QRec, New Zealand)
- 3.) Carrez solution II (QRec, New Zealand)
- 4.) 2-Thiobarbituric acid (MERCK, Germany)
- 5.) Trichloroacetic acid (MERCK, Germany)
- 6.) Acid ortho-phosphorique 85% (MERCK, Germany)
- 7.) Butylated Hydroxytoluene (MERCK, Germany)
- 8.) Ethanol (MERCK, Germany)
- 9.) 1,1,3,3-Tetraethoxypropane (SIGMA-ALDRICH, USA)

3.2 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนได้แก่

ตอนที่ 1 การผลิตน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

1.1 การเตรียมน้ำลำไย

นำผลลำไยทั้งผลที่ปอกเปลือกจากก้านแล้วมาล้างทำความสะอาด คัดผลที่มีตำหนิออก หลังจากนั้นก็ล้างเมล็ดด้วยน้ำสะอาดและแกะเปลือกออกนำเนื้อลำไยที่ได้ไปปั่นเอาส่วนที่เป็นน้ำด้วยเครื่องบีบอัดด้วยระบบไฮดรอลิก (hydraulic press) (ภาพที่ 3.1) กรองน้ำลำไยที่ได้อีกครั้งด้วยผ้าขาวบาง บรรจุน้ำลำไยที่ได้ในถุงพอลิเอทิลีน 2 ชั้นปิดปากถุงให้สนิท ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส โดยการแช่เยือกแข็งเพื่อรอทำการนำมาทำการทดลองในขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 3.1 การคั้นน้ำลำไยโดยใช้เครื่องบีบอัดด้วยระบบไฮดรอลิก (hydraulic press)

1.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำน้ำลำไยให้ใสโดยการหมุนเหวี่ยง

ทำการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำให้น้ำลำไยใสโดยการตกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง (Kubota 5100, Japan) โดยศึกษาความเร็วรอบที่ใช้ในการหมุนเหวี่ยง และระยะเวลาที่ใช้ทำการวิเคราะห์ความใสของน้ำลำไยที่ได้โดยวัดปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้น และวัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid, TSS) เป็นองศาบริกซ์และวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์ (pH meter, 827 pH, Switzerland)

1.3 การศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นโดยการระเหยน้ำภายใต้ความดันต่ำและการใช้ความร้อนด้วยหม้อต้มสองชั้น (double steam jacket)

ทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำน้ำลำไยเข้มข้น โดยการระเหยเอาน้ำออกภายใต้ความดัน โดยใช้เครื่องระเหยน้ำแบบหมุนภายใต้ความดัน ทำการศึกษาอุณหภูมิและความดันที่เหมาะสมในการทำน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น เนื่องจากการลดความดันมีผลทำให้จุดเดือดของน้ำลดลง (Roos, 1995) โดยพบว่าที่ความดัน 50 มิลลิบาร์ (mBar) น้ำจะเดือดที่อุณหภูมิ 32.9 องศาเซลเซียส (Erle and Schubert, 2001) จากการศึกษาสภาวะการทำน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นโดยการระเหยภายใต้ความดัน โดยใช้เครื่องระเหยน้ำสุญญากาศแบบหมุน (vacuum rotary evaporator, Buchi: Model R205, Japan) ทำการลดระดับความดันลงเหลือที่ความดันคงที่ 60 มิลลิบาร์ และอุณหภูมิน้ำร้อน 60 องศาเซลเซียส จนได้น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น 55 องศาบริกซ์เปรียบเทียบกับการทำให้น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นเป็น 55 องศาบริกซ์ โดยการให้ความร้อนด้วยหม้อต้มสองชั้น (double steam jacket) (ภาพที่ 3.2 และ 3.3) ทำการวิเคราะห์ปริมาณ TSS ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ด้วยเครื่องวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w , AquaLab LITE, USA) วัดสีด้วยเครื่องวัดสี [Hunterlab color meter (ColorQuest XE, USA)] และปริมาณร้อยละผลผลิตที่ได้รับ



ภาพที่ 3.2 การต้มน้ำลำไยให้เข้มข้นโดยใช้หม้อต้มสองชั้น (double steam jacket)



ภาพที่ 3.3 ลักษณะของน้ำลำไยที่ทำให้เข้มข้นโดยใช้หม้อต้มสองชั้น

ตอนที่ 2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสที่ไม่ใช้สารปรุงแต่งสังเคราะห์

2.1 การศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตแยมลำไย-เสาวรสในทางการค้า

ทำการผลิตแยมลำไยเสาวรสจากสูตรต้นแบบ และดัดแปลงกรรมวิธีการมาจากวิณีและสุจินดา (2552) ซึ่งส่วนผสมของแยมลำไยเสาวรสสูตรต้นแบบที่ใช้ในการศึกษาทดลองประกอบด้วย น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น ร้อยละ 100

น้ำผึ้งดอกลำไย ร้อยละ 38 ของปริมาณน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

เนื้อลำไยอบแห้งสีทอง ร้อยละ 25 ของปริมาณน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

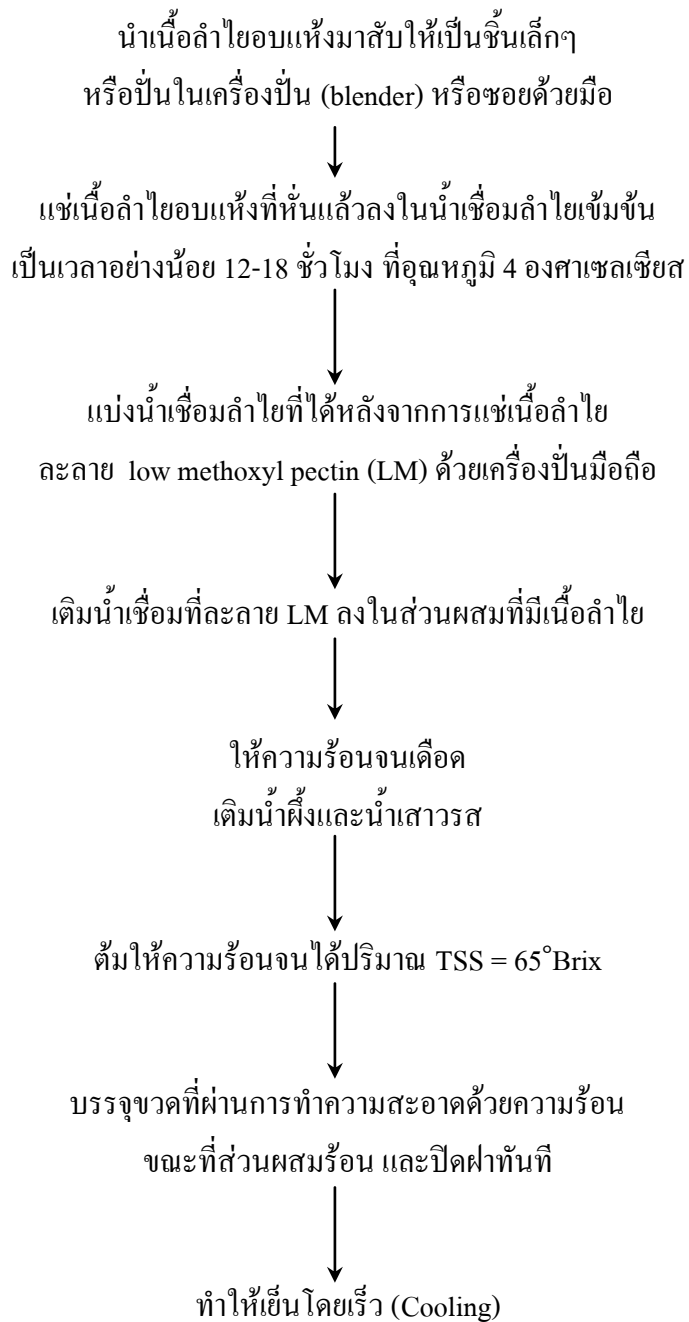
น้ำเสาวรส ร้อยละ 25 ของปริมาณน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

Low methoxyl pectin ร้อยละ 2.5 ของปริมาณน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

กรดซิตริก ร้อยละ 1 ของปริมาณน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

กรรมวิธีการผลิตแยมลำไยผสมน้ำเสาวรสมีกระบวนการดังแสดงในภาพที่ 3.4

จากส่วนผสมและกระบวนการผลิตข้างต้นจึงทำการวางแผนการทดลองเพื่อหาส่วนผสมที่เหมาะสมแบบ Mixture Design โดยได้ผันแปรส่วนผสม 2 ชนิด คือ เนื้อลำไยอบแห้ง และน้ำเสาวรส ทำการออกแบบการทดลองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Design-Expert version 6.0.10 (Statease Inc., USA) ได้สิ่งทดลองทั้งหมด 8 สิ่งทดลองดังตารางที่ 3.1



ภาพที่ 3.4 กรรมวิธีการผลิตแยมลำไย-เสาวรศ

ตารางที่ 3.1 สิ่งทดลองของการศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรส*

สิ่งทดลอง	ส่วนประกอบในสูตร (ร้อยละ)	
	เนื้อลำไยอบแห้ง	น้ำเสาวรส
1	0.00	100.00
2	100.00	0.00
3	50.00	75.00
4	25.00	75.00
5	75.00	25.00
6	33.33	66.67
7	0.00	100.00
8	100.00	0.00

*ส่วนผสมทั้งสองชนิดคิดเป็นร้อยละ 50 ของปริมาณน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น และทุกสิ่งทดลองมีส่วนผสมของน้ำผึ้งดอกลำไย ร้อยละ 38, Low methoxyl pectin ร้อยละ 2.5 และกรดซิตริกร้อยละ 1 ของปริมาณน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

นำผลิตภัณฑ์แยมที่ได้ในแต่ละสิ่งทดลองวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพดังนี้

1. วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity, a_w) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (AquaLab LITE, USA)
2. วัดค่าสี ทำการวัดค่าสีแยมลำไยเสาวรสนับแต่ละสิ่งทดลองในระบบ CIE ด้วยเครื่องวัดสี (Color Quest II, USA) โดยวัดค่า L^* , a^* และ b^*
3. วิเคราะห์คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส

วิเคราะห์โดยทำการวัด Firmness ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส [Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus (Stable Micro Systems, UK)] ใช้หัววัดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ระยะการกดจากผิวหน้าตัวอย่างแยมสูง 20 มิลลิเมตร

4. วิเคราะห์ปริมาณ TSS

วิเคราะห์ปริมาณ TSS โดยใช้เครื่อง Hand-held refractometer (ATAGO, Japan)

5. การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยได้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ (Laboratory test) ณ ห้องประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส สาขาวิชาเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (Peryam and Pilgrim, 1957) โดย 1 เท่ากับ ไม่ชอบมากที่สุด 5 เท่ากับ บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ และ 9 เท่ากับ ชอบมากที่สุด ทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SuSense, Thailand) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 100 คน

ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมายคือ นักศึกษาในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่เคยบริโกลแยม ลำไย และเสาวรส ผู้ทดสอบโดยไม่ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น แต่ใช้แบบการสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความสะดวก (convenience sampling) ซึ่งผู้ทดสอบได้ให้คะแนนความชอบในด้าน ความชอบโดยรวม การทำกลิ่นรส และรสหวาน ก่อนผู้บริโกลทำการทดสอบจะมีการปฐมนิเทศผู้บริโกลที่จะทำการทดสอบ เพื่อให้เข้าใจการทดสอบและหลักเกณฑ์การให้คะแนนในคุณลักษณะต่างๆ ตัวอย่างแยมที่จะทำการทดสอบจะถูกบรรจุไว้ในถ้วยพลาสติกใสที่มีฝาปิดสนิทปริมาณ 15 กรัม เสนอตัวอย่างพร้อมขนมปังขาว และช้อนทานขนมปัง แต่ละตัวอย่างถูกกำหนดด้วยรหัสเลขสุ่ม 3 ตัว สุ่มลำดับการนำเสนอและเสนอตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) เมื่อทำการทดสอบเสร็จผู้บริโกลจะได้รับของที่ระลึกเป็นของตอบแทนในการทดสอบด้วย

2.2 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมของแยมลำไย-เสาวรสที่ใช้แพกตินจากเปลือกด้านในของ

ผลเสาวรส

เมื่อได้สูตรที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 2.1 แล้ว ได้ทำการแปรผันปริมาณเปลือกด้านในของผลเสาวรสทดแทนการใช้ปริมาณเพกตินทางการค้า ที่ใช้ในสูตรที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองที่ 2.1 โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยได้ทำการแปรผันปริมาณเปลือกด้านในของผลเสาวรส 3 ระดับ คือร้อยละ 30 , 40 และ 50 ของปริมาณน้ำเชื่อมลำไยที่ใช้ในส่วนผสม และทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ลักษณะเปลือกด้านในของผลเสาวรสดังในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ลักษณะเปลือกด้านในของผลเสาวรส

นำผลิตภัณฑ์แยมที่ได้ในแต่ละสิ่งทดลองวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ ดังนี้

1. วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity, a_w) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (AquaLab LITE, USA)
2. วัดค่าสี ทำการวัดค่าสีแยมลำไย-เสาวรสในแต่ละสิ่งทดลองในระบบ CIE ด้วยเครื่องวัดสี (Color Quest II, USA) โดยวัดค่า L^* , a^* และ b^* คำนวณหาค่า Chroma และ Hue angle

3. วัดลักษณะเนื้อสัมผัส ทำการวัดวัดลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส [Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus (Stable Micro Systems, UK)] ใช้หัววัดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ระยะการกดจากผิวหน้าตัวอย่างเยลลี่สูง 20 มิลลิเมตร
4. วัดปริมาณ TSS วัดปริมาณ TSS โดยใช้เครื่อง Hand-held refractometer (ATAGO, Japan)
5. การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทำการประเมินการยอมรับของผู้บริโภค โดยทำการทดสอบชิมในห้องปฏิบัติการ (laboratory test) ที่ห้องประเมินทางประสาทสัมผัส สาขาวิชาเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย-เชียงใหม่ โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (Peryam and Pilgrim, 1957) โดย 1 เท่ากับ ไม่ชอบมากที่สุด 5 เท่ากับ บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ และ 9 เท่ากับ ชอบมากที่สุด

ทำการทดสอบด้วยแบบทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป (SuSense, Thailand) กับผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 100 คน ผู้ทดสอบชิมกลุ่มเป้าหมายคือ นักศึกษาในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่เคยรับประทานแยม ลำไย และเสาวรส กลุ่มผู้ทดสอบชิมโดยไม่ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น แต่เป็นแบบการสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความสะดวก (convenience sampling) ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบในด้าน ความชอบโดยรวม การทำ กลิ่นรส และรสหวาน ก่อนผู้ทดสอบชิมจะทำการทดสอบ ได้จัดการปฐมนิเทศให้ผู้ทดสอบชิมเข้าใจวิธีการประเมินและหลักเกณฑ์การให้คะแนนในคุณลักษณะต่างๆ ตัวอย่างเยลลี่ที่จะทำการทดสอบจะถูกบรรจุไว้ในถ้วยพลาสติกใสที่มีฝาปิดสนิทประมาณ 15 กรัม นำเสนอตัวอย่างพร้อมขนมปังขาว และช้อนทานขนมปัง แต่ละตัวอย่างจะถูกกำหนดด้วยรหัสเลขสุ่ม 3 ตัว สุ่มลำดับการนำเสนอและเสนอตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) (ภาพที่ 3.6) เมื่อทำการทดสอบเสร็จผู้บริโภคจะได้รับของที่ระลึกเป็นของตอบแทนในการเป็นผู้ประเมินผล



ภาพที่ 3.6 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค
ต่อแยมลำไย-เสาวรส

ตอนที่ 3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้ง

3.1 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง

ได้ทำการศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งโดยดัดแปลงส่วนผสมและกรรมวิธีการผลิตตามวิธีของวาทัญญและสุดาพร (2554) ดังภาพที่ 3.7 และส่วนผสมของสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งต้นแบบที่ใช้ในการศึกษาทดลองมีประกอบดังในตารางที่ 3.2

ขั้นตอนการเตรียมข้าวพอง

ล้างทำความสะอาดข้าวสารข้าวเหนียว ใส่ในหม้อหุงข้าว (Toshiba, RC-18NMF, Japan) เติมน้ำลงไปเป็นปริมาณ 1.5 เท่าของน้ำหนักข้าวสารข้าวเหนียวขณะแห้ง จากนั้นหุงจนข้าวเหนียวสุกเกลี่ยข้าวเหนียวที่สุกขณะร้อนลงบนถาด ปล่อยให้เย็นสักครู่ นำข้าวเหนียวไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำให้เมล็ดข้าวแยกออกและนำไปทอดในน้ำมันที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส จนได้ข้าวพองมีสีเหลืองอ่อน และส่วนผสมทั้งหมดแสดงดังภาพที่ 3.8

ตารางที่ 3.2 ส่วนผสมของสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งต้นแบบ

ส่วนผสม	ปริมาณร้อยละ	ลักษณะ ของส่วนผสม
ข้าวพองจากข้าวเหนียวขาว	50	
ข้าวพองจากข้าวเหนียวดำ	50	
ผลไม้อบแห้ง* (*เนื้อลำไยอบแห้งสีทองและสตรอเบอรี่อบแห้ง)	100**	
น้ำผึ้ง	26**	
กลูโคสไซรัป	20**	
แอลมอนด์หั่นชิ้นบางๆ (slide almond)	10**	

** ร้อยละของปริมาณข้าวพองทั้งหมด

ทำการศึกษาทดลองหาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งโดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture Design ซึ่งทำการผันแปรส่วนผสมทั้งหมด 2 ปัจจัย ได้แก่ เนื้อลำไยอบแห้งสีทอง และสตอเบอรี่อบแห้ง โดยวางแผนการทดลองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Design-Expert version 6.0.10 (Statease Inc., Minneapolis, USA, 2000) ได้สิ่งทดลองทั้งหมด 8 สิ่งทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ชั่งกลูโคสไซรัปใส่ลงในกระทะ



ให้ความร้อนจนกลูโคสไซรัปมีอุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส

เติมส่วนผสมของน้ำผึ้งและให้ความร้อนจนส่วนผสมมีอุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส และให้ความร้อนต่อไปเป็นเวลา 3 นาที



เติมส่วนผสมของผลไม้แห้งและให้ความร้อนต่อไปอีกเป็นเวลา 3 นาที จนส่วนผสมให้เข้ากัน



เติมส่วนผสมของข้าวพองและคนให้ส่วนผสมทั้งหมดกระจายตัวสม่ำเสมอ



เทส่วนผสมที่ได้ลงในถาดที่รองพื้นด้วยแอลมอนต์หั่นชิ้นบางๆ



กดส่วนผสมให้เกาะตัวกันแน่น*



นำถาดผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ที่ได้แช่เย็นไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

นำสแนคบาร์ที่ได้มาตัดเป็นแท่งตามขนาดที่ต้องการ

บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม



ภาพที่ 3.7 กระบวนการผลิตสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง

*ในการทดลองใช้ส่วนผสมของข้าวพองทั้งหมดปริมาณ 500 กรัม ใส่ส่วนผสมที่ได้ใส่ลงในถาดสี่เหลี่ยมขนาด 14 x 14 x 1 นิ้ว และกดส่วนผสมให้มีความสูง 2 ใน 3 ของความสูงของถาดที่ใช้



ภาพที่ 3.8 ส่วนผสมทั้งหมดของการแปรรูปสแนคบาร์ลำไยอบแห้ง

ตารางที่ 3.3 สิ่งทดลองในการศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง*

สิ่งทดลอง	ปริมาณส่วนผสม(ร้อยละ)	
	ลำไยอบแห้งสีทอง	สตรอบเบอร์อบแห้ง
1	100.00	0.00
2	75.00	25.00
3	50.00	50.00
4	75.00	25.00
5	87.50	12.50
6	62.50	37.50
7	50.00	50.00
8	100.00	0.00

*ส่วนประกอบทั้งสองในตารางรวมกันร้อยละ 100 คิดเป็นร้อยละ 100 ของปริมาณข้าวพองทั้งหมดและในแต่ละสิ่งทดลองประกอบด้วยข้าวพองร้อยละ 100, น้ำผึ้งร้อยละ 26 ของปริมาณข้าวพองที่ใช้ทั้งหมด, กลูโคสไซรัปร้อยละ 20 ของปริมาณข้าวพองที่ใช้ทั้งหมด และแอลมอนคัสชั่นบางร้อยละ 10 ของปริมาณข้าวพองที่ใช้ทั้งหมด

นำผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยชนิดแท่งที่ได้จากในแต่ละสิ่งทดลองมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพดังนี้

1. วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (% moisture content: AOAC, 2003)
2. วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity, a_w) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (AquaLab LITE, USA)
3. วัดค่าสี ทำการวัดค่าสีแบบลำไยเสาวรสีในแต่ละสิ่งทดลองในระบบ CIE ด้วยเครื่องวัดสี (Color Quest II, USA) โดยวัดค่า L^* , a^* และ b^*
4. วัดคุณภาพทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส

โดยทำการวัดค่าความแข็ง (hardness) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส [Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus (Stable Micro Systems, UK)] ใช้หัววัด BLADE SET WITH KNIFE ขนาดของตัวอย่าง 25 x 50 x 18 มิลลิเมตร ระยะการกดสูงจากผิวหน้าตัวอย่าง 25 มิลลิเมตร (pre-test speed: 2 mm/s; test speed: 1 mm/s; post-test speed: 10 mm/s)

5. การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยใช้การทดสอบแบบสถานที่ชุมชน (Central location test, CLT) ทำการทดสอบ ณ ห้างบิ๊กซีซูเปอร์เซ็นเตอร์ สาขาหางดง จังหวัดเชียงใหม่ และองค์การสโมสรนักศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (ภาพที่ 3.9) โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (Peryam and Pilgrim, 1957) โดย 1 เท่ากับ ไม่ชอบมากที่สุด 5 เท่ากับ บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ และ 9 เท่ากับชอบมากที่สุด ทำการทดสอบกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 200 คน ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมายคือ วัยรุ่นและวัยทำงาน ทำการสุ่มผู้ทดสอบโดยไม่ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น ตัวอย่างแต่ละสิ่งทดลองมีขนาด 1 x 1 นิ้ว ถูกบรรจุไว้ในถุงพลาสติกที่ปิดสนิท แต่ละตัวอย่างถูกกำหนดด้วยรหัสเลขสุ่ม 3 ตัว สุ่มลำดับการนำเสนอและเสนอตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) ผู้ทดสอบทำการให้คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม



ภาพที่ 3.9 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค ต่อสแนคบาร์ลำไยชนิดแท่ง ณ ห้างบิ๊กซีซูเปอร์เซ็นเตอร์ สาขาหางดง จังหวัดเชียงใหม่ และองค์การสโมสรนักศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

6. การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์สแนคบาร์

6.1 การวิเคราะห์สมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยใช้วิธี DPPH

ประยุกต์จากวิธีของ Mahattanatawee *et al.* (2006) และวิธีของสุทัศน์และคณะ (2550) มีวิธีการคือ เตรียมสารละลาย DPPH (2,2'-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) ความเข้มข้น 6×10^{-5} mM และใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย ทำการทดลองโดยปิเปตต์สารละลาย DPPH จำนวน 1 มิลลิลิตร ลงในขวดสีชาขนาด 5 มิลลิลิตร แล้วหยดสารสกัดจำนวน 40 ไมโครลิตร ลงไปในสารละลาย DPPH เขย่าที่

อุณหภูมิห้อง จากนั้นตั้งตัวอย่างไว้ในที่มีดเป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความคลื่น 517 นาโนเมตร ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่าง นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์โดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก (gallic acid) แล้วรายงานความสามารถในการเป็นสารต้านออกซิเดชันของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ในรูปของมิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมตัวอย่างผลิตภัณฑ์สแนคบาร์

6.2 วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (% moisture content: AOAC, 2003)

6.3 วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity, a_w) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ(AquaLab LITE, USA)

6.4 วัดค่าสี ทำการวัดค่าสีผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ในแต่ละสิ่งทดลองในระบบ CIE ด้วยเครื่องวัดสี (Color Quest II, USA) โดยวัดค่า L^* , a^* , b^* และคำนวณเป็นค่า Chroma และ Hue angle

6.5 วัดคุณภาพด้านลักษณะเนื้อสัมผัส โดยทำการวัดค่าความแข็ง (hardness) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส [Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus (Stable Micro Systems, UK)] ใช้หัววัด BLADE SET WITH KNIFE ขนาดของตัวอย่าง 25 x 50 x 18 มิลลิเมตร ระยะการกดสูงจากผิวหน้าตัวอย่าง 25 มิลลิเมตร(pre-test speed: 2 mm/s; test speed: 1 mm/s; post-test speed: 10 mm/s)

6.6 การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคโดยการทดสอบแบบสถานที่ชุมชน (Central location test, CLT) ทำการทดสอบ ณ ห้างบิ๊กซีซูเปอร์เซ็นเตอร์ สาขาหาดง จังหวัดเชียงใหม่ และ องค์การสตรีศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (Peryam and Pilgrim, 1957) โดย 1 เท่ากับ ไม่ชอบมากที่สุด 5 เท่ากับ บอกไม่ได้ว่าชอบ หรือไม่ชอบ และ 9 เท่ากับชอบมากที่สุด ทำการทดสอบกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 200 คน ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมายคือ วัยรุ่น และวัยทำงาน ทำการสุ่มผู้ทดสอบโดยไม่ใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น ตัวอย่างแต่ละสิ่งทดลองมีขนาด 1 x 1 นิ้ว ถูกบรรจุไว้ในถุงพลาสติกที่ปิดสนิท แต่ละตัวอย่างจะถูกกำหนดด้วยรหัสเลขสุ่ม 3 ตัว สุ่มลำดับการนำเสนอและเสนอตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) ผู้ทดสอบจะทำการให้คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม

ตอนที่ 4 การศึกษาหาชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา

4.1 ผลกระทบที่น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

ทำการศึกษาน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่เหมาะสมและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ บรรจุภัณฑ์แก้ว และบรรจุภัณฑ์พลาสติกชนิด PET ขนาดบรรจุ 120 มิลลิลิตร ทำการเก็บรักษาไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส ทำการสุ่มตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 0 ของการเก็บรักษาและทุกๆ 2 สัปดาห์ระหว่างการเก็บรักษาเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพดังนี้

4.1.1 วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (% moisture content: AOAC, 2003)

4.1.2 วัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity, a_w) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ

(AquaLab LITE, USA)

4.1.3 วิเคราะห์ปริมาณ Hydroxyl methyl furfural (HMF) (AOAC, 2003)

4.1.4 วิเคราะห์คุณภาพทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส

ทำการวัดค่าความหนืด ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส [Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus (Stable Micro Systems, UK)] ใช้ชุดเครื่องมือ Back extrusion RIG 35 mm disc กดบริเวณตรงกลางตัวอย่าง โดยกดลงไปลึก 20 มิลลิเมตร จากผิวหน้าของตัวอย่าง (pre-test speed: 1.5 mm/s; test speed: 2.0 mm/s; post-test speed: 2.0 mm/s; trigger force: 5 g)

4.1.5 วัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid, TSS) ด้วยเครื่อง Hand held refractometer (ATAGO, Japan)

4.1.6 วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter (827 pH, Switzerland)

4.1.7 วัดค่าสี ทำการวัดค่าของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในระหว่างการเก็บรักษาโดยใช้ระบบ CIE ด้วยเครื่องวัดสี (Color Quest II, USA) โดยวัดค่า L^* , a^* และ b^* และคำนวณหาค่า Chroma (C^*) และ Hue angle (h°) ของผลิตภัณฑ์ จากสมการดังต่อไปนี้

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$h^\circ = \tan^{-1} (b^*/a^*)$$

เมื่อ; C^* = ความเข้มของสี

h° = ค่าเฉดสี (h)

L^* = ความสว่าง

a^* = ค่าสีแดงและสีเขียว

b^* = ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน

4.1.8 วิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000) ในสัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 12 ของการเก็บรักษา

4.2 ผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรส

ได้ทำการศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาของแยมลำไย-เสาวรสในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ บรรจุภัณฑ์แก้ว และบรรจุภัณฑ์พลาสติกใสชนิด PET ขนาดบรรจุ 120 มิลลิลิตร ทำการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศา - เซลเซียส ทำการสุ่มตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 0 ของการเก็บรักษาและทุกๆ 2 สัปดาห์ระหว่างการรักษาเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพดังนี้

4.2.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (% moisture content: AOAC, 2003)

4.2.2 วิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity, a_w) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (AquaLab LITE, USA)

4.2.3 วิเคราะห์ปริมาณ Hydroxyl methyl furfural (HMF)(AOAC, 2003)

4.2.4 วิเคราะห์คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส

วิเคราะห์โดยทำการวัดค่า Hardness ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus (Stable Micro Systems, UK) ใช้หัววัดทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร (DIA Cylinder stainless) กดบริเวณผิวหน้าของตัวอย่าง โดยกดลงไปลึก 20 มิลลิเมตร 6 จุด (pre-test speed: 1.5 mm/s; test speed: 2.0 mm/s; post-test speed: 10.0 mm/s; trigger force: 10 g) (วิศน์, 2552)

4.2.5 วิเคราะห์ปริมาณ Total Soluble Solid (TSS) ด้วยเครื่อง hand held refractometer (ATAGO, Japan)

4.2.6 วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter (827 pH, Switzerland)

4.2.7 วิเคราะห์ค่าสี ทำการวัดค่าสีแยมลำไยเสาวรสในแต่ละสิ่งทดลองในระบบ CIE ด้วยเครื่องวัดสี (Color Quest II, USA) โดยวัดค่า L^* , a^* และ b^* คำนวณหาค่าความสดของสี (C^*) และค่าเฉดสี (h) ของผลิตภัณฑ์ จากสมการดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 C^* &= (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \\
 h &= \tan^{-1} (b^*/a^*) \\
 \text{เมื่อ; } C^* &= \text{ความสดของสี} \\
 h &= \text{ค่าเฉดสี (h)} \\
 L^* &= \text{ความสว่าง} \\
 a^* &= \text{ค่าสีแดงและสีเขียว} \\
 b^* &= \text{ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงิน}
 \end{aligned}$$

4.2.8 วิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000) ในสัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 12 ของการเก็บรักษา

4.3 ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไย

ได้ทำการศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการรักษาของสแนคบาร์ลำไยในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด ได้แก่ บรรจุภัณฑ์ LDPE บรรจุภัณฑ์ LDPE/nylon และ บรรจุภัณฑ์ laminate aluminum foil ขนาดของผลิตภัณฑ์ 25 x 50 x 18 มิลลิเมตร ทำการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส ทำการสุ่มตัวอย่างในสัปดาห์ที่ 0 ของการเก็บรักษาและทุก ๆ 2 สัปดาห์ระหว่างการรักษาเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพดังนี้

4.3.1 วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (% moisture content: AOAC, 2003)

4.3.2 วิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity, a_w) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ(AquaLab LITE, USA)

4.3.3 วิเคราะห์ค่าสี ทำการวัดค่าสีแฮมลำไยเสาวรสีในแต่ละสิ่งทดลองในระบบ CIE ด้วยเครื่องวัดสี (Color Quest II, USA) โดยวัดค่า L^* , a^* และ b^* คำนวณหาค่า ความสดของสี (C^*) และค่าเฉดสี (h) ของผลิตภัณฑ์ จากสมการดังต่อไปนี้

4.3.4 วิเคราะห์คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส โดยทำการวัดค่า Hardness ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus (Stable Micro Systems, UK) ใช้หัววัด BLADE SET WITH KNIFE ขนาดของตัวอย่าง 25 x 50 x 18 มิลลิเมตร ระยะการกดจากผิวหน้าตัวอย่าง 25 มิลลิเมตร(pre-test speed: 2 mm/s; test speed: 1 mm/s; post-test speed: 10 mm/s)

4.3.5 วิเคราะห์ปริมาณ Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) (Miller, 1998)

4.3.6 วิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์การตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2000) ในสัปดาห์ที่ 0 และสัปดาห์ที่ 12 ของการเก็บรักษา

ตอนที่ 5 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์ลำไย

ได้ทำการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น แฮมลำไย-เสาวรสี และสแนคบาร์ลำไย ที่ได้ทำการพัฒนาเรียบร้อยแล้ว แก่ผู้ประกอบการและผู้สนใจทั่วไปจำนวน 2 รุ่น รุ่นละ 30 คน ในระหว่างวันที่ 22-23 มีนาคม 2555 ณ สาขาวิชาเทคโนโลยีพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การผลิตน้ำเชื่อมลำไย

4.1.1 การเตรียมน้ำเชื่อมลำไย

ผลลำไยที่ใช้ในการศึกษาทดลองครั้งนี้เป็นลำไยพันธุ์ค้อ ซึ่งมีผลผลิตเป็นปริมาณมากในช่วงฤดูการผลิตในเขตภาคเหนือ และผลการวิเคราะห์ผลลำไยพันธุ์ค้อจำนวน 1 กิโลกรัม (3 ซ้ำ) พบว่ามีส่วนประกอบของเปลือก เนื้อลำไย และเมล็ด เป็นร้อยละดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ส่วนประกอบของผลลำไยพันธุ์ค้อ (ร้อยละ)

ปริมาณผลผลิต	ส่วนต่างๆ	เปลือก	เมล็ด	เนื้อลำไย
ร้อยละ		11.10	26.73	62.17

เมื่อนำเนื้อลำไยไปทำการบีบอัดด้วยเครื่องบีบอัดด้วยระบบไฮดรอลิก (hydraulic press) เพื่อให้ได้น้ำลำไยสดผลการบีบอัดได้ปริมาณน้ำลำไยสดคิดเป็นร้อยละ 71.23 ของปริมาณเนื้อลำไยสด ซึ่งน้ำลำไยที่ได้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ (TSS) อยู่ระหว่าง 13-15 เปอร์เซ็นต์

4.1.2 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำน้ำลำไยให้ใสโดยใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง

ผลการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำน้ำลำไยให้ใสโดยใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง (Kubota 5100, Japan) ที่ความเร็วรอบ 2,500 และ 5,000 รอบต่อนาที (rpm) เป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และนำน้ำลำไยที่ได้ไปวัดปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นโดยการชั่งน้ำหนักตะกอน ค่าความหวานด้วย Hand-held refractometer (ATAGO, Japan) และวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณตะกอน ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำลำไย

คุณลักษณะ	Control	2,500 rpm 5 min	5,000 rpm 5 min
น้ำหนักตะกอน (%) (ns)	-	1.1 ± 0.3	1.2 ± 0.2
TSS (%) (ns)	13.2 ± 0.1	13.1 ± 0.10	13.0 ± 0.1
pH (ns)	6.69 ± 0.05	6.70 ± 0.03	6.69 ± 0.07

ผลการศึกษาทดลองหาวิธีการทำน้ำลำไยให้ใสด้วยการหมุนเหวี่ยง พบว่าการหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 2,500 และ 5,000 รอบต่อนาที (rpm) เป็นเวลา 5 นาที มีปริมาณของน้ำหนักระง่อนที่แยกได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และการหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบดังกล่าวพบว่าที่ความเร็วรอบทั้งสองน้ำลำไยมีลักษณะสีขุ่นขาวเช่นเดียวกัน มี % TSS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเมื่อเทียบกับน้ำลำไยที่ไม่ผ่านการหมุนเหวี่ยงพบว่ามีค่า % TSS ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นเดียวกัน และผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด -ด่างพบว่าน้ำลำไยที่ผ่านการหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 2,500 และ 5,000 รอบต่อนาที (rpm) และน้ำลำไยที่ไม่ได้ผ่านการหมุนเหวี่ยงมีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

4.1.3 การศึกษาสภาวะการทำน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นโดยการระเหยน้ำออกภายใต้ความดันและการใช้ความร้อนด้วยหม้อต้มสองชั้น (double steam jacket)

ผลการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นโดยการระเหยภายใต้ความดันด้วยเครื่องระเหยน้ำสุญญากาศแบบหมุน (vacuum rotary evaporator, Buchi: Model R205, Japan) ทำการลดระดับความดันลงให้คงที่ที่ 60 มิลลิบาร์ และอุณหภูมิความร้อน 60 องศาเซลเซียส จนได้น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น 55 องศาบริกซ์ ใช้เวลาทั้งหมด 90 นาที (ต่อน้ำลำไยสด 628 กรัม) ได้น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น 55 องศาบริกซ์ คิดเป็นร้อยละ 18.79 ของน้ำลำไยคั้นสด น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่ได้มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน

ผลการศึกษาสภาวะการทำน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นโดยใช้หม้อต้มสองชั้น ทำการให้ความร้อนจนได้น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่ 55 องศาบริกซ์ เช่นเดียวกัน ใช้เวลาทั้งหมด 180 นาที (ต่อน้ำลำไยสด 420 กรัม) ได้น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น 55 องศาบริกซ์ คิดเป็นร้อยละ 23.33 ของน้ำลำไยสด น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่ได้มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม ลักษณะของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่ได้ดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ลักษณะของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่ได้โดยใช้หม้อต้มสองชั้น

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น ได้แก่ ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w) และค่าสี (L^* , a^* , b^*) ได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางด้านเคมีกายภาพของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น 55 องศาบริกซ์

Physicochemical	Process	Vacuum rotary evaporator	Double steam jacket
วอเตอร์แอกติวิตี (a_w) (ns)		0.692 ± 0.007	0.699 ± 0.013
L^*		$29.59 \pm 0.01a$	$23.10 \pm 0.07b$
a^*		$0.96 \pm 0.10b$	$3.73 \pm 0.09a$
b^*		$7.66 \pm 0.03a$	$4.84 \pm 0.14b$
Hue angle		$82.85 \pm 0.12a$	$52.38 \pm 0.12b$
Chroma (ns)		4.15 ± 0.07	4.14 ± 0.09

ผลการศึกษาการทำน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น โดยการระเหยนํ้าภายใต้ความดันและการให้ความร้อนด้วยหม้อต้มสองชั้น พบว่าน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่ได้มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และผลการวิเคราะห์ค่าสีพบว่าค่าสีของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น โดยการระเหยนํ้าภายใต้ความดันและการให้ความร้อนด้วยหม้อต้มสองชั้น มีค่าสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยค่าสีของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น โดยการระเหยนํ้าภายใต้ความดันมีค่าสี L^* มากกว่า ค่าสีของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่ได้การให้ความร้อนด้วยหม้อต้มสองชั้น

โดยเมื่อพิจารณาจากค่า L^* ที่แสดงถึงสีอ่อนหรือสีเข้ม หาก ค่า L^* เท่ากับ 0 แสดงว่าวัตถุมีสีดำ หาก ค่า L^* เท่ากับ 100 แสดงว่าวัตถุมีสีขาว ถ้า L^* มีค่าสูงแสดงว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีสีอ่อน ถ้า L^* มีค่าต่ำแสดงว่าผลิตภัณฑ์นั้นมีสีคล้ำหรือสีดำ ซึ่งจากตัวอย่างจะเห็นได้ว่าค่า L^* ของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น โดยการระเหยนํ้าภายใต้ความดัน (L^* เท่ากับ 29.59) มีค่ามากกว่าน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น โดยการให้ความร้อนด้วยหม้อต้มสองชั้น (L^* เท่ากับ 23.10) จึงอธิบายได้ว่าน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่ใช้วิธีการระเหยนํ้าภายใต้ความดันได้ผลิตภัณฑ์ที่มีอ่อนกว่าน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่ใช้วิธีการให้ความร้อนด้วยหม้อต้มสองชั้น (double steam jacket)

ผลการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมการทำน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นทั้งสองวิธีมีข้อจำกัดในการผลิตน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ข้อจำกัดในการผลิตน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นด้วยวิธีการระเหยน้ำภายใต้ความดันและการให้ความร้อนด้วยหม้อต้มสองชั้น

วิธีการ	ข้อจำกัด
การระเหยภายใต้ความดัน	เครื่องมือที่นำมาใช้สามารถผลิตน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นได้ในปริมาณน้อย เนื่องจาก evaporator flask มีขนาดเล็ก
การให้ความร้อนกับหม้อต้มสองชั้น	เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำเดือดใน double jacket ที่ใช้ส่งผลให้น้ำระเหยได้เร็วในช่วงแรก แต่เมื่อน้ำเชื่อมลำไยมีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น ทำให้การระเหยของน้ำช้าลง จึงส่งผลให้ใช้เวลานานในการทำน้ำเชื่อมเข้มข้นเพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการ

4.2 การพัฒนาแยมลำไยเสาวรสที่ไม่ใช้สารปรุงแต่งสังเคราะห์

4.2.1 การศึกษาหาสูตรและกรรมวิธีการผลิตแยมลำไย-เสาวรสในการค้า

ผลการศึกษาโดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture Design เพื่อหาส่วนผสมที่เหมาะสม โดยทำการผันแปรส่วนผสม 2 ชนิด คือ เนื้อลำไยอบแห้ง และน้ำเสาวรส โดยทำการออกแบบการทดลองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Design-Expert version 6.0.10 (Statease Inc., USA) ได้สิ่งทดลองทั้งหมด 8 สิ่งทดลอง ทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้บริโภคนจำนวน 100 คน ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6 ตามลำดับ ลักษณะของแยมลำไย-เสาวรสที่ได้ดังแสดงในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ลักษณะของแยมลำไย-เสาวรสที่บรรจุในขวดแก้ว 2 ขนาด

ตารางที่ 4.5 สมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์แฮมลำไย-เสาวรสทั้ง 8 สิ่งทดลอง

Treatment*	Physicochemical properties			
	L*	a*	b*	Firmness (N)
1	31.43±0.06cd	6.01±0.14d	7.46±0.05e	71.50±3.58abc
2	31.33±0.29d	6.18±0.45cd	7.84±0.71de	62.83±18.18abc
3	31.44±0.19cd	6.74±0.16bc	8.78±0.39cd	45.00±14.22bc
4	31.83±0.34cd	5.62±0.05d	7.22±0.11e	77.62±24.87ab
5	32.72±0.13b	7.27±0.37ab	9.91±0.05b	44.34±12.01bc
6	31.90±0.10cd	6.83±0.21abc	8.98±0.13bc	83.45±29.06a
7	33.65±0.21a	7.44±0.10ab	7.46±0.11a	71.37±5.09abc
8	31.97±0.30c	7.46±0.23a	7.40±0.44bc	42.21±22.02c

* ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงมาตรฐานของคะแนนการทดสอบสมบัติทางกายภาพและเคมีโดยทำการวัดค่าจำนวน 3 ซ้ำในแต่ละคุณลักษณะ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

** หมายเลขของสูตรในการทดลอง อ้างอิงตามสูตร แสดงในตารางที่ 2.1

ผลการทดลองในตารางที่ 4.5 พบว่าผลิตภัณฑ์แฮมลำไย-เสาวรสที่ได้มีค่า L* อยู่ในช่วง 31.33 ถึง 33.65 มีค่า a* (สีแดง-เขียว) อยู่ในช่วง 5.62 ถึง 7.46 และมีค่า b* (สีเหลือง-น้ำเงิน) อยู่ในช่วง 7.22 ถึง 9.91 ส่วนลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่าผลิตภัณฑ์แฮมลำไย-เสาวรสมีค่าความแน่นเนื้ออยู่ระหว่าง 42.21 ถึง 83.45 นิวตัน

ผล การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 4.6) ของผลิตภัณฑ์แฮมลำไย -เสาวรส โดยการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในคุณลักษณะต่างๆ โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (Peryam and Pilgrim, 1957) ซึ่งคะแนนเท่ากับ 1 คือไม่ชอบมากที่สุด คะแนนเท่ากับ 5 คือบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ และคะแนนเท่ากับ 9 คือชอบมากที่สุด พบว่าผลิตภัณฑ์แฮมลำไย-เสาวรสได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับที่บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ (5.1) ถึงชอบเล็กน้อย (6.2) ค่าความชอบของสีผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (6.0-6.2) ค่าความชอบของการทาแฮมอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย (4.0) ถึงชอบเล็กน้อย (6.3) ค่าความชอบในด้านกลิ่นรสโดยรวมอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ (5.0) ถึงชอบเล็กน้อย (5.8) ค่าความชอบในด้านกลิ่นรสลำไยอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ (4.7) ถึงชอบเล็กน้อย (5.9) ค่า

ความชอบในด้านรสชาติโดยรวมอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ(4.8) ถึงชอบเล็กน้อย (6.1) ค่าความชอบในด้านรสหวานอยู่ในระดับไม่ชอบเล็กน้อย (4.3) ถึงชอบเล็กน้อย (6.1) ค่าความชอบในด้านรสเปรี้ยวอยู่ในระดับที่บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ (4.6-5.4) และค่าความชอบในด้านเนื้อสัมผัสของแยมอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ (4.8) ถึง ชอบเล็กน้อย (6.1) และผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าคุณลักษณะความชอบในด้านสีและความชอบในด้านรสเปรี้ยวของผลิตภัณฑ์แยมลำไยทั้ง 8 สิ่งทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เมื่อนำคะแนนที่ได้จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสไปวิเคราะห์ด้วยวิธี RSM ซึ่งเป็นการหาสมการ regression เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณเนื้อลำไยอบแห้งและน้ำเสาวรสที่ใช้ในการทดลอง เมื่อพิจารณาจากสมการ regression ที่มีค่า R^2_{adj} มากกว่าร้อยละ 80 และค่า $P < 0.05$ พบว่าอัตราส่วนของปริมาณลำไยอบแห้งและน้ำเสาวรสมิผลต่อความชอบโดยรวม กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นรสลำไย รสชาติโดยรวม และรสหวานของผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสที่ได้จากการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และได้กราฟ contour plot ดังแสดงในภาพที่ 4.3

สมการ regression ที่ได้ในตารางที่ 4.7 นี้ มีค่า R^2_{adj} อยู่ในช่วงร้อยละ 80.06 ถึง 91.60 ซึ่งในงานวิจัยของ Prinyawiwatkul *et al.* (1997) ได้ใช้สมการ regression ในการหาสูตรที่เหมาะสมของการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้กเกด (nugget) ไป่ สมการ regression ที่ใช้นั้นมีค่า R^2_{adj} อยู่ในช่วงร้อยละ 68 ถึงร้อยละ 92 หาก R^2_{adj} มีค่าสูงหมายความว่าสมการนั้นสามารถทำนายผลการตอบสนองได้ดี (สุจินดา, 2548)

ในภาพที่ 4. 3 ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณลำไยอบแห้งและน้ำเสาวรสในผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรส ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ความชอบโดยรวม กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นรสลำไย รสชาติโดยรวม และรสหวานของผลิตภัณฑ์แยมลำไย -เสาวรส พบว่าเมื่อใช้น้ำเสาวรสในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบโดยรวม กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นรสลำไย รสชาติโดยรวม และรสหวาน มีค่าลดน้อยลง

ในการทดลองนี้ได้ใช้คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสจากคะแนนการยอมรับด้านความชอบโดยรวม กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นรสลำไย รสชาติโดยรวม และรสหวาน ที่มีระดับคะแนน 5.5 ขึ้นไป (ประเมินโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale) เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการหาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรส โดยต้องมีส่วนผสมของเสาวรสอย่างน้อยร้อยละ 10 ของอัตราส่วนระหว่างปริมาณลำไยอบแห้งและน้ำเสาวรส ซึ่งในการเลือกใช้ระดับคะแนนทางด้านการทดสอบการยอมรับในช่วงการหาสูตรที่เหมาะสมนั้น มีการเลือกใช้ค่าที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับผู้วิจัย เช่น งานวิจัยของ Prinyawiwatkul *et al.* (1993, 1997) ได้ใช้ระดับคะแนนที่ 5.5 เป็นเกณฑ์ในการหา

สูตรที่เหมาะสมที่สุดของ extruded snack และใช้ระดับคะแนนที่ 5.4 ในการหาสูตรของนักเก็ตไก่ นอกจากนี้ Deshpande and McWatters (2008) ได้ใช้ระดับคะแนนที่ 5.0 ในการหาสูตรที่เหมาะสมที่สุดของเครื่องคั่วจากถั่วลิสงและถั่วเหลือง

เมื่อนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าระดับของวัตถุดิบที่เหมาะสมที่สุด (optimization) ตามเกณฑ์ที่ใช้ในการหาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์แฮมล่าโยเสาวรส โดยใช้โปรแกรม Design-Expert (Statease Inc.) ผลการวิเคราะห์พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของเนื้อล่าโยอบแห้งและน้ำเสาวรส คือ เนื้อล่าโยอบแห้งร้อยละ 90 น้ำเสาวรสร้อยละ 10 ซึ่งส่วนผสมทั้งสองรวมกันร้อยละ 100 คิดเป็น ร้อยละ 50 ของปริมาณน้ำเชื่อมล่าโยที่ใช้ในสูตรจึงจะได้ผลิตภัณฑ์แฮมล่าโย -เสาวรสที่มีคะแนนการยอมรับด้านความชอบโดยรวม กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นรสล่าโย รสชาติโดยรวม และรสหวานที่มีระดับคะแนน 5.5 ขึ้นไป ในการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale

4.2.2 การศึกษาหาสูตรที่เหมาะสมของแฮมล่าโย-เสาวรสที่ใช้แพกตินจากเปลือกด้านในของผลเสาวรส

ผลการทดลองที่ทดแทนการใช้แพกตินทางการค้าด้วยแพกตินจากเปลือกด้านในของผลเสาวรส ทำการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการแปรผันปริมาณเปลือกด้านในของผลเสาวรส 3 ระดับ คือร้อยละ 30, 40 และ 50 ของปริมาณน้ำเชื่อมล่าโยเข้มข้นที่ใช้ในส่วนผสมแฮมล่าโย-เสาวรส ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีเปรียบเทียบกับแฮมล่าโย-เสาวรสที่ใช้แพกตินทางการค้า ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.8 และตารางที่ 4.9 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสทั้ง 8 สิ่งทดลอง ซึ่งได้จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน

Treatment**	Sensory attribute								
	Overall liking	Color (ns)	Spread	Overall flavor	Longan flavor	Overall tasting	Sweet	Sour (ns)	Texture
1	5.1±1.8c	6.0±1.4	4.0±2.0d	5.1±1.6bc	4.8±1.6bc	4.8±1.8c	4.5±1.8cd	4.7±2.1	4.8±2.0b
2	6.0±1.6ab	6.0±1.6	5.3±1.7bc	5.6±1.6abc	5.6±1.7a	6.1±1.6a	6.1±1.8a	5.3±1.8	5.7±1.7a
3	6.2±1.5a	6.2±1.6	5.8±1.6ab	5.5±1.5abc	5.5±1.5ab	5.9±1.6ab	5.7±1.6ab	5.4±1.5	5.8±1.8a
4	5.4±1.6bc	6.0±1.5	5.0±1.9bc	5.3±1.6abc	5.1±1.7bc	5.3±1.8bc	4.9±1.7cd	4.9±1.9	5.4±1.9ab
5	6.0±1.4ab	6.2±1.3	5.8±1.5ab	5.8±1.5ab	5.8±1.4a	6.1±1.4a	5.7±1.6ab	5.4±1.6	6.0±1.4a
6	5.4±1.6bc	6.2±1.4	4.8±1.7c	5.1±1.6abc	5.0±1.6bc	5.3±1.5bc	5.1±1.8bc	5.3±1.9	5.4±1.6ab
7	5.4±1.8bc	6.2±1.5	6.3±1.9a	5.0±1.6c	4.7±1.5c	4.8±1.8c	4.3±1.7d	4.6±2.3	6.1±2.0a
8	5.8±1.6abc	6.1±1.6	5.6±1.7ab	5.8±1.9a	5.9±1.8a	5.8±1.8ab	5.8±1.8ab	5.0±1.8	5.8±1.9a

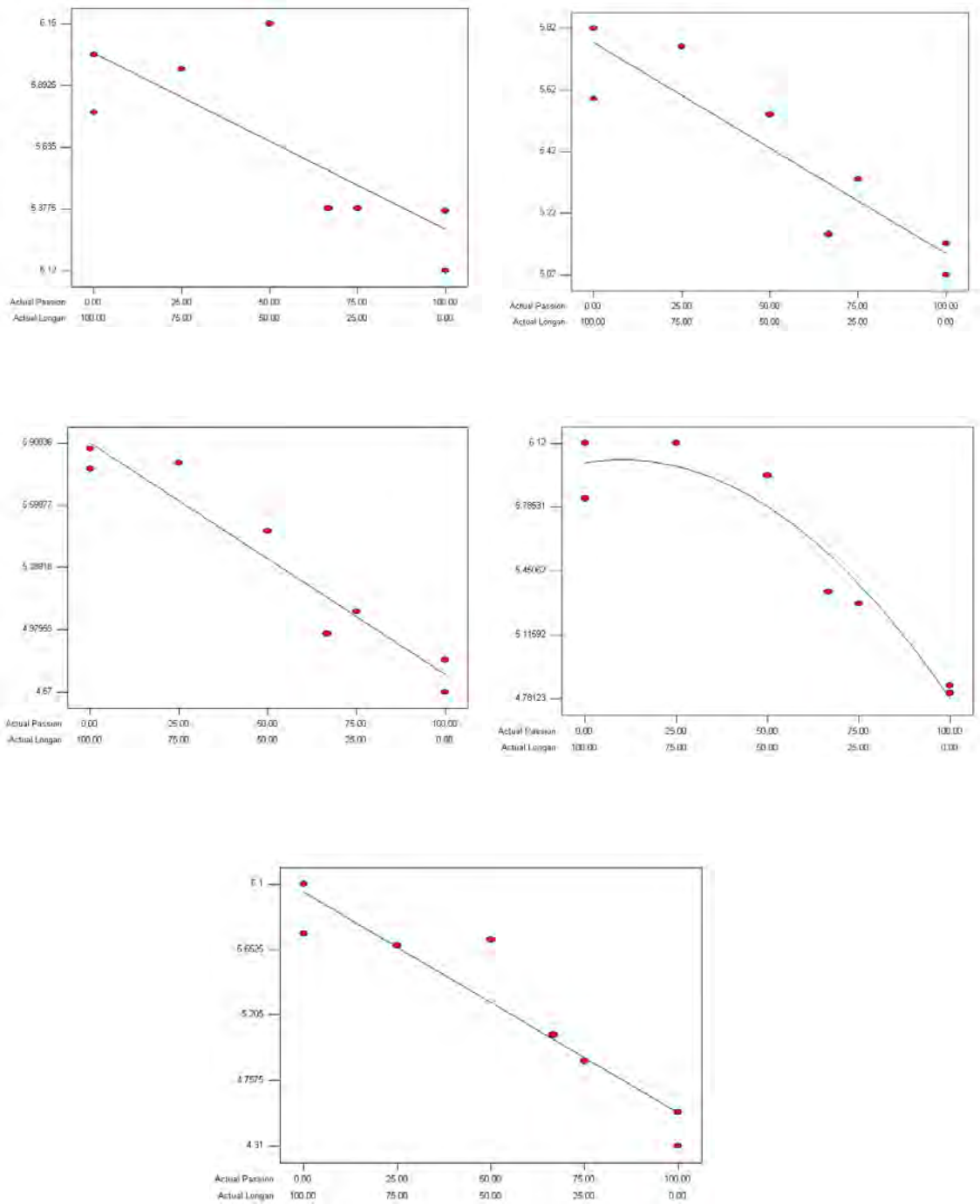
* ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงมาตรฐานของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale กับผู้ทดสอบจำนวน 100 คน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

** หมายเลขของสูตรในการทดลอง อ้างอิงตามสูตร แสดงในตาราง 2.1

ตารางที่ 4.7 สมการ regression เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณเนื้อลำไย
 อบแห้งและน้ำเสาวรสที่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบ
 โดยรวม กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นรสลำไย รสชาติโดยรวม และรสหวานของผลิตภัณฑ์
 แยมลำไย-เสาวรส

Sensory attribute	Regress Equation	R^2_{adj} (%)	P
Overall liking	5.2 x Passion fruit + 6.0 x Longan	85.33	0.0209
Overall flavor	5.1 x Passion fruit + 5.8 x Longan	80.06	0.0017
Longan flavor	4.8 x Passion fruit + 5.9 x Longan	91.60	0.0001
Overall taste	4.8 x Passion fruit + 6.0 x Longan +1.6 x Passion fruit x Longan	90.28	0.0013
Sweet	4.5 x Passion fruit + 6.0 x Longan	87.23	0.0004

*Significant different at $\alpha = 0.05$



ภาพที่ 4.3 กราฟ contour plot ของผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์
แยมลำไย-เสาวรส จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณลำไยอบแห้ง
และน้ำเสาวรสที่ใช้

ตารางที่ 4.8 คุณภาพทางประสาทสัมผัสแฮมลำไยเสาวรสที่ใช้เปลือกในเสาวรสเปรียบเทียบกับ
แฮมลำไย-เสาวรสที่ใช้เพกทินทางการค้า

Attributes	Control	เปลือกด้านในของผลเสาวรส		
		30%	40%	50%
Overall liking	5.8±1.3b	6.1±1.2ab	6.3±1.2a	6.0±1.1ab
Color	6.4±1.4a	6.1±1.2ab	6.2±1.3ab	6.0±1.4b
Spread	5.4±1.5b	6.2±1.3a	6.4±1.4a	6.1±1.5a
Overall odor	5.8±1.3ab	6.0±1.3ab	6.2±1.2a	5.8±1.3b
Longan odor(ns)	6.1±1.3	6.0±1.3	6.2±1.3	5.9±1.4
Overall tasting	5.8±1.4b	5.9±1.2ab	6.2±1.2a	5.8±1.3ab
Longan flavor	6.0±1.3ab	5.8±1.4b	6.2±1.3a	5.9±1.3ab
Sweet(ns)	5.8±1.4	6.0±1.4	6.1±1.3	5.8±1.2
Sour	5.4±1.6b	5.7±1.4ab	5.9±1.4a	5.7±1.4ab
Texture	5.7±1.5b	6.1±1.4a	6.2±1.4a	6.0±1.2ab

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงมาตรฐานของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale กับผู้ทดสอบจำนวน 100 คน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 4.9 สมบัติทางด้านกายภาพและเคมีของแฮมลำไย -เสาวรสที่ใช้เปลือกด้านในผลเสาวรส
เปรียบเทียบกับแฮมลำไย-เสาวรสที่ใช้เพกทินทางการค้า

Attributes	Control	30%	40%	50%
a_w	0.782±0.013b	0.870±0.002a	0.890±0.012a	0.879±0.011a
L^*	31.91±0.41a	30.41±0.21a	36.24±0.13b	46.10±0.24c
a^*	6.54±0.15a	6.61±0.33a	7.24±0.14b	7.61±0.21c
b^*	7.84±0.21a	7.82±0.13a	6.24±0.38b	5.18±0.13c
Chroma	5.36±0.12a	5.37±0.09a	5.19±0.13b	5.06±0.26c
Hue angle	50.16±0.21a	49.79±0.38a	40.76±0.32b	34.24±0.27c
Firmness (g force)	56.13±11.32a	60.90±11.31ab	65.31±4.31b	72.025±12.43b
TSS (°Brix)(ns)	57.8±0.4	56.9±0.7	56.2±0.8	56.8±0.3

* ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงมาตรฐานของคะแนนการทดสอบคุณลักษณะทางเคมีกายภาพโดยทำการวัดค่าจำนวน 3 ซ้ำ ในแต่ละคุณลักษณะ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ข้อมูลในตารางที่ 4.8 พบว่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแยมลำไย -เสาวรสที่ใช้เปลือกด้านในของผลเสาวรสระดับร้อยละ 30-40 ของปริมาณน้ำเชื่อมลำไยที่ใช้ในส่วนผสมได้รับคะแนนการยอมรับความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาเล็กน้อย (6.0-6.3) ซึ่งมีค่าคะแนนการยอมรับที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแยมลำไย -เสาวรสที่ใช้เพกทินทางการค้าที่มีค่าความชอบโดยรวมในระดับเฉยๆ (5.8) ค่าคะแนนการยอมรับในด้านสีอยู่ในระดับชอบมาเล็กน้อย (6.0-6.2) ซึ่งมีค่าคะแนนการยอมรับที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแยมลำไย -เสาวรสที่ใช้เพกทินทางการค้าที่ได้คะแนนการยอมรับในด้านสีในระดับชอบเล็กน้อย (6.4) ได้คะแนนการยอมรับในด้านการทากอยู่ในระดับชอบมาเล็กน้อย (6.1-6.4) ซึ่งได้คะแนนการยอมรับที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแยมลำไย -เสาวรสที่ใช้เพกทินทางการค้าที่ได้คะแนนการยอมรับในระดับเฉยๆ (5.4) และได้คะแนนการยอมรับด้านรสชาติโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (5.8-6.2) ซึ่งมีคะแนนการยอมรับมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแยมลำไย-เสาวรสที่ใช้เพกทินทางการค้าที่

สำหรับคะแนนการยอมรับด้านรสเปรี้ยวอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (5.7-5.9) ซึ่งมีคะแนนการยอมรับที่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแยมลำไย -เสาวรสที่ใช้เพกทินทางการค้า ส่วนคะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (6.0-6.2) ซึ่งมีคะแนนการยอมรับมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแยมลำไย-เสาวรสที่ใช้เพกทินทางการค้า ส่วนคะแนนการยอมรับในด้านกลิ่นโดยรวมกลิ่นลำไย กลิ่นรสลำไย และรสหวานของผลิตภัณฑ์แยมลำไย -เสาวรสอยู่ในระดับชอบมาเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับแยมลำไย-เสาวรสที่ใช้เพกทินทางการค้าที่ได้คะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกัน

ผลการทดลองในตารางที่ 4.9 พบว่าสมบัติทางกายภาพและเคมีของแยมลำไย -เสาวรสที่ใช้เปลือกด้านในของผลเสาวรสในระดับร้อยละ 30-40 ของปริมาณน้ำเชื่อมลำไยที่ใช้ในส่วนผสม มีค่า a_w อยู่ที่ 0.870-0.890 ซึ่งมีค่ามากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแยมลำไย -เสาวรส ที่ใช้เพกทินทางการค้า (0.782) ค่า L^* ของผลิตภัณฑ์แยมลำไย -เสาวรสมีค่าอยู่ระหว่าง 30.41 -46.10 ค่า a^* ของผลิตภัณฑ์แยมลำไย -เสาวรส มีค่าอยู่ระหว่าง 6.61 -7.61 และค่า b^* ของผลิตภัณฑ์แยมลำไย -เสาวรสมีค่าอยู่ระหว่าง 5.18 -7.82 ค่าความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์แยมลำไย -เสาวรส มีค่าอยู่ระหว่าง 60.90-72.02 g force

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแยมลำไย -เสาวรสที่ใช้เปลือกด้านในของผลเสาวรส ที่ระดับร้อยละ 30-40 ของปริมาณน้ำเชื่อมลำไยที่ใช้ในส่วนผสมได้คะแนนการยอมรับในหลายๆ คุณลักษณะมากกว่าผลการประเมินคุณภาพจากแยมลำไย-เสาวรสที่ใช้เพกทินทางการค้า ส่วนสมบัติทางกายภาพและเคมีของแยมลำไย-เสาวรสที่ใช้เปลือกด้านในของผลเสาวรส ในระดับร้อยละ 30-40 ของปริมาณน้ำเชื่อมลำไยที่ใช้ในส่วนผสม มีค่า a_w สูงกว่าผลิตภัณฑ์แยมลำไย -เสาวรสที่ใช้เพกทินทางการค้า

เนื่องจากเปลือกด้านในของผลเสาวรสที่ใช้ในการทำแยม มีค่า a_w สูง (0.876-0.921) จึงทำให้ได้ผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสที่มีค่า a_w สูงตามไปด้วย สำหรับค่า L^* ของผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสที่ใช้เปลือกด้านในของผลเสาวรสในระดับร้อยละ 30-40 ของปริมาณน้ำเชื่อมลำไยที่ใช้เป็นส่วนผสม มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเปลือกด้านในของผลเสาวรสที่ใช้เป็นส่วนผสม เนื่องจากเปลือกด้านในของผลเสาวรสมีความชื้นสูง ดังนั้นหากใช้ในปริมาณมากจึงต้องทำให้ความร้อนกับส่วนผสมของแยมนานขึ้น เพื่อให้ได้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ตามที่กำหนดไว้ ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์แยมมีสีคล้ำลง สีของผลิตภัณฑ์แยมที่คล้ำลงเป็นผลจากการให้ความร้อนที่นานขึ้น และยิ่งส่งผลต่อค่า L^* , a^* และ b^* ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเปลือกด้านในของผลเสาวรสที่เพิ่มมากขึ้นในส่วนผสมด้วยเช่นกัน และการใช้ปริมาณของเปลือกในเสาวรสที่เพิ่มขึ้นในส่วนผสมยังส่งผลให้ค่าความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์แยมเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับด้วย แต่เมื่อเปรียบเทียบการใช้เปลือกด้านในของผลเสาวรสที่ระดับร้อยละ 30, 40 และ 50 ของปริมาณน้ำเชื่อมลำไยที่ใช้ในส่วนผสม จะเห็นได้ว่าการใช้เปลือกในเสาวรสที่ระดับร้อยละ 30 มีสมบัติทางด้านกายภาพและเคมีใกล้เคียงกับแยมลำไย-เสาวรสที่ใช้เพกทินทางการค้า

4.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง

ผลการวางแผนการทดลองเพื่อหาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง โดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture Design ซึ่งทำการผันแปรส่วนผสมทั้งหมด 2 ปัจจัย ได้แก่ เนื้อลำไยอบแห้งสีทอง และสตรอเบอรี่อบแห้ง โดยทำการวางแผนการทดลองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Design-Expert version 6.0.10 (Statease Inc., Minneapolis, USA, 2000) ได้สิ่งทดลองทั้งหมด 8 สิ่งทดลอง จากนั้นนำผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งที่ได้ในแต่ละสิ่งทดลองไปทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคจำนวน ได้ผลดังตารางที่ 4.10 และตารางที่ 4.11 ตามลำดับ

ผลการทดลองในตารางที่ 4.10 พบว่าผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งที่ได้มีค่า L^* อยู่ในช่วง 44.04 ถึง 47.47 มีค่า a^* (สีแดง-เขียว) อยู่ในช่วง 2.30 ถึง 3.91 และมีค่า b^* (สีเหลือง-น้ำเงิน) อยู่ในช่วง 4.49 ถึง 7.87 ส่วนลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งมีค่าความแข็ง (hardness) อยู่ในช่วงระหว่าง 972.2 ถึง 3,528.9 นิวตัน และผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 8 สิ่งทดลอง มีสมบัติทางกายภาพและเคมีในแต่ละคุณลักษณะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.10 สมบัติทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งทั้ง 8 สิ่งทดลอง

Treatment	Physicochemical			
	L*	a*	b*	Hardness(N)
	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)
1	44.38±2.24	2.30±0.34	6.25±1.03	972.2±375.8
2	45.24±3.98	3.91±0.93	7.45±3.42	2190.6±783.6
3	45.35±1.64	3.52±0.26	7.23±1.26	3528.9±211.0
4	47.47±4.43	3.77±1.18	7.72±1.84	1295.1±325.3
5	46.87±4.78	3.00±0.41	7.32±1.62	1750.0±864.48
6	44.03±1.76	3.08±0.20	6.35±0.97	1939.9±486.05
7	46.31±3.26	3.74±0.78	7.87±2.83	1425.9±420.2
8	44.04±1.76	2.55±0.37	4.49±0.25	2232.6±133.34

* ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงมาตรฐานของคะแนนการทดสอบคุณลักษณะทางเคมีกายภาพโดยทำการวัดค่าจำนวน 3 ซ้ำ

ในแต่ละคุณลักษณะ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันจะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

** หมายเลขของสูตรในการทดลอง อ้างอิงตามสูตร แสดงในตาราง 2.2

ตารางที่ 4.11 คะแนนผลการประเมินทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งทั้ง 8 สิ่งทดลองโดยการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน

Treatment**	Sensory attribute						
	Overall liking	Appearance (ns)	Overall flavor	Longan flavor (ns)	Sweet	Sour	Texture
1	5.5±1.6c	5.4±1.5	5.4±1.7c	5.6±1.8	5.4±1.7c	5.1±1.4c	5.3±1.6b
2	5.8±1.3abc	5.5±1.4	6.0±1.4abc	5.9±1.3	6.0±1.4abc	5.7±1.3ab	5.8±1.5ab
3	6.2±1.4ab	5.8±1.5	6.2±1.5ab	6.1±1.2	6.2±1.3ab	6.2±1.5a	6.0±1.5a
4	5.8±1.4abc	5.4±1.4	5.8±1.5abc	5.9±1.3	5.9±1.4abc	5.5±1.4bc	5.7±1.5ab
5	5.7±1.4abc	5.6±1.3	5.6±1.4bc	5.8±1.4	5.7±1.4bc	5.4±1.2bc	5.5±1.4ab
6	6.1±1.4abc	5.7±1.3	6.0±1.4abc	6.0±1.4	6.0±1.3abc	5.8±1.2ab	6.0±1.3a
7	6.3±1.4a	5.9±1.4	6.3±1.4a	6.1±1.5	6.3±1.4a	6.3±1.4a	6.1±1.5a
8	5.7±1.4bc	5.5±1.4	5.8±1.4abc	6.0±1.5	6.0±1.6abc	5.5±1.3bc	5.8±1.5ab

* ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงมาตรฐานของคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธี 9-point hedonic scale กับผู้ทดสอบจำนวน 100 คน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P<0.05)

** หมายเลขของสูตรในการทดลอง อ้างอิงตามสูตร แสดงในตาราง 2.2

คะแนนในตารางที่ 4.11 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ ลำไยอบแห้งโดยการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคในคุณลักษณะต่าง ๆ โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 1 ถึง 9 (9-point hedonic scale) (Peryam and Pilgrim, 1957) ซึ่ง 1 เท่ากับ ไม่ชอบมากที่สุด 5 เท่ากับ บอกไม่ได้ว่าชอบ หรือ ไม่ชอบ และ 9 เท่ากับชอบมากที่สุด พบว่าผลิตภัณฑ์ สแนคบาร์ - ลำไยอบแห้งได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (5.5-6.3) คะแนนความชอบของลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับที่บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ (5.4) ถึง ชอบเล็กน้อย (5.9) คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสโดยรวมอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ (5.4) ถึงชอบเล็กน้อย (6.3) คะแนนความชอบในด้านกลิ่นรสลำไยอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย(5.6-6.1) คะแนนความชอบในด้านรสหวานอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ (5.4) ถึง ชอบเล็กน้อย (6.3) คะแนนความชอบในด้านรสเปรี้ยวอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ(5.1) ถึงชอบเล็กน้อย (6.3) และคะแนนความชอบในด้านเนื้อสัมผัสของแยมอยู่ในระดับบอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ (5.3) ถึงชอบเล็กน้อย (6.1) และเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าคุณลักษณะความชอบในด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์และความชอบในด้านกลิ่นรสลำไยของผลิตภัณฑ์ สแนคบาร์ลำไยอบแห้งทั้ง 8 สิ่งทดลอง มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

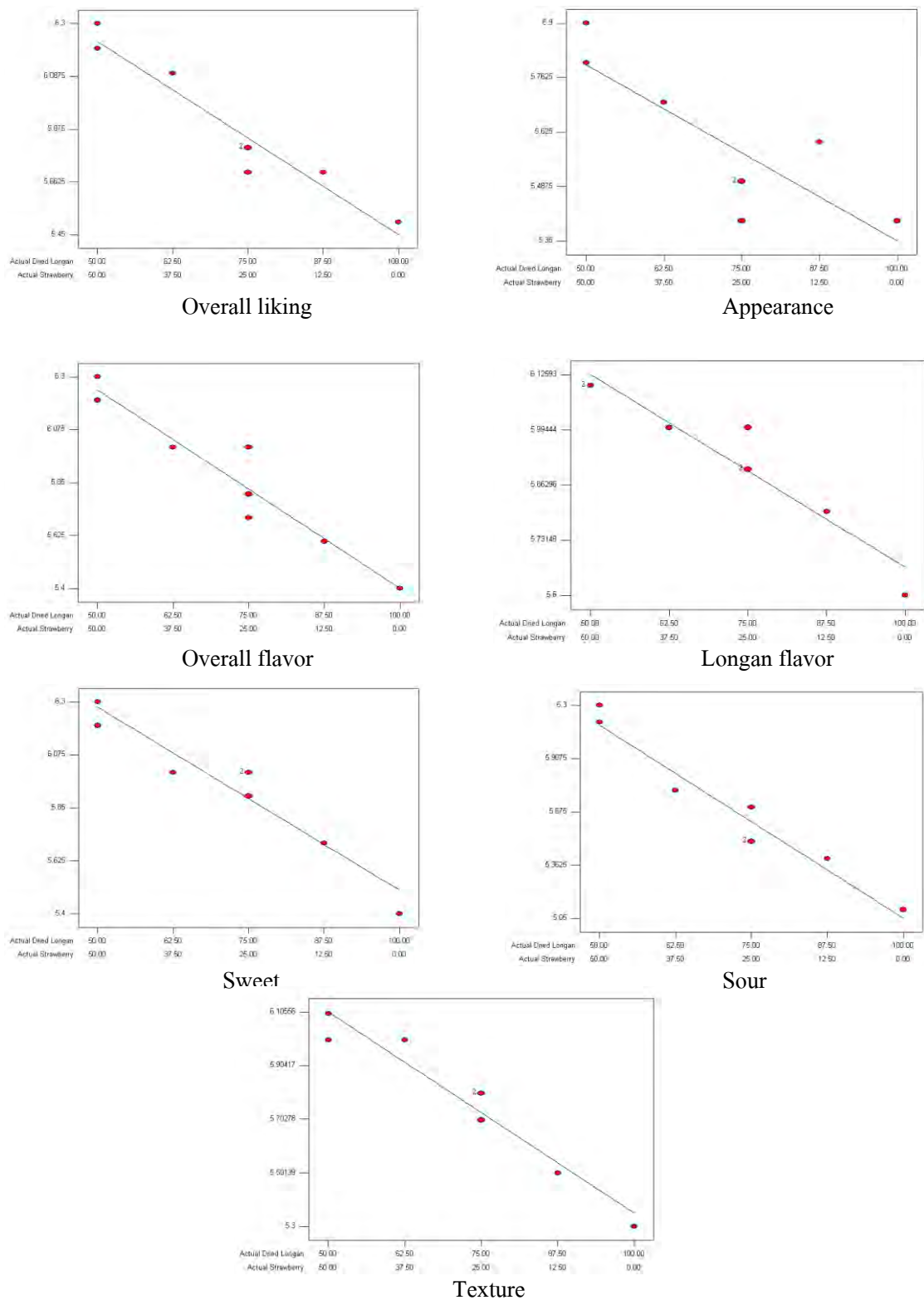
เมื่อนำคะแนนผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยวิธี RSM หาสมการ regression เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณลำไยอบแห้งและสตรอเบอรี่อบแห้งที่ใช้ในการทดลอง เมื่อพิจารณาจากสมการ regression ที่มีค่า R^2_{adj} มากกว่าร้อยละ 80 และค่า $P < 0.05$ พบว่าอัตราส่วนของปริมาณลำไยอบแห้งและสตรอเบอรี่อบแห้งมีผลต่อ ความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นรสลำไย รสหวาน รสเปรี้ยว และลักษณะเนื้อสัมผัส (ขณะเคี้ยว) ของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแห้งที่ได้จากการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.12 และได้กราฟ contour plot แสดงในภาพที่ 4.4

สมการ regression ในตารางที่ 4.12 นี้มีค่า R^2_{adj} อยู่ในช่วงร้อยละ 84.35 ถึง 93.41 ซึ่งในงานวิจัยของ Prinyawiwatkul *et al.* (1997) ได้ใช้สมการ regression ในการหาสูตรที่เหมาะสมของการพัฒนาผลิตภัณฑ์นักเก็ตไก่ สมการ regression ที่ใช้นั้นมีค่า R^2_{adj} อยู่ในช่วงร้อยละ 68 ถึงร้อยละ 92 โดยการที่ค่า R^2_{adj} ยิ่งสูงจะหมายความว่าสมการนั้นสามารถทำนายผลการตอบสนองได้ดี (สุจินดา, 2548)

ตารางที่ 4.12 สมการ regression เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณเนื้อลำไย
 อบแห้งและสตอเบอรี่อบแห้งที่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน
 ความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นรสลำไย รสหวาน
 รสเปรี้ยว และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง

Sensory attribute	Regress Equation	R^2_{adj} (%)	P
Overall liking	5.4 x Dried Longan + 7.0 x Dried Strawberry	91.85	0.0001
Appearance	5.4 x Dried Longan + 6.2 x Dried Strawberry	84.35	0.0102
Overall flavor	5.4 x Dried Longan + 7.1 x Dried Strawberry	90.50	0.0002
Longan flavor	5.7 x Dried Longan + 6.6 x Dried Strawberry	89.81	0.0002
Sweet	5.5 x Dried Longan + 7.1 x Dried Strawberry	89.91	0.0002
Sour	5.1 x Dried Longan + 7.3 x Dried Strawberry	93.41	<0.0001
Texture	5.4 x Dried Longan + 6.9 x Dried Strawberry	92.45	<0.0001

*Significant different at $\alpha = 0.05$



ภาพที่ 4.4 กราฟ contour plot ของคะแนนผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแบ่งจากสมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณเนื้อลำไยอบแห้งและสตอเบอรี่อบแห้ง

ในภาพที่ 4. 4 ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของปริมาณเนื้อลำไยอบแห้งและสตอเบอรี่อบแห้งในผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นรสลำไย รสหวาน รสเปรี้ยว และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง พบว่าเมื่อใช้เนื้อลำไยอบแห้งในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นรสลำไย รสหวาน รสเปรี้ยว และลักษณะเนื้อสัมผัส มีค่าลดน้อยลง

ในการทดลองนี้ใช้คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยชนิดแท่งจากคะแนนการยอมรับด้านความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นรสลำไย รสหวาน รสเปรี้ยว และลักษณะเนื้อสัมผัส ที่ได้รับคะแนนระดับ 5.5 ขึ้นไป (จากการใช้วิธี 9-point hedonic scale) เป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง โดยต้องมีส่วนผสมของเนื้อลำไยอบแห้งอย่างน้อยร้อยละ 50 ของอัตราส่วนระหว่างปริมาณลำไยอบแห้งและสตอเบอรี่อบแห้ง ซึ่งในการเลือกใช้ระดับคะแนนทางด้านการทดสอบการยอมรับในการพัฒนาสูตรที่เหมาะสมนั้น มีการเลือกใช้ค่าที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับผู้วิจัย เช่น งานวิจัยของ Prinyawiwatukul *et al.* (1993, 1997) ได้ใช้ระดับคะแนนที่ 5.5 เป็นเกณฑ์ในการหาสูตรที่เหมาะสมที่สุดของ extruded snack และใช้ระดับคะแนนที่ 5.4 ในการหาสูตรของนักเก็ตไก่ นอกจากนี้ Deshpande and McWatters (2008) ได้ใช้ระดับคะแนนที่ 5.0 ในการหาสูตรที่เหมาะสมที่สุดของเครื่องดื่มจากถั่วลิสงและถั่วเหลือง

เมื่อนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาระดับของวัตถุดิบที่เหมาะสมที่สุด (optimization) ตามเกณฑ์ที่ใช้ในการหาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง โดยใช้โปรแกรม Design-Expert (Statease Inc.) ผลการวิเคราะห์พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของเนื้อลำไยอบแห้งและสตอเบอรี่อบแห้ง คือ เนื้อลำไยอบแห้งร้อยละ 50 สตอเบอรี่อบแห้งร้อยละ 50 ซึ่งส่วนผสมทั้งสองรวมกันร้อยละ 100 คิดเป็น ร้อยละ 100 ของปริมาณข้าวพองที่ใช้ทั้งหมดในสูตร จึงจะได้ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งที่มีคะแนนการยอมรับด้านความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสโดยรวม กลิ่นรสลำไย รสหวาน รสเปรี้ยว และลักษณะเนื้อสัมผัส ที่มีระดับคะแนน 5.5 ขึ้นไป ในการทดสอบแบบ 9-point hedonic scale

การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์เนื้อลำไยอบแห้งสุดท้าย

ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์เนื้อลำไยอบแห้งที่พัฒนาได้ เมื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 สมบัติทางด้านกายภาพและเคมีคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งที่พัฒนาได้

สมบัติของผลิตภัณฑ์	ผลการวิเคราะห์คุณภาพ
สมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH* (mg gallic acid/g)	4.36 ± 0.29
สมบัติทางด้านกายภาพและเคมี*	
- ความชื้น(% moisture content)	10.23±0.14
- ปริมาณน้ำอิสระ (a _w)	0.518±0.023
- L*	44.60±0.83
- a*	6.26±0.76
- b*	12.43±0.89
- Chroma	6.11±0.64
- Hue angle	63.27±0.57
- ความแข็ง (hardness, g force)	4,610.23±231.57
ประเมินโดยใช้ 9-point hedonic scale**	
- ความชอบโดยรวม	6.3±1.6
- ลักษณะปรากฏ	5.9±1.3
- กลิ่นรสโดยรวม	6.2±1.1
- กลิ่นรสลำไย	6.1±1.3
- รสหวาน	6.3±1.8
- รสเปรี้ยว	6.3±1.7
- เนื้อสัมผัส	6.1±1.8
คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์*	ปริมาณที่พบ
- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	12.4 x 10 ²
- ยีสต์และรา (cfu/g)	ตรวจไม่พบ

**ค่าเฉลี่ย± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดสอบ โดยใช้วิธี 9-point hedonic scale กับผู้ทดสอบจำนวน 200 คน

ผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.13 จะเห็นได้ว่าปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง ผลไม้แห้ง (มอก. 919-2532)

4.4 การศึกษาหาชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา

4.4.1 ผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

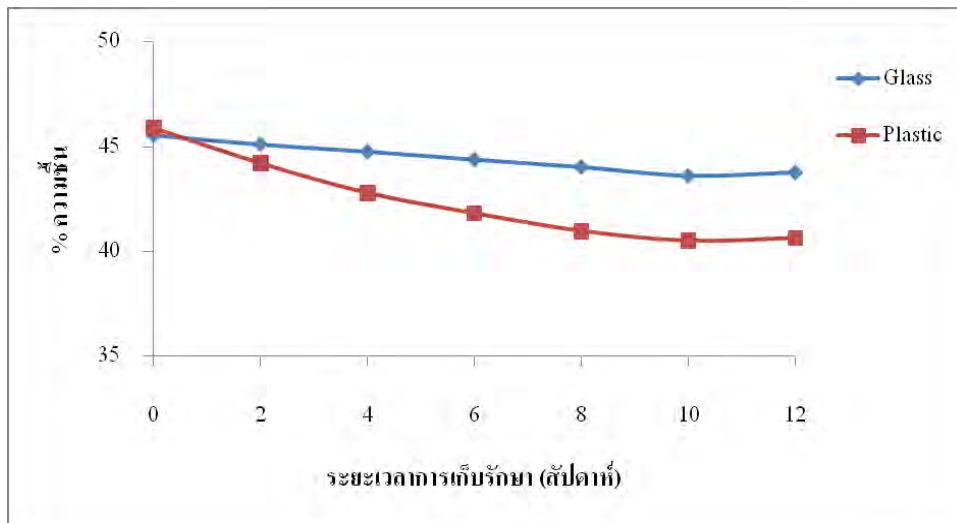
ผลการศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ บรรจุภัณฑ์แก้ว และบรรจุภัณฑ์พลาสติกใสชนิด PET ขนาดบรรจุ 120 มิลลิลิตร ทำการเก็บรักษาในตู้ควบคุมที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำการตรวจวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของคุณภาพ ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณไฮดรอกซิลเมทิลฟอฟูราล (hydroxyl methyl furfural, HMF) คุณภาพทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าสี

4.4.1.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 2 ชนิด ได้แก่ ขวดแก้วและขวดพลาสติก ทุกๆ 2 สัปดาห์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และเมื่อนำไปเขียนกราฟระหว่างปริมาณความชื้นที่วิเคราะห์ได้กับระยะเวลาที่เก็บรักษา ดังแสดงในภาพที่ 4.5

ผลการทดลองในภาพที่ 4.5 พบว่าปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้งชนิดมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างบรรจุภัณฑ์ทั้งสองชนิดพบว่าปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในขวดพลาสติกมีค่าลดลงเร็วกว่าผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในขวดแก้ว ซึ่งมีค่าลดลงอย่างช้าๆ เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่เก็บรักษาในขวดพลาสติก PET และขวดแก้วมีความชื้นลดลง 3.42 และ 0.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

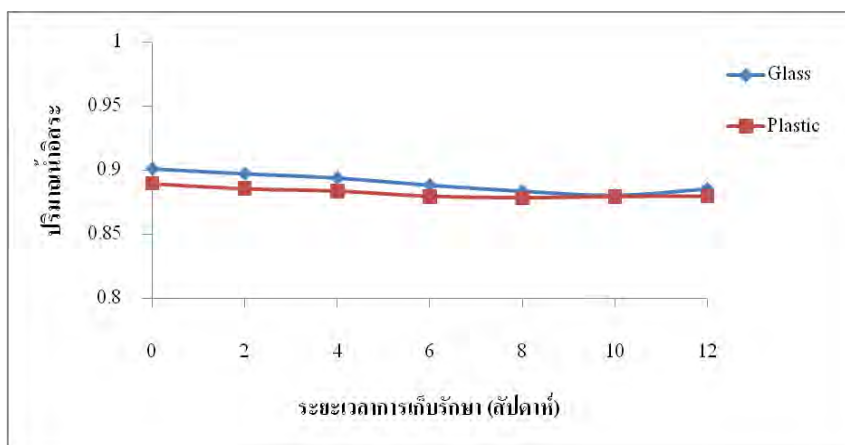


ภาพที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงความชื้นของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.4.1.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

ผลการวัดค่า a_w ของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ ขวดแก้วและขวดพลาสติก PET ทุกๆ 2 สัปดาห์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และเมื่อนำไปเขียนกราฟระหว่างค่า a_w กับระยะเวลาที่เก็บรักษา ดังแสดงในภาพที่ 4.6

ผลการทดลองในภาพที่ 4.4 พบว่าค่า a_w ของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด ลดลงอย่างช้าเพียงเล็กน้อยและไม่เปลี่ยนแปลงและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ซึ่งค่า a_w ของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.88-0.90

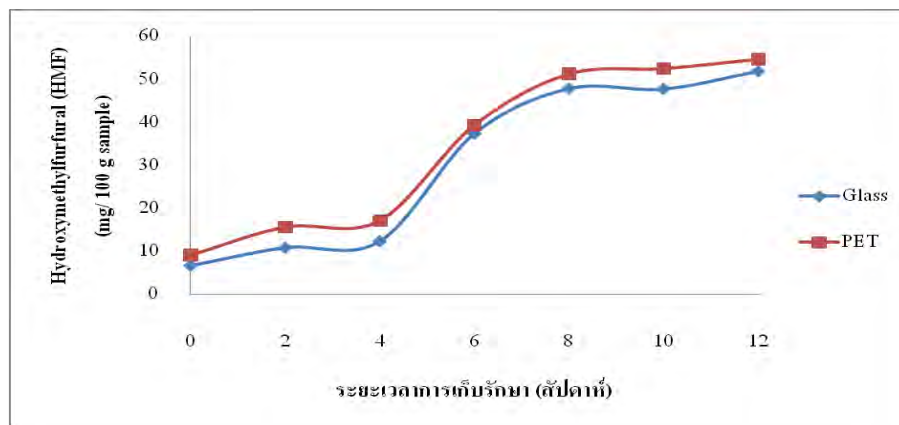


ภาพที่ 4. 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอิสระของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.4.1.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไฮดรอกซิลเมทิลเฟอฟูรอลระหว่างการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณไฮดรอกซิลเมทิลเฟอฟูรอลที่เป็นสารตั้งต้นในปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ ขวดแก้วและขวดพลาสติก PET วิเคราะห์ผลทุกๆ 2 สัปดาห์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และเมื่อเขียนกราฟระหว่างปริมาณไฮดรอกซิลเมทิลเฟอฟูรอลกับระยะเวลาที่เก็บรักษา ดังแสดงในภาพที่ 4.7

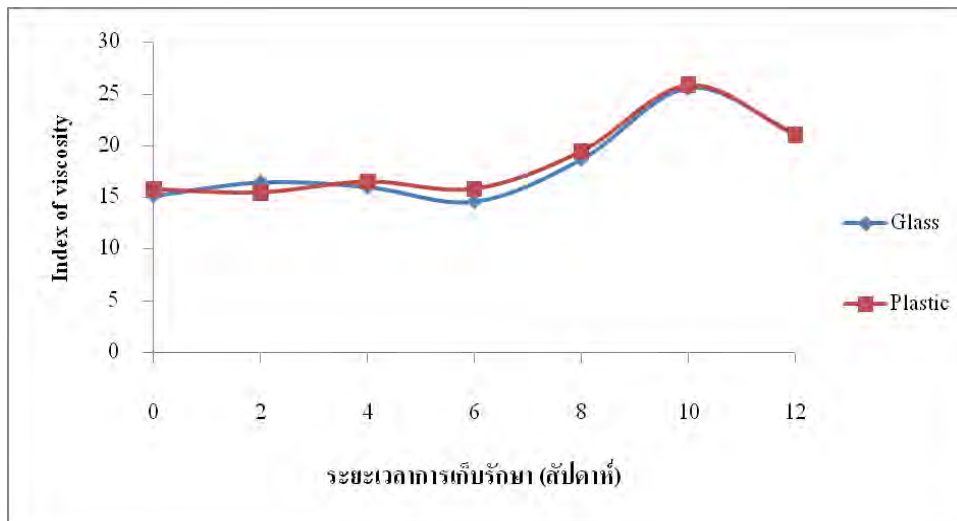
ผลการทดลองในภาพที่ 4. 7 พบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นานขึ้น ปริมาณไฮดรอกซิลเมทิลเฟอฟูรอลในผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้งสองชนิดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างบรรจุภัณฑ์ทั้งสองชนิดพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณไฮดรอกซิลเมทิลเฟอฟูรอลในผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในขวดพลาสติกมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในขวดแก้วเล็กน้อย แสดงว่าผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในขวดแก้วช่วยป้องกันปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลได้ดีกว่าขวดพลาสติก PET



ภาพที่ 4. 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไฮดรอกซีลเมทิลเฟอฟูราลของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.4.1.4 การเปลี่ยนแปลงค่าความหนืด (Index of viscosity) ระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

ผลการวัดค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ ขวดแก้วและขวดพลาสติก PET ทำการวัดค่าความหนืดทุกๆ 2 สัปดาห์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ เมื่อนำไปเขียนกราฟระหว่างค่าความหนืดกับระยะเวลาที่เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในภาพที่ 4.8 ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด (ภาพที่ 4.8) ค่อนข้างคงที่ในช่วง 6 สัปดาห์แรก และเพิ่มขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 8-10 แต่ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นระหว่างบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

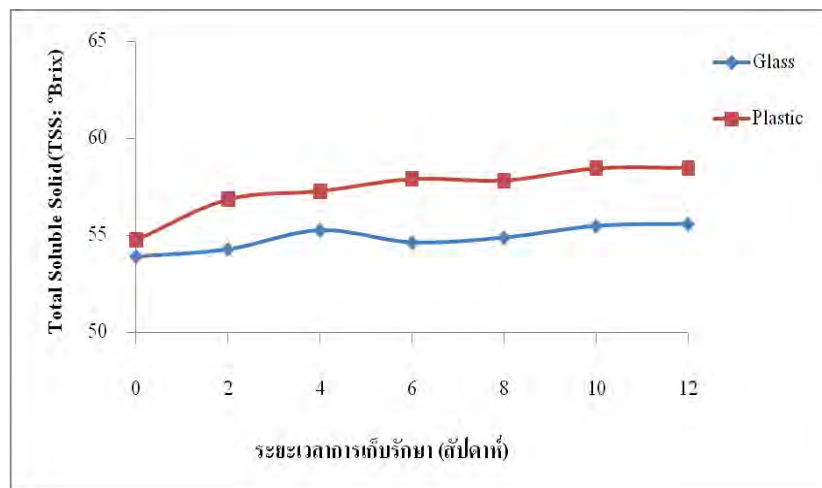


ภาพที่ 4.8 การเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.4.1.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

ผลการวัดค่า TSS ในผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ ขวดแก้ว และขวดพลาสติก วัดค่า TSS ทุกๆ 2 สัปดาห์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และเมื่อนำค่า TSS ที่ได้ไปเขียนกราฟระหว่างค่า TSS กับ ระยะเวลาการเก็บรักษา ดังแสดงในภาพที่ 4.9

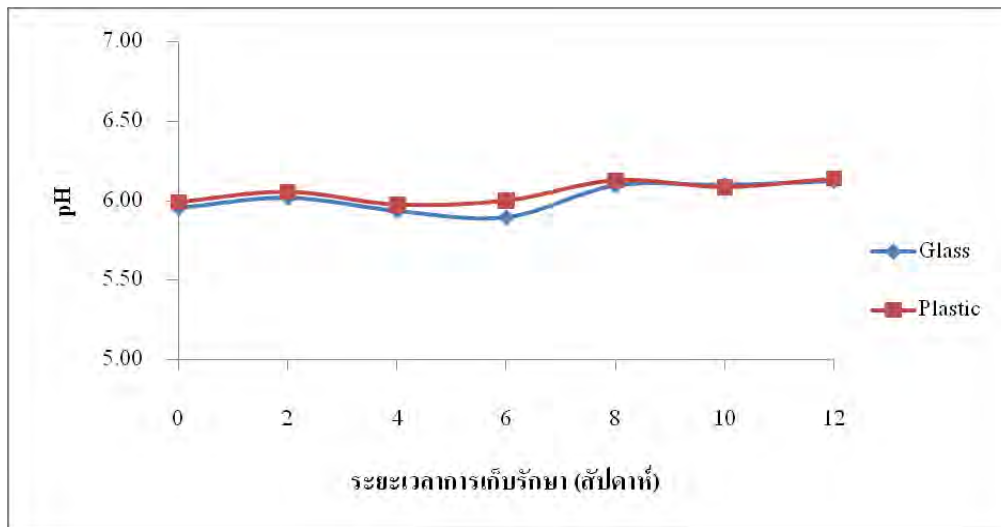
ผลการทดลองพบว่า ค่า TSS ของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นเวลา 12 สัปดาห์ มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) การที่ค่า TSS ของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แก้ว มีค่าอยู่ในช่วง 54 -56 °Brix ซึ่งต่ำกว่าค่า TSS ของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์พลาสติก PET ที่มีค่า TSS อยู่ในช่วง 56-58 °Brix ซึ่งค่าที่ได้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น (ภาพที่ 4.3) เนื่องจากผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์พลาสติก PET สูญเสียความชื้นมากกว่าบรรจุภัณฑ์แก้วจึงทำให้มีค่า TSS เพิ่มขึ้น



ภาพที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น
ในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.4.1.6 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)) ระหว่างการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

ผลการวัดค่า pH ของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือขวดแก้วและขวดพลาสติก PET ทุกๆสองสัปดาห์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และเมื่อนำไปเขียนกราฟระหว่าง ค่า pH กับระยะเวลาที่เก็บรักษา ดังแสดงในภาพที่ 4.10 ผลการทดลองพบว่า ค่า pH ของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นมีค่าค่อนข้างผันแปรและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ในช่วงหลังของการเก็บรักษา ค่า pH ของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิดไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งค่า pH ของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แก้ว และพลาสติก PET มีค่า pH อยู่ในช่วง 5.9-6.1 และ 6.0-6.2 ตามลำดับ การที่มีค่า pH ของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในขวดพลาสติก PET มีค่าค่อนข้างสูงกว่าในขวดแก้วเล็กน้อย อาจเนื่องจากการน้ำเชื่อมลำไยที่มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ทำให้มีปริมาณน้ำตาลสูง ส่งผลให้สารที่มีสมบัติเป็นกรดแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออนได้น้อยลงด้วย ค่า pH ที่วัดได้จึงสูงขึ้นเล็กน้อย

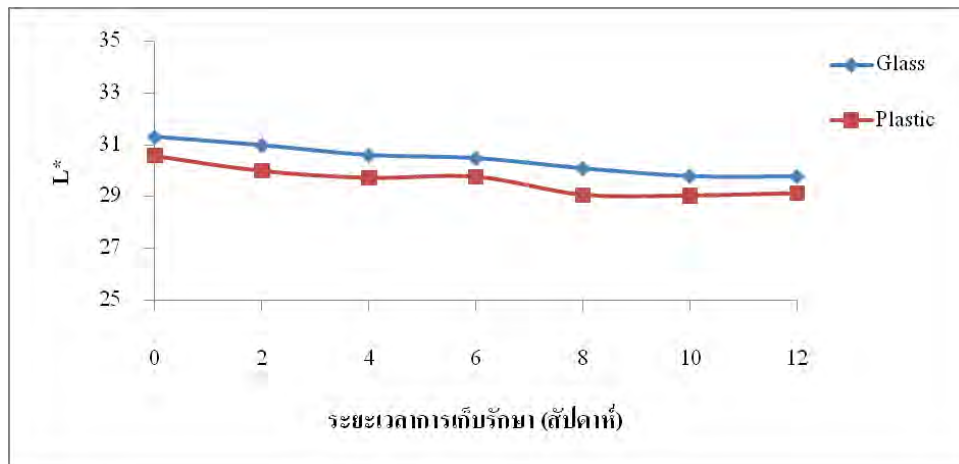


ภาพที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.4.1.7 การเปลี่ยนแปลงค่าสีระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

ค่าสี L*

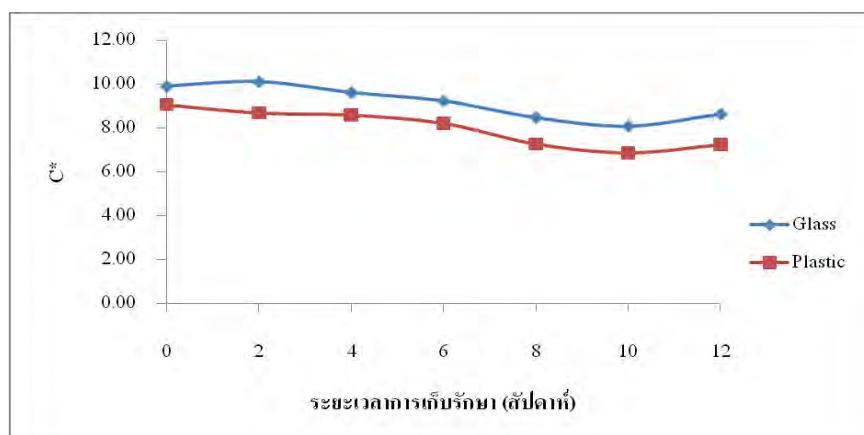
ผลการทดลองวัดค่าสี L ของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ 2 ชนิด คือขวดแก้วและขวดพลาสติก ทุกๆ 2 สัปดาห์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และเมื่อเขียนกราฟระหว่างค่าสี L กับระยะเวลาที่เก็บรักษา ดังแสดงในภาพที่ 4.11 ผลการทดลองพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสนานขึ้น ผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นมีค่าสี L ลดลงอย่างช้าในอัตราที่ค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา เมื่อเปรียบเทียบระหว่างบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นมีค่าสี L ลดลงและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในขวดพลาสติก PET มีค่าสี L ลดลงมากกว่าที่บรรจุในขวดแก้ว แสดงว่า การบรรจุผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในขวดพลาสติก PET ทำให้เกิดสีที่คล้ำกว่าการบรรจุในขวดแก้วเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น อาจเนื่องจากผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในขวดพลาสติก PET สูญเสียน้ำมากกว่าการบรรจุในขวดแก้ว จึงทำให้มีความเข้มข้นมากขึ้น ส่งผลทำให้มีสีคล้ำมากขึ้น ค่าสี L ที่วัดได้จึงมีค่าต่ำกว่าผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในขวดแก้ว



ภาพที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

ค่า Chrome (C*)

ผลการการคำนวณค่า Chrome ของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ขวดแก้วและขวดพลาสติก ทุกๆ 2 สัปดาห์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และเมื่อนำค่า Chrome ไปเขียนกราฟกับระยะเวลาการเก็บรักษา ดังแสดงในภาพที่ 4.12 ซึ่งพบว่า ค่า Chrome ลดลงอย่างช้าๆ ในช่วง 8 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษา และค่อนข้างคงที่ในช่วงหลังของการเก็บรักษา และระหว่างบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิดไม่มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในขวดแก้ววัดค่า Chrome ได้สูงกว่าขวดพลาสติกเล็กน้อย สอดคล้องกับค่า L ที่มีค่าลดลง เพราะผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในขวดแก้วมีสีคล้ำน้อยกว่าขวดพลาสติกเล็กน้อย (ภาพที่ 4.12)



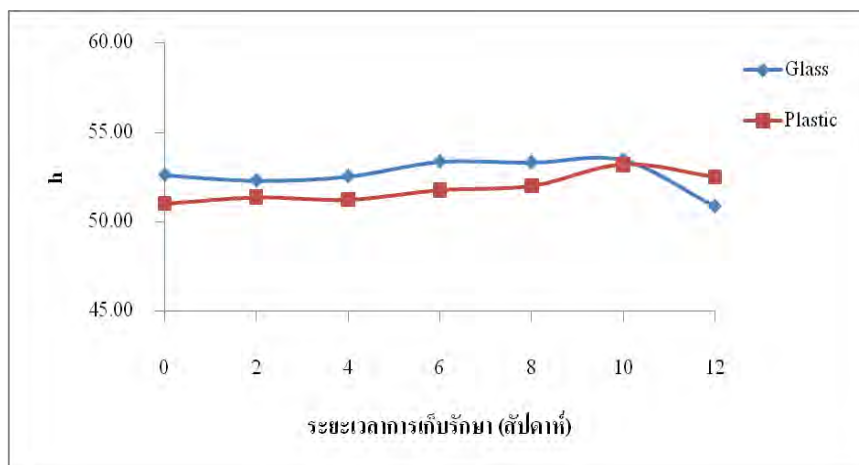
ภาพที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงค่า C* ของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ระหว่าง

การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

ค่า Hue angle (h)

ผลการคำนวณหาค่า Hue angle ของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ทุกๆ 2 สัปดาห์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และได้เขียนกราฟระหว่าง ค่า Hue angle กับระยะเวลาที่เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในภาพที่ 4.13 ซึ่งพบว่า ค่าเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นนานขึ้น

ผลการทดลองสรุปได้ว่าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นใน บรรจุภัณฑ์แก้วสามารถป้องกันผลิตภัณฑ์การเปลี่ยนแปลงความชื้น สามารถชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลจาก และป้องกันไม่ให้เกิดสีคล้ำได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์พลาสติก PET



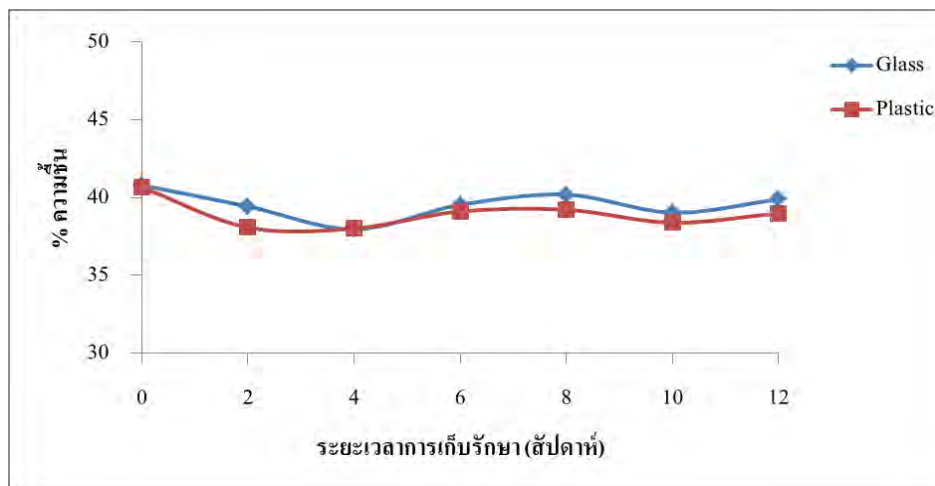
ภาพที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle ของน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.4.2 ผลิตภัณฑ์แยมลำไย -เสาวรศ

ผลการศึกษาหาชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมและการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาของแยมลำไย-เสาวรศในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ บรรจุภัณฑ์แก้ว และบรรจุภัณฑ์พลาสติกใสชนิด PET ขนาดบรรจุ 120 มิลลิลิตร โดยการเก็บรักษาในตู้ควบคุมที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ทำการตรวจวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงของคุณภาพทุกๆ 2 สัปดาห์ ได้แก่ ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณไฮดรอกซิลเมทิลเฟอฟูราล คุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัส ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าสี

4.4.2.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์แฮมลำไย-เสาวรสระหว่างการเก็บรักษา

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์แฮมลำไย -เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ ขวดแก้วและขวดพลาสติก ทุกๆ 2 สัปดาห์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และเขียนกราฟการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นระหว่างการเก็บรักษา ดังแสดงในภาพที่ 4.1 4 ซึ่งพบว่าปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์แฮมลำไย -เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้งสองชนิดมีค่าผันแปรและมีแนวโน้มลดลง เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างบรรจุภัณฑ์ทั้งสองชนิด ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์แฮมลำไย -เสาวรสที่บรรจุในขวดพลาสติกมีค่าลดลงมากกว่าผลิตภัณฑ์แฮมลำไย-เสาวรสที่บรรจุในขวดแก้วเล็กน้อย

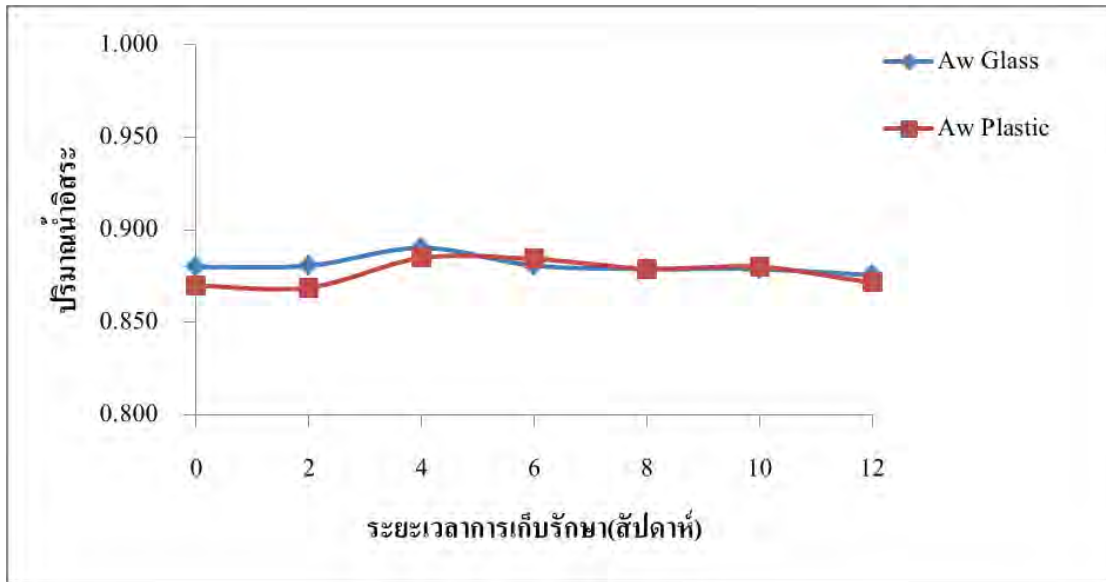


ภาพที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของแฮมลำไย-เสาวรสในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.4.2.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของผลิตภัณฑ์ แฮมลำไย-เสาวรสระหว่างการเก็บรักษา

ผลการวัดค่า a_w ของผลิตภัณฑ์แฮมลำไย -เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ ขวดแก้วและขวดพลาสติก วัดค่า a_w ทุกๆ 2 สัปดาห์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ และเมื่อนำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟระหว่างเวลาที่ทำกรเก็บรักษากับค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในภาพที่ 4.1 5 ซึ่งพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แฮม

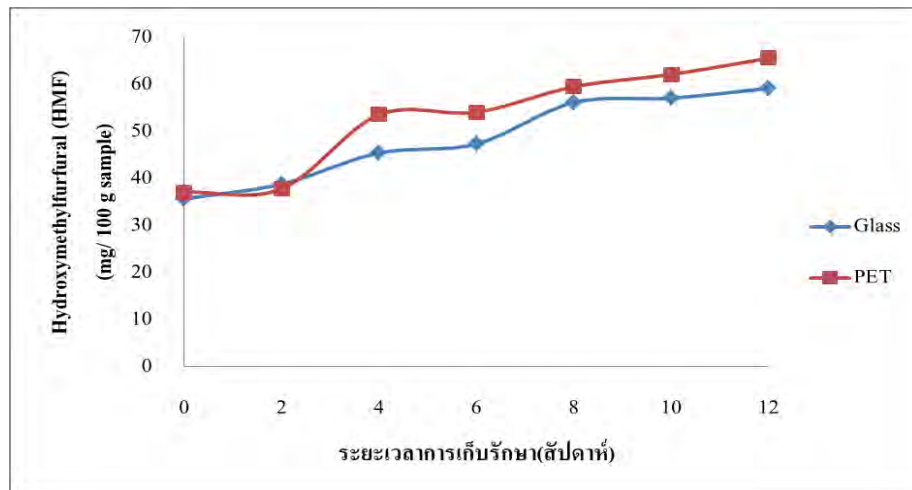
ลำไย-เสาวรสที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้น ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งมีค่า a_w ของผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.86-0.89



ภาพที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอิสระของแยมลำไย-เสาวรสในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.4.2.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไฮดรอกซิลเมทิลเฟอฟูราลของผลิตภัณฑ์ แยมลำไย-เสาวรระหว่างการเก็บรักษา

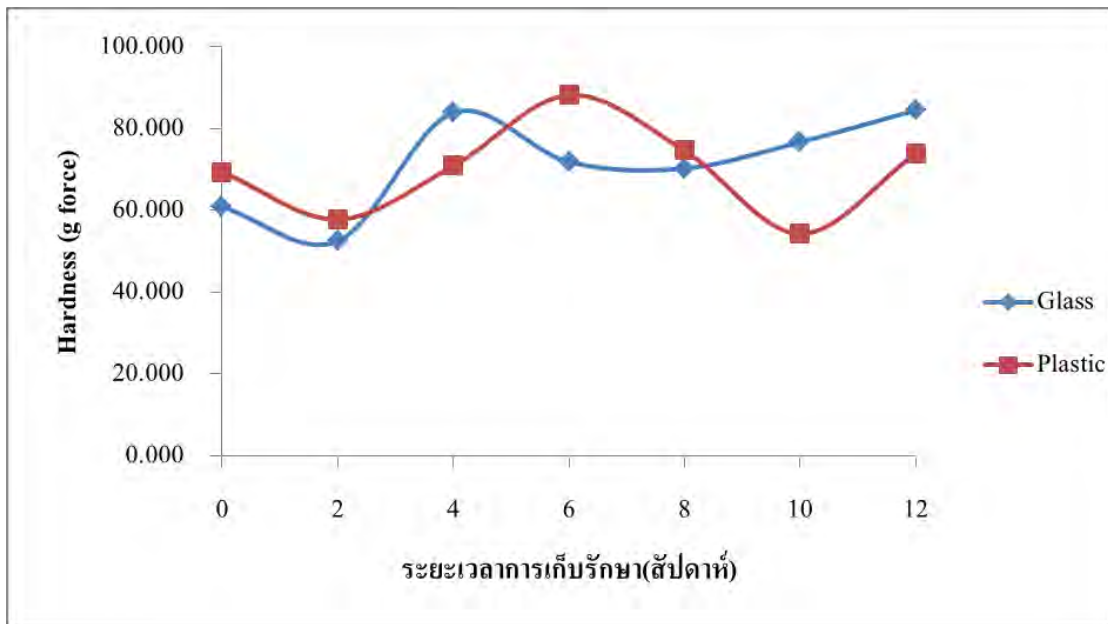
ผลการวิเคราะห์ปริมาณไฮดรอกซิลเมทิลเฟอฟูราลที่เป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ ขวดแก้วและขวดพลาสติก PET ทุกๆ 2 สัปดาห์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และเมื่อเขียนกราฟปริมาณไฮดรอกซิลเมทิลเฟอฟูราลกับระยะเวลาที่เก็บรักษา ดังแสดงในภาพที่ 4.16 ซึ่งพบว่าปริมาณไฮดรอกซิลเมทิลเฟอฟูราลในผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรมีค่าเพิ่มขึ้นภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 2 สัปดาห์ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างบรรจุภัณฑ์ทั้งสองชนิด พบว่าปริมาณไฮดรอกซิล-เมทิลเฟอฟูราลในผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสที่บรรจุในขวดพลาสติกมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าผลิตภัณฑ์แยมที่บรรจุในขวดแก้วและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไฮดรอกซิมิลฟูรัลของแยมลำไย-เสาวรสีในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.4.2.4 การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ แยมลำไย-เสาวรสีระหว่างการเก็บรักษา

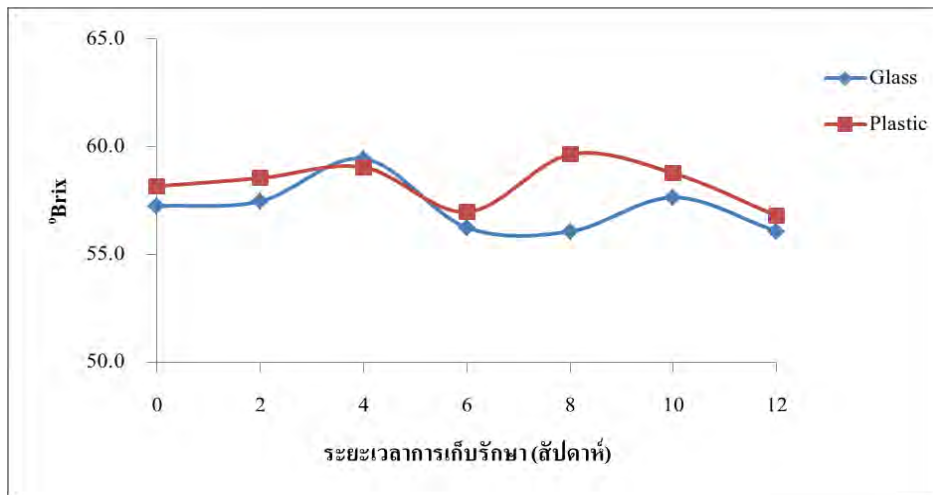
ผลการวัดค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสีที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ ขวดแก้วและขวดพลาสติก PET ทุกๆ 2 สัปดาห์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และเมื่อเขียนกราฟระหว่างค่าความแข็งที่วัดได้กับระยะเวลาการเก็บรักษา ดังแสดงในภาพที่ 4.17 ซึ่งพบว่าค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์แยมที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด มีความผันแปรตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สาเหตุอาจเนื่องจากผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสีที่ผลิตได้ใช้เนื้อลำไยอบแห้งเป็นส่วนผสม ซึ่งทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของแยมมีความไม่สม่ำเสมอ ส่งผลทำให้การวัดค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ที่ใช้หัววัดอาจจะไปวัดตรงในส่วนของเนื้อแยมที่เป็นของแข็งและของเหลวได้ จึงทำให้ค่าที่วัดได้มีความไม่สม่ำเสมอ



ภาพที่ 4.17 การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของแอมล้าไอ-เสาวรสในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.4.2.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของผลิตภัณฑ์ แอมล้าไอ-เสาวรระหว่างการเก็บรักษา

ผลการวัดปริมาณ TSS ในผลิตภัณฑ์แอมล้าไอ-เสาวรที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ ขวดแก้วและขวดพลาสติก ทุกๆ 2 สัปดาห์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และเมื่อนำปริมาณ TSS ไปเขียนกราฟกับระยะเวลาระหว่างการเก็บรักษา ดังแสดงในภาพที่ 4.18 ซึ่งพบว่า ค่า TSS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วง 4 สัปดาห์แรกของการเก็บรักษา และค่อนข้างผันแปรในช่วงหลังของการเก็บรักษา ค่า TSS ของผลิตภัณฑ์แอมที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้งสองชนิด มีค่าอยู่ในช่วง 58 -60 อนุภาค/ลิตร และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)



ภาพที่ 4.18 การเปลี่ยนแปลงค่า TSS ของแยมลำไย-เสาวรสในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

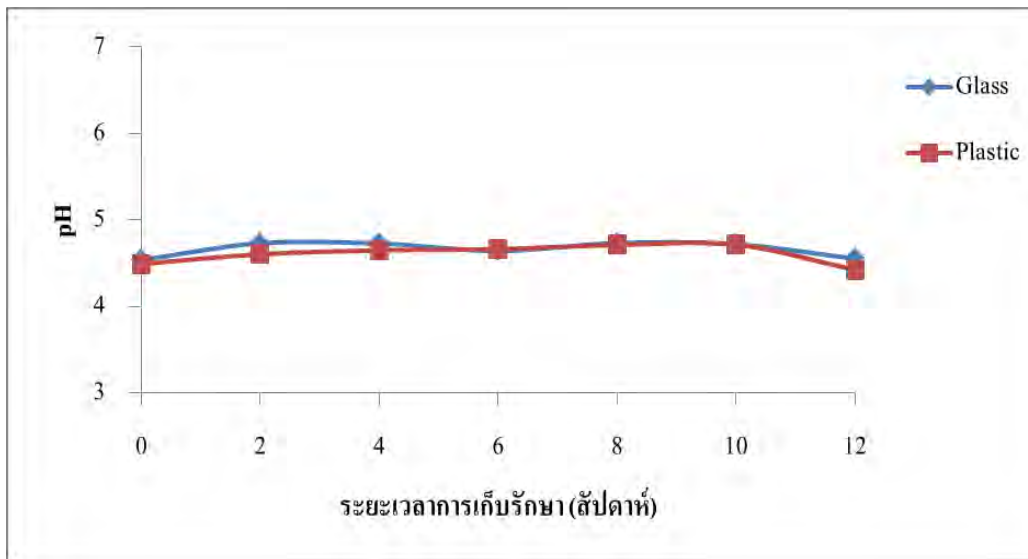
4.4.2.6 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของผลิตภัณฑ์ แยมลำไย-เสาวรสระหว่างการเก็บรักษา

ผลการวัดค่า pH ของผลิตภัณฑ์แยมลำไยที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ ขวดแก้ว และขวดพลาสติก ทุกๆ 2 สัปดาห์ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และนำมาเขียนกราฟระหว่างค่า pH กับระยะเวลาที่เก็บรักษา ดังแสดงใน ภาพที่ 4.19 พบว่า ค่า pH ของผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แก้ว และบรรจุภัณฑ์พลาสติก มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.6-4.7 และ 4.5-4.6 ตามลำดับ และค่า pH ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างเก็บรักษาและระหว่างบรรจุภัณฑ์ทั้งสองชนิด

4.4.2.7 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสระหว่างการเก็บรักษา

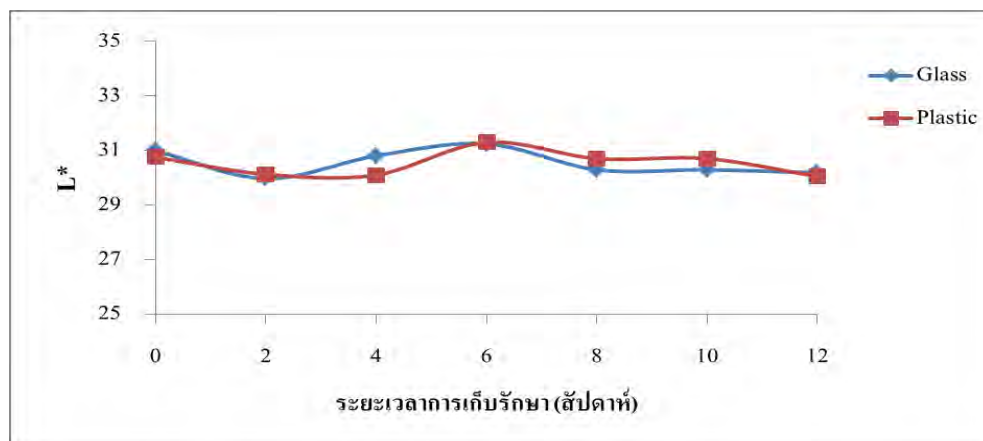
ค่าสี L

ผลการวัดค่าสี L ของผลิตภัณฑ์แยมลำไย -เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ ขวดแก้วและขวดพลาสติก ทุกๆ 2 สัปดาห์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ และเขียนกราฟระหว่างค่าสี L* กับระยะเวลาการเก็บรักษา ดังแสดงในภาพที่ 4.20



ภาพที่ 4.19 การเปลี่ยนแปลงค่า pH ของแอมล่ำไย-เสาวรสในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

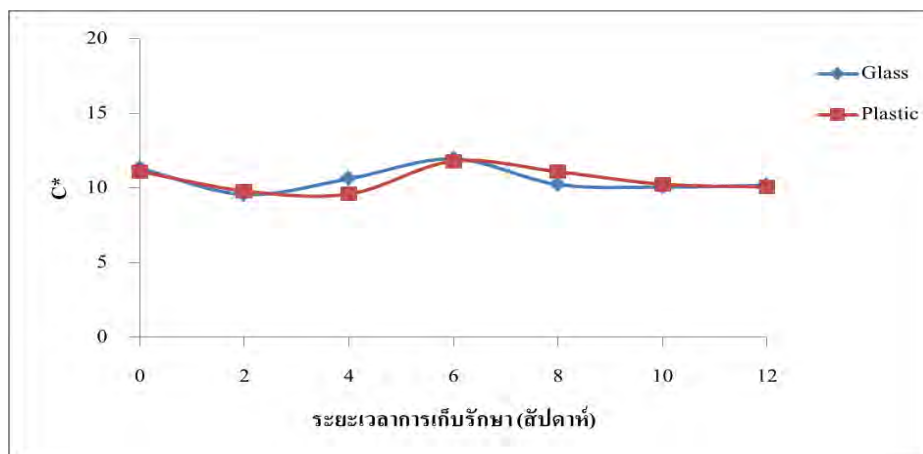
ผลการวัดค่าสี L ในภาพที่ 4.20 พบว่า เมื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แอมล่ำไย -เสาวรสที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นานขึ้น ค่าสี L มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และค่าสี L ของผลิตภัณฑ์แอมล่ำไย-เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้งสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่า ผลิตภัณฑ์แอมล่ำไย-เสาวรสมีสีที่คล้ำลงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษา



ภาพที่ 4.20 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของแอมล่ำไย-เสาวรสในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

ค่า Chroma (C*)

ผลการคำนวณค่า Chroma ของผลิตภัณฑ์แอมล้าไอ-เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ ขวดแก้วและขวดพลาสติก ทุกๆ 2 สัปดาห์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ดังแสดงในภาพที่ 4.2 1 พบว่าค่า Chroma ของผลิตภัณฑ์แอมล้าไอ-เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้งสองชนิด และตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีค่าผันแปรเล็กน้อยและมีการเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

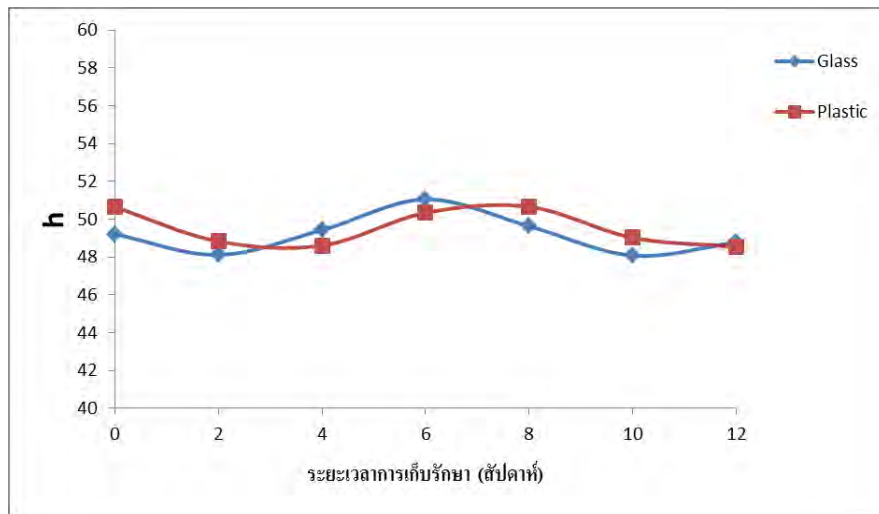


ภาพที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลงค่า Chroma ของแอมล้าไอ-เสาวรสในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

ค่า Hue angle (h)

ผลการคำนวณค่า Hue angle ของผลิตภัณฑ์แอมล้าไอ-เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ ขวดแก้วและขวดพลาสติก ทุกๆ 2 สัปดาห์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ดังแสดงในภาพที่ 4.2 2 พบว่าค่า Hue angle ของผลิตภัณฑ์แอมล้าไอ-เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้งสองชนิด และตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีค่าผันแปรเล็กน้อยและมีการเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ผลการทดลองการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แอมล้าไอ-เสาวรสในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันสองชนิดคือ บรรจุภัณฑ์แก้วและพลาสติก PET ที่อุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า บรรจุภัณฑ์แก้วสามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงความชื้น ชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเมื่อพิจารณาจากปริมาณไฮดรอกซิลเมทิลเฟอฟูรอล และการเปลี่ยนแปลงค่าสี L ที่ลดลง หรือมีสีคล้ำน้อยกว่าผลิตภัณฑ์แอมล้าไอ-เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์พลาสติก



ภาพที่ 4.2 2 การเปลี่ยนแปลงค่า Hue angle ของแอมล้าไอ-เสาวรสีในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์

4.4.3 ผลลัพธ์สแนคบาร์ล้าโยบแห้งชนิดแท่ง

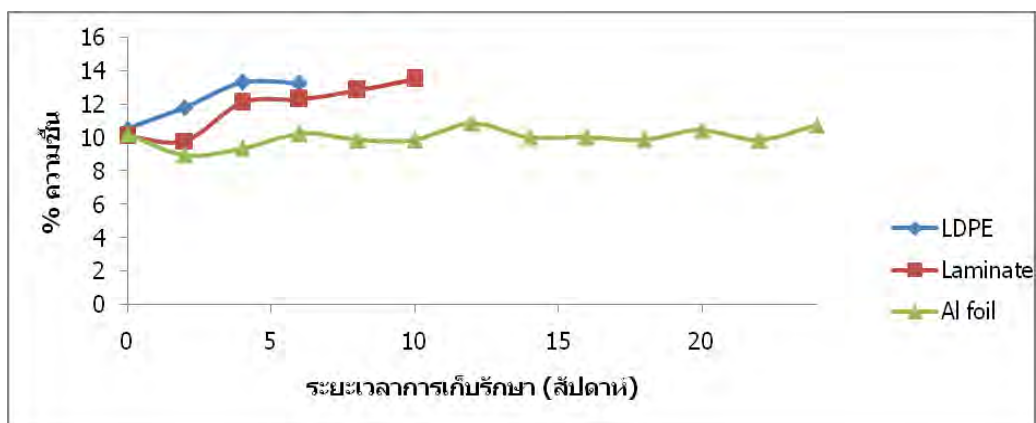
4.4.3.1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

สแนคบาร์ล้าโยบแห้งชนิดแท่ง

ผลการทดลองเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล้าโยบแห้งชนิดแท่งที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิดได้แก่ ถุง LDPE, nylon/LLDPE และ laminated aluminum foil เป็นเวลา 24 สัปดาห์ สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทุกๆ 2 สัปดาห์ นำมาวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นใน ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล้าโยบแห้ง นำค่าที่ได้เขียนกราฟระหว่างปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์กับระยะเวลาการเก็บรักษาดังแสดงในภาพที่ 4.23

ผลการทดลองในภาพที่ 4.2 3 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ LDPE มีอัตราการเพิ่มขึ้นของความชื้นรวดเร็วกว่าบรรจุภัณฑ์ nylon/LLDPE และ laminated aluminum foil ตามลำดับ เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ LDPE มีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำได้สูงกว่า nylon/LLDPE และ laminated aluminum foil ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่บรรจุด้วยบรรจุภัณฑ์ LDPE จึงมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นได้ง่ายกว่าผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในถุง nylon/LLDPE และ laminated aluminum foil ส่วนอัตราการซึมผ่านของไอน้ำผ่านบรรจุภัณฑ์ laminated aluminum foil มีค่าต่ำที่สุด จึงทำให้ความชื้นซึมผ่านเข้าไปสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ได้น้อย ดังนั้นผลิตภัณฑ์จึงมีอัตราการเปลี่ยนแปลง

ความชื้นที่ต่ำ และเมื่อพิจารณาปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล่าโยบแห้งกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่มีลักษณะใกล้เคียง เช่น กระยาสาตร์ (กระยาสาตร์, มพช 709/2547) ซึ่งต้องมีความชื้นในผลิตภัณฑ์ไม่เกินร้อยละ 12 พบว่าผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล่าโยบแห้งที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ LDPE มีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 4 สัปดาห์ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ nylon/LLDPE มีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 8 สัปดาห์ และผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated aluminum foil มีอายุการเก็บรักษาได้นานมากกว่า 24 สัปดาห์ เนื่องจากในช่วงเวลา 24 สัปดาห์ที่ทำการเก็บรักษาความชื้นของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล่าโยบแห้งมีค่าไม่เกินตามที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนดไว้คือไม่เกินร้อยละ 12



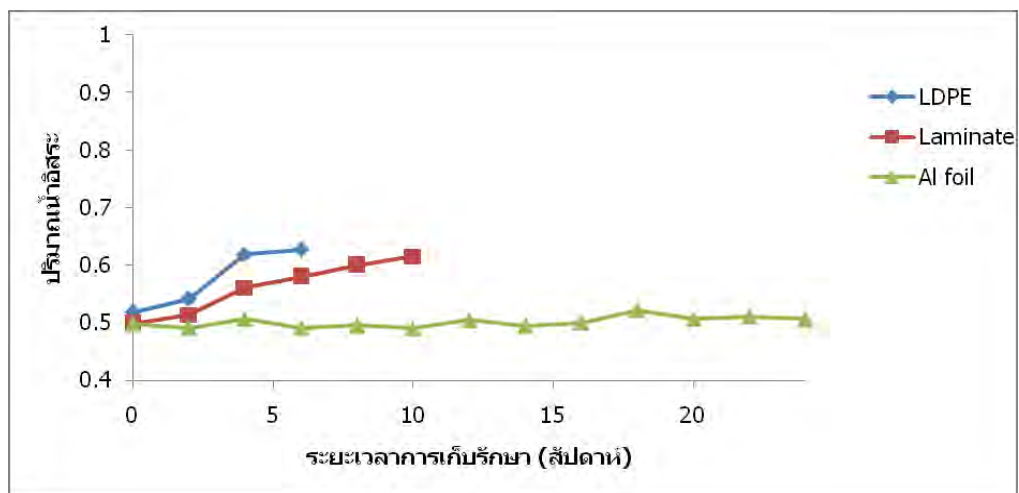
ภาพที่ 4.23 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของสแนคบาร์ล่าโยบแห้งในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์

4.4.3.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล่าโยบแห้งชนิดแห้งระหว่างการเก็บรักษา

ผลการทดลองเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล่าโยบแห้งที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิดได้แก่ ถุง LDPE, nylon/LLDPE และ laminated aluminum foil เป็นเวลา 24 สัปดาห์ และนำผลิตภัณฑ์มาวัดค่าปริมาณ น้ำอิสระระหว่างการเก็บรักษา ทุกๆ 2 สัปดาห์ แล้วนำค่าที่วัดได้มาเขียนกราฟระหว่างปริมาณ น้ำอิสระ ในผลิตภัณฑ์กับระยะเวลาการเก็บรักษาดังแสดงในภาพที่ 4.24

ผลการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ LDPE มีอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณ น้ำอิสระ สูงกว่าบรรจุภัณฑ์ nylon/LLDPE ส่วนผลิตภัณฑ์ที่บรรจุด้วย laminated aluminum foil ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณ น้ำอิสระ หรือมีน้อยมากเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษา

ผ่านไป เนื่องจากอัตราการซึมผ่านของไอน้ำของบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดมีค่าแตกต่างกัน โดยบรรจุภัณฑ์ LDPE มีค่าอัตราการซึมสูงสุด และ nylon/LLDPE มีค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำต่ำกว่าบรรจุภัณฑ์ LDPE ส่วนบรรจุภัณฑ์ laminated aluminum foil มีค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำต่ำมาก ซึ่งทำให้ไอน้ำผ่านเข้าไปในบรรจุภัณฑ์ได้น้อยมาก จึงมีผลทำให้ ปริมาณ น้ำอิสระในผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก การที่ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล่าโยบแห้งมี ปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.7 จะทำให้ช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ด้วย

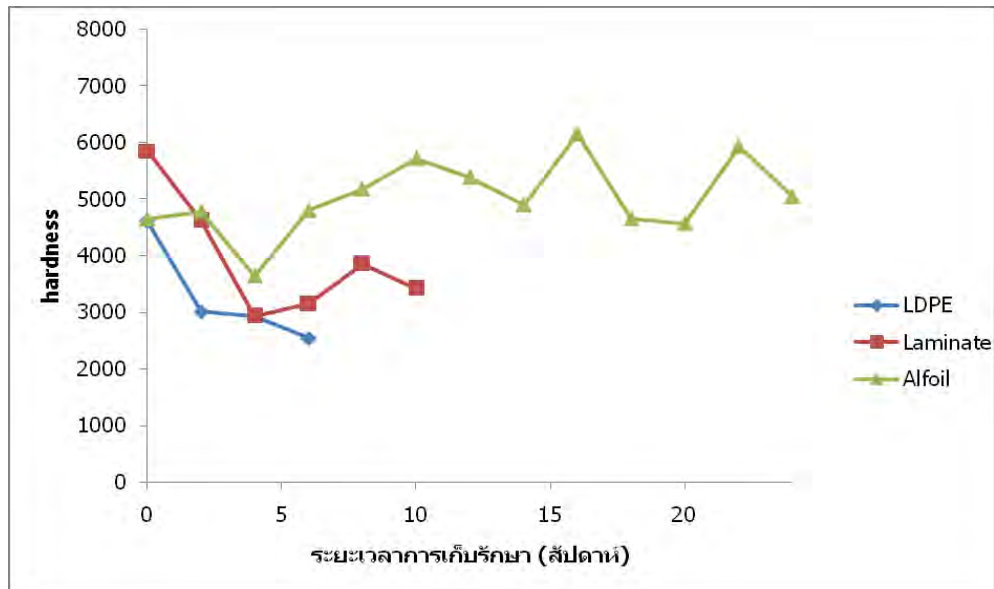


ภาพที่ 4.24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอิสระของสแนคบาร์ล่าโยบแห้งในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์

4.4.3.3 การเปลี่ยนแปลงความแข็ง (hardness) ของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล่าโยบแห้ง ชนิดแท่งระหว่างการเก็บรักษา

ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล่าโยบแห้งที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ถุง LDPE, nylon/LLDPE และ laminated aluminum foil เป็นเวลา 24 สัปดาห์ เมื่อนำมาวัดค่าความแข็งทุกๆ 2 สัปดาห์ และเขียนกราฟระหว่างค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์กับระยะเวลาการเก็บรักษาดังแสดงในภาพที่ 4.25 ผลการทดลองพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีค่าผันแปรแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล่าโยบแห้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมไม่เป็นเนื้อเดียวกัน ฉะนั้นการวัดค่าความแข็งของผลิตภัณฑ์ในแต่ละครั้ง หัววัดอาจวัดค่าได้ค่าในจุดที่มีส่วนผสมที่แตกต่างกันออกไป จึง

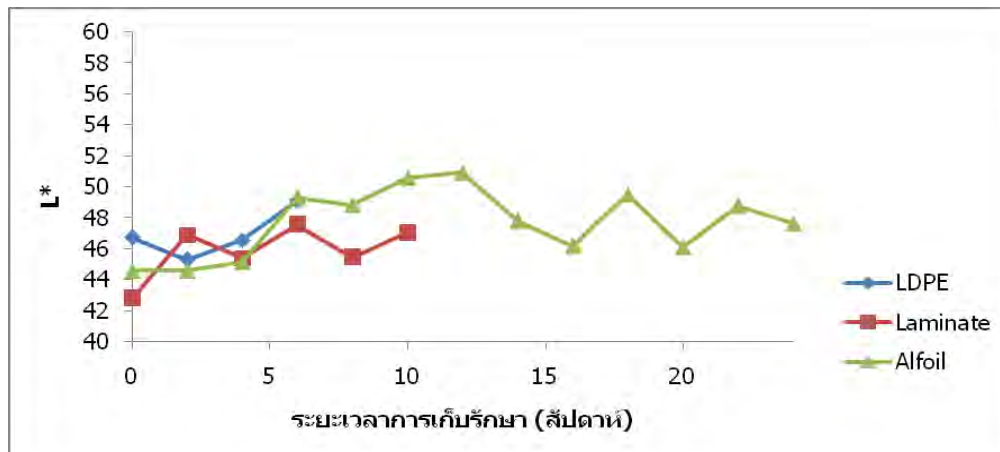
ทำให้ค่าที่วัดได้มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานค่อนข้างสูง ซึ่งทำให้การวิเคราะห์ค่าทางสถิติไม่แตกต่างกันเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น



ภาพที่ 4.2 5 การเปลี่ยนแปลงความแข็งของสแนคบาร์ลำไยอบแห้งในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์

4.4.3.4 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยชนิดแท่งระหว่างการเก็บรักษา ค่าสี L^*

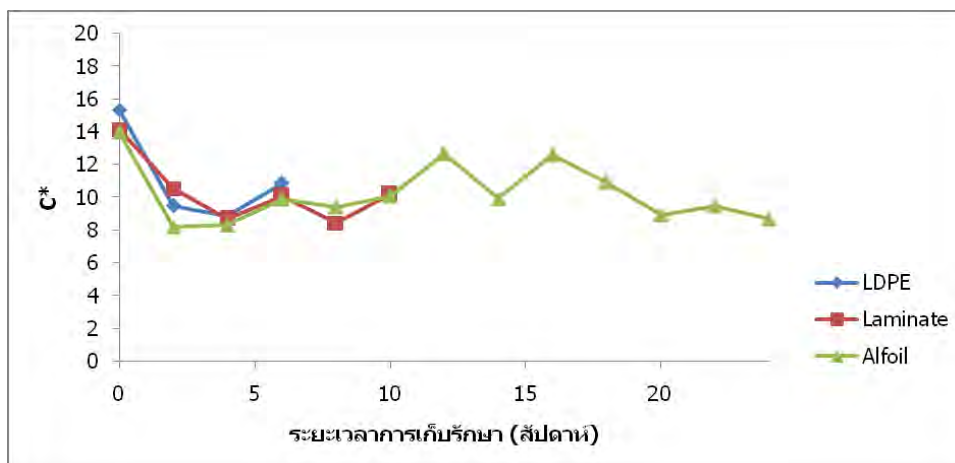
ผลการวัดค่าความสว่างในผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ ถุง LDPE, nylon/LLDPE และ laminated aluminum foil ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ วัดค่าทุกๆ 2 สัปดาห์ และเมื่อนำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟระหว่างเวลาทำการเก็บรักษากับค่าความสว่าง (L^*) ของผลิตภัณฑ์ดังแสดงในภาพที่ 4. 26 ซึ่งพบว่า ค่า L ของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดระหว่างการเก็บรักษาไม่แตกต่างกันกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)



ภาพที่ 4. 26 การเปลี่ยนแปลงค่าสี L ของสแนคบาร์ล่าโยบแห้งในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์

ค่า Chrome (C*)

ผลการคำนวณหาค่า Chrome ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล่าโยบแห้งในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ ถุง LDPE, nylon/LLDPE และ laminated aluminum foil ระหว่างการเก็บรักษาที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ วัดค่า Chrome ทุกๆ 2 สัปดาห์ และเมื่อนำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟระหว่างเวลาทำการเก็บรักษากับค่า Chrome ของผลิตภัณฑ์ดังแสดงในภาพที่ 4. 27 ซึ่งพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์นานขึ้น ค่า Chrome ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล่าโยบแห้งในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)



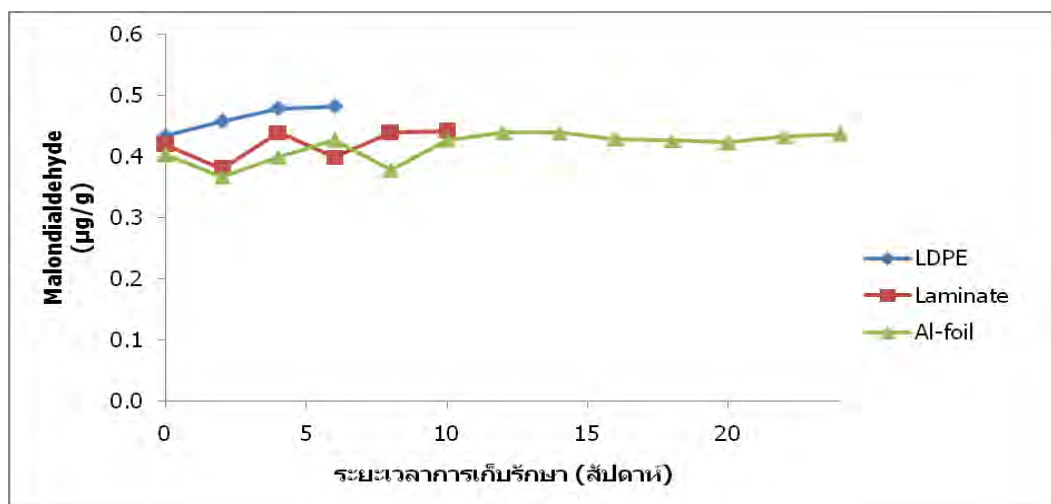
ภาพที่ 4.27 การเปลี่ยนแปลงค่า Chroma ของสแนคบาร์ล่าโยบแห้งในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์

4.4.3.5 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณมาลอนไดแอลดีไฮด์ (malondialdehyde)

ระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล่าโยบแห้งชนิดแท่ง

ผลการทดลองวัดปริมาณมาลอนไดแอลดีไฮด์ในผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล่าโยบแห้งที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ ถุง LDPE, nylon/LLDPE และ laminated aluminum foil ระยะเวลาการเก็บรักษา 24 สัปดาห์ วิเคราะห์หาปริมาณมาลอนไดแอลดีไฮด์ทุกๆ 2 สัปดาห์ และเมื่อนำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟระหว่างระยะเวลาที่การเก็บรักษากับปริมาณมาลอนไดแอลดีไฮด์ในผลิตภัณฑ์ดังแสดงในภาพที่ 4.28 ซึ่งพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณมาลอนไดแอลดีไฮด์ในผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล่าโยบแห้งที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดไม่มีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ผลการทดลองการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล่าโยบแห้งในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ ถุง LDPE, nylon/LLDPE และ laminated aluminum foil ที่อุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 สัปดาห์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ LDPE มีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 4 สัปดาห์ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ nylon/LLDPE มีอายุการเก็บรักษาไม่เกิน 8 สัปดาห์ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated aluminum foil มีอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุด คือมากกว่า 24 สัปดาห์ เนื่องจากถุง laminated aluminum foil สามารถป้องกันความชื้นที่เป็นสาเหตุหลักของการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ล่าโยบแห้งได้ดีกว่าถุง LDPE และ nylon/LLDPE



ภาพที่ 4. 28 การเปลี่ยนแปลงปริมาณมาลอนไดแอลดีไฮด์ของสแนคบาร์ล่าโยบแห้งในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 3 ชนิดระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 สัปดาห์

4.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยอบแห้ง

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น แยมลำไย -เสาวรส และ สแนกบาร์เนื้อลำไยอบแห้งที่ใช้ส่วนผสมจากธรรมชาติ ให้แก่ผู้ประกอบการและผู้สนใจทั่วไป จำนวน 2 รุ่น รุ่นละ 30 คน รวม 60 คน ในระหว่างวันที่ 22-33 มีนาคม 2554 โดยได้ทำเรื่องขออนุมัติ การจัดอบรมเชิงปฏิบัติการต่อคณะอุตสาหกรรมเกษตรและมหาวิทยาลัยเชียงใหม่เรียบร้อยแล้วตาม เอกสารแนบ

ผลการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น แยมลำไย และสแนกบาร์ลำไย ที่ได้พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ ให้แก่ผู้ประกอบการและผู้สนใจทั่วไป จำนวน 2 รุ่น รวมผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการจำนวน 63 คน (รายชื่อดังเอกสารแนบ) เป็น เพศหญิง 51 คน (ร้อยละ 80.95) และเพศชาย 12 คน (ร้อยละ 19.05) เมื่อสิ้นสุดการฝึกอบรมได้ให้ ผู้ที่เข้าร่วมการอบรมประเมินความพึงพอใจในการจัดการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยี ครั้งนี้ โดยการให้คะแนน 1 – 5 (1 = พึงพอใจน้อยที่สุด ถึง 5 = พึงพอใจมากที่สุด โดยใช้เกณฑ์การวัด ระดับความพึงพอใจของผู้รับบริการตามเกณฑ์ของพวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2540)

การวัดระดับคะแนนความพึงพอใจของผู้รับบริการ
โดยการให้คะแนนแบบ Arbitrary Weighting Method

ระดับความเห็น	ระดับการให้คะแนน		ช่วงคะแนน
	คำถามเชิงปฏิฐาน	คำถามเชิงนิเสธ	
มากที่สุด	5	1	4.21-5.00
มาก	4	2	3.41-4.20
ปานกลาง	3	3	2.61-3.40
น้อย	2	4	1.81-2.60
น้อยที่สุด	1	5	1.00-1.80

ที่มา: พวงรัตน์ ทวีรัตน์, วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2540

ผลการทดสอบความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น แยมลำไย -เสาวรส และ สแนคบาร์ลำไย พบว่าได้รับคะแนนอยู่ในระดับพอใจมากถึงพอใจมากที่สุดดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.1 4 คะแนนความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต ผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น แยมลำไย -เสาวรส และสแนคบาร์ลำไย จำนวน 63 คน

หัวข้อประเมิน	ค่าเฉลี่ย คะแนนที่ได้รับ
1.การต้อนรับและการลงทะเบียน	
- การอำนวยความสะดวกในการลงทะเบียน	4.36 (มากที่สุด)
- เอกสารประกอบการประชุม/อบรม/สัมมนา	4.17 (มาก)
2. ด้านรูปแบบการจัดประชุม/อบรม/สัมมนา และกิจกรรม	
- ความเหมาะสมของหัวข้อของการประชุม/อบรม/สัมมนา	4.23 (มากที่สุด)
- ให้คำแนะนำตอบข้อซักถามอย่างชัดเจน	4.10 (มาก)
- ประสิทธิภาพในการบริการของเจ้าหน้าที่	4.27 (มากที่สุด)
3. ด้านวิทยากร	
- ความรู้ ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้	4.47 (มากที่สุด)
- การทำกิจกรรมเหมาะสมและสอดคล้องกับหัวข้อการประชุม/อบรม/สัมมนา	4.40 (มากที่สุด)
- การใช้สื่อประกอบการบรรยาย	4.33 (มากที่สุด)
- การตอบ/ซักถาม/แลกเปลี่ยนความคิดเห็น	4.23 (มากที่สุด)
4. ด้านสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งอำนวยความสะดวก	
- ความเหมาะสมของสถานที่จัดประชุม/อบรม/สัมมนา	4.37 (มากที่สุด)
- ความสะดวกในการเดินทางมาสถานที่จัดประชุม/อบรม/สัมมนา	4.13 (มาก)
- ความพร้อมของวัสดุอุปกรณ์ อาทิ คอมพิวเตอร์ เครื่องฉายภาพ (LCD) จอมอนิเตอร์ ไมโครโฟน เครื่องขยายเสียง ฯลฯ	4.67 (มากที่สุด)
- ความเหมาะสม และคุณภาพของอาหารและเครื่องดื่ม	4.30 (มากที่สุด)
5. ด้านเจ้าหน้าที่ให้บริการ	
- ความเพียงพอของเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ (Staff)	4.50 (มากที่สุด)
	4.63 (มากที่สุด)

-ความสุภาพเรียบร้อยและความเต็มใจให้บริการของเจ้าหน้าที่ -ความสามารถ ความรวดเร็ว และความถูกต้องในการให้บริการของเจ้าหน้าที่	4.53 (มากที่สุด)
6. ด้านกระบวนการ ขั้นตอนการให้บริการ	
- ระยะเวลาการประชาสัมพันธ์ ติดประกาศหรือแจ้งข้อมูล	4.17 (มาก)
- ความสะดวกในการติดต่อประสานงาน	4.13 (มาก)
- ระยะเวลาในการดำเนินการมีความเหมาะสม	4.20 (มาก)
- ขั้นตอนในการให้บริการมีความเหมาะสม	4.23 (มากที่สุด)
7. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	
- ได้รับความรู้/ประโยชน์ตรงตามที่ต้องการ	4.53 (มากที่สุด)
- ความครบถ้วน ถูกต้อง ของการให้บริการ	4.33 (มากที่สุด)
-ความรู้ในหัวข้อที่จัดอบรม ประชุม สัมมนา <u>ก่อน</u> การเข้าร่วมกิจกรรม	2.83 (ปานกลาง)
-ความรู้ในหัวข้อที่จัดอบรม ประชุม สัมมนา <u>หลัง</u> การเข้าร่วมกิจกรรม	4.50 (มากที่สุด)
8. ความพึงพอใจโดยรวมของท่านต่อการจัดกิจกรรมครั้งนี้	4.57 (มากที่สุด)

ตัวอย่างภาพกิจกรรมระหว่างการอบรมเชิงปฏิบัติการของวิทยากรและผู้เข้าอบรมในช่วงเวลา
2 วัน ดังแสดงในหน้าที่ 79-85

สาขาจิตเวช sensory



บันทึกข้อความ

กองบริหารงานบุคคล
รับที่ ๕๑๗๖
วันที่ ๑๗ ก.พ. ๒๕๕๕
เวลา ๑๑-๑๑

ส่วนราชการ ศูนย์บริการธุรกิจอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร โทร.8280

ที่ ศธ 6393(20)/ 14๑

วันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2555

เรื่อง ขออนุมัติ จัดการฝึกอบรม “การถ่ายทอดองค์ความรู้เรื่องการเพิ่มมูลค่าเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไย
อบแห้งเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ” รุ่นที่ 1 และรุ่นที่ 2

เรียน อธิการบดี

①

ด้วยคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีความประสงค์จะขออนุมัติดำเนินการจัด
การฝึกอบรม “การถ่ายทอดองค์ความรู้เรื่องการเพิ่มมูลค่าเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยอบแห้งเพื่อเป็น
ผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ” รุ่นที่ 1 ในวันพฤหัสบดีที่ 22 มีนาคม 2555 และรุ่นที่ 2 ในวันศุกร์ที่ 23 มีนาคม
2555 เวลา 08.30 – 17.00 น. ณ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
การจัดการฝึกอบรมในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้เรื่อง การเพิ่มมูลค่าเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไย
อบแห้งเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพให้กับผู้ประกอบการและบุคคลภายนอกที่สนใจ จำนวนรุ่นละ 30 คน และ
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานของโครงการจะเบิกจ่ายจากโครงการวิจัย “การเพิ่มมูลค่าเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไย
อบแห้งเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ” รายละเอียดปรากฏตามเอกสารโครงการที่จัดส่งมาพร้อมนี้ จำนวน 2 ชุด

②

- ในการนี้ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีความประสงค์จะขออนุมัติ
1. ดำเนินการจัด การฝึกอบรม “การถ่ายทอดองค์ความรู้เรื่องการเพิ่มมูลค่าเนื้อลำไยสดและ
เนื้อลำไยอบแห้งเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ” รุ่นที่ 1 ในวันพฤหัสบดีที่ 22 มีนาคม 2555 และรุ่นที่ 2 ในวัน
ศุกร์ที่ 23 มีนาคม 2555 เวลา 08.30 – 17.00 น. ณ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัด
เชียงใหม่
 2. ขออนุมัติเบิกเงินค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานฝึกอบรมจากโครงการวิจัย “การเพิ่มมูลค่าเนื้อ
ลำไยสดและเนื้อลำไยอบแห้งเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ”
 3. ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมที่ได้รับอนุมัติจากผู้บังคับบัญชาแล้ว สามารถเข้าร่วมกิจกรรมโดยไม่ถือ
เป็นวันลา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรินทร์ เดชะพันธุ์)

คณบดีคณะอุตสาหกรรมเกษตร

เรียน อธิการบดี

กองบริหารงานบุคคลพิจารณาแล้วเห็นสมควรอนุมัติให้ตัด
ปีงบประมาณ ๒๕๖๒ ในวงปี ๒๕๖๒ (วงเงิน ๒๕๖๒) (วงปี ๒๕๖๒)
 ตามที่เสนอเท่านั้น สำหรับแหล่งงบประมาณและการเบิกค่าใช้จ่าย
 และการนำส่งเงินรายได้ให้กับมหาวิทยาลัยให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์
 ข้อบังคับ และระเบียบที่เกี่ยวข้อง
 จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(นายวิฑูรย์ ณ เชียงใหม่)

พนักงานปฏิบัติงาน

๑๓ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๕

ก.ว.
 เจ้าภาพ

อนุมัติ



๒๐ ก.พ. ๒๕๕๕

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐ วรยศ)

รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและประกันวิชาการ

ปฏิบัติแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เรียน คณะ

- เพื่อส่งต่อทางฝ่ายบริหาร

- สำหรับการจัดทำเอกสารประกอบคำขอเสนอ

ตามกำหนด, งานบริหาร นวัตกรรมและงานวิจัย
 ที่เกี่ยวข้องต่อไป

สงวน

๒๑ ก.พ. ๒๕๕๕

- ดำเนินการต่อไป



๒๑/๒/๕๕

11. กำหนดการ

วันที่ 22 และ 23 มีนาคม 2555

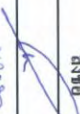
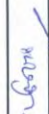
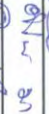
เวลา	รายการ
08.30 – 09.00 น.	ลงทะเบียน
09.00 – 09.30 น.	การบรรยาย เรื่อง คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยอบแห้ง โดย ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนพานนท์
09.30 – 10.00 น.	การบรรยาย เรื่อง การแปรรูปผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไย โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ สุระวัง
10.00 – 10.15 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
10.15 – 12.00 น.	ปฏิบัติการ เรื่อง การแปรรูปเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยอบแห้ง โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจินดา ศรีวัฒนะ และ อาจารย์ ดร.เจิมขวัญ สังข์สุวรรณ
12.00 – 13.00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 14.30 น.	ปฏิบัติการ เรื่อง การแปรรูปเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยอบแห้ง โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจินดา ศรีวัฒนะ และ อาจารย์ ดร.เจิมขวัญ สังข์สุวรรณ
14.30 – 15.00 น.	พักรับประทานอาหารว่าง
15.00 – 16.30 น.	ปฏิบัติการ เรื่อง การแปรรูปเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยอบแห้ง โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจินดา ศรีวัฒนะ และ อาจารย์ ดร.เจิมขวัญ สังข์สุวรรณ
16.30 – 17.00 น.	อภิปราย-ตอบคำถาม

การอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง "การเพิ่มมูลค่าเนื้อลำไยสดและเนื้อลำไยอบแห้งเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ"
วันที่ 1 วันพฤหัสบดีที่ 22 มีนาคม 2555 เวลา 08.30-17.00 น. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน	โทรศัพท์	ลงชื่อ
1	นางธิษฏ์ชนม์ พิงคะตัน	ภูผาทิพย์	๐๙๐-1๕๓๓๐๖๖	
2	นางพิบูล ปิ่นอุทาส	ภูผาทิพย์	๐๘๑-๘๒๖๔๐๐๙	
3	กรรณิการ์ คำนันทะ	หกก.ทองพูนฟูตส์	๐๘๑-๕๖๖๖๖๖	
4	นางสาวกสิณี หอมมาน	หกก.ทองพูนฟูตส์	-	
5	นางสาวพิน ศิริสถาพร	วิสาหกิจชุมชนแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรบ้านท่าล้อ	-	
6	นางสาวพรทิพย์ พันธ์คำ	วิสาหกิจชุมชนตรังทอง	๐๘๔-๕๖๖๖๖๖	
7	นางสาวทอง กาบแก้ว	วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปลำไยบ้านใหม่หมองรัก	-	
8	นางยุพิน อุ่นใจ	วิสาหกิจบ้านต้นผึ้ง	๐๘๔-๕๖๖๖๖๖	
9	นางวรรณิการ์ หุ่นแก้ว	สำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน	-	
10	นางสาวสาวชาติ สงวนใจ	สำนักงานเกษตรอำเภอป่าซาง	๐๘๔-๘๐๗๐๖๒๒	
11	นางศิริพรรณ ปิ่นคำพิชัย	สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองลำพูน	๐๘๑-๕๕๕๕๕๕	
12	นางจตุรพร วงศ์พันธ์	สำนักงานเกษตรอำเภอป่าสัก	-	
13	นางศิริสมร กองอินทร์	สำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน	๐๘๖-๗๒๘๘๑๖๗	
14	นางรพีพร ออบชัย	สำนักงานเกษตรอำเภอแม่ทา	๐๘๑-๕๖๖๖๖๖	
15	นางบุษเรือง ปัญญาภาส	วิสาหกิจชุมชนแปรรูปลำไยเนื้อสีทอง	๐๘๑-๕๖๖๖๖๖	
16	นายสุเทพ ปัญญาภาส	วิสาหกิจชุมชนแปรรูปลำไยเนื้อสีทอง	-	
17	นางธิษฏ์ชนม์ ปาระมี	สำนักงานเกษตรอำเภอเมืองหนองคาย	๐๘๔-๕๖๖๖๖๖	
18	นางนิลวรรณ รัตนพรม	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรหมู่ ๔	-	
19	นายปรัชญา เหล็กกล้า	สำนักงานเทศบาลตำบลวังผาง	๐๘๑-๕๖๖๖๖๖	

19. น.ส. ปิ่นทิพย์ 7๐๖๖๖๖ สำนักงานเกษตรอำเภอวังผาง ๐๘๑-๕๖๖๖๖๖ / ปิ่นทิพย์ 7๐๖๖๖๖ (คุณ อุนนรรักษ์ พันธ์คำ)

การอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง "การเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรและเนื้อสัตว์แปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ"
 รุ่นที่ 1 วันพฤหัสบดีที่ 22 มีนาคม 2555 เวลา 08.30-17.00 น. คณะอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน	โทรศัพท์	ลงชื่อ
20	นางรัชฎา คานนาร	สำนักงานเทศบาลตำบลหาง	05-2661596	
21	นางสาวณิษฐา จันทร์เจริญ	๗.๖๖๖๖๖ ๐.๖๖๖๖ ๑.๖๖๖๖๖	08-6911-0494	
22	นางมณฑก นันต๊ะ	—	—	—
23	นางอุตร อัมมการ	11.๖๖๖ ๐. 11.๖๖๖	086-1๙45937	
24	นางถิรวน ภูมิบุญจิต	11.๖๖๖ ๐. ๖๖๖๖	089-1924198	
25	นางสาวอัมไพ มาเทศ	๖๖๖๖๖๖๖๖๖๖ ๐.๖๖๖๖	081-๗246๖73	
26	นางมะลิทอง ปิ่นปัญญา	11.๖๖๖๖๖๖๖๖๖๖ ๐.๖๖๖๖๖๖๖๖	081-1873987	
27	นางณิธิร คำปัว	11.๖๖๖๖๖๖๖๖๖๖ ๐.๖๖๖๖๖๖๖๖	08๔238๔๕๕	
28	นางศรีจันทร์ นันทอง	11.๖๖๖๖๖๖๖๖๖๖ ๐.๖๖๖๖๖๖๖๖	089-๙๙82938	
29	นางสาวสุปราณี โชติธรรมการ	11.๖๖๖๖๖๖๖๖๖๖ ๐.๖๖๖๖๖๖๖๖	08502๙8566	
30	นางกรรณิการ์ สัตบุรุษ	11.๖๖๖๖๖๖๖๖๖๖ ๐.๖๖๖๖๖๖๖๖	086-1844895	
31	นางปภา ปัญญาภาส	๖๖๖๖ ๖๖๖๖๖๖๖๖	0๔๔-๙643309	
32	นางชนพร ศรีเรือน	—	—	—
33	นางรุ่งนภา กุศลเมตตา	๖๖๖๖๖๖ ๐. ๖๖๖๖๖๖๖๖	089-701๖๖36	
34	นางศศิกร อุทัยภัย	๖๖๖๖๖๖ ๐. ๖๖๖๖๖๖๖๖	081-6๔๔0๙22	
35	นางฉวีพร นวรัตน์	๖๖๖๖๖๖๖๖๖๖ ๐. ๖๖๖๖๖๖๖๖๖๖	081-973๖๖๖๖	
36	นางฉวีพร นวรัตน์	๖๖๖๖๖๖๖๖๖๖ ๐. ๖๖๖๖๖๖๖๖๖๖	084-๙๔๔๐๔๖๖	
37	นางฉวีพร นวรัตน์	๖๖๖๖๖๖๖๖๖๖ ๐. ๖๖๖๖๖๖๖๖๖๖	081-16๖5๖5๖	
38	นางฉวีพร นวรัตน์	๖๖๖๖๖๖๖๖๖๖ ๐. ๖๖๖๖๖๖๖๖๖๖	086-1583161	

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน	โทรศัพท์	ลงชื่อ
1	นางทองเกียรติ ศรีสว่าง	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรวิสาหกิจชุมชนบ้านแมคว		
2	นางอัมพร ชัยยะ	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านศรีวิชัย	๐๕๐1913764	
3	นางสาวอภากร ปิ๋วใหญ่	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านวังคีน	๐8๑๔๖32๖12	อัมพร
4	นางนิภาวรรณ ศรีสวัสดิ์เพ็ญ	กลุ่มแม่บ้านเกษตรกรสันติเจริญ		
5	นางณภมล เนตรยาบ	กลุ่มแปรรูปผลิตภัณฑ์การเกษตรบ้านต้นผึ้ง		
6	นางอรอนงค์ มหัทธินทร์	กลุ่มแปรรูปอาหารบ้านป่าเอื้อย	1107 ม.โพธิ์ ๘๓๓๗๖	
7	นายเทพ เทพ	กลุ่มลำไยศรีทอง	๐๙๒๖๖๖ ๕๖๘	๐๘๑๕๕๖๐๐๑
8	นางประมวล จีมูล	กลุ่มลำไยศรีทอง	๐๑-๖๖๖ ๕๖๘	
9	นายวิชิตน์ กองคงคาช	กลุ่มลำไยศรีทอง	๐๙๐๕๕๕ ๕๖๘	
10	นางอุษุศรี มาลีเศษ	กลุ่มลำไยศรีทอง	๐๙๐๕๕๕ ๕๖๘	
11	นางบุญนาง โปทะนูล	กลุ่มลำไยศรีทอง	๐๙๐๕๕๕ ๕๖๘	
12	นายสุวรรณ กุนาบา	กลุ่มลำไยศรีทอง	๐๙๐๕๕๕ ๕๖๘	
13	นางอุบล จงจตุต	กลุ่มลำไยศรีทอง	๐๙๐๕๕๕ ๕๖๘	
14	นางกฤษณา ศิริวงษ์	กลุ่มลำไยศรีทอง	๐๙๐๕๕๕ ๕๖๘	
15	นางสาวพรรวฟ้า ไพรฤกษ์	กลุ่มลำไยศรีทอง	๐๙๐๕๕๕ ๕๖๘	
16	นางพัฒนา คงปัญญา	กลุ่มแปรรูปอาหารบ้านป่าเอื้อย	๐๙๐๕๕๕ ๕๖๘	
17	นางสาววันเพ็ญ มหัทธินทร์	กลุ่มแปรรูปอาหารบ้านป่าเอื้อย	๐๙๐๕๕๕ ๕๖๘	
18	นางพวงมาลัย วงศ์สุวรรณ	กลุ่มแปรรูปอาหารบ้านป่าเอื้อย	๐๙๐๕๕๕ ๕๖๘	
19	นางสาวจิรัชฎา ชูตระกูล	วิสาหกิจชุมชนกลุ่มเลี้ยงส่งหนองหยด	๐๙๐๕๕๕ ๕๖๘	

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน	ลงชื่อ
20	นางพร การอง		๑๙ ม.ร.๐๖
21	นางสายสุรีย์ อนุกิจอัมภ์		
22	นางอริยา อ.อ. ศรีนันท์		๒๖ ธ.ค. ๒๕๖๓
23	นางทองจันทร์ ไชยวงศ์		๗๐๕๖๒ ๒๕๖๓
24	นางทองใบ อนุชัยวงศ์		๓๐๕๓ ๐๑๓
25	นายณัฐวุฒิ ไชยวงศ์	๐๑๕-๑๕๑ ๓๕๑ ๙	๓๐๕๓ ๐๑๓
26	นางณัฏฐ์ ใจยุ		๒๖ ธ.ค. ๒๕๖๓
27	นางศรียอน บุญวิจิตร		๓๐๕๓ ๐๑๓
28	นางกอบกุล สุริยะ	สำนักงานเกษตรอำเภอมะนังเชียงใหม่	
29	นางจิราภรณ์ รุ่งดี	วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแปรรูปเครื่องเคียงสมุนไพรจิราภรณ์	
30	นางวันชาติ วงศ์วรชาติ	วิสาหกิจชุมชนกลุ่มส่งเสริมอาชีพ ๕ ตำบลอม	
31	นางมยุรี บุญยะประกาศา	วิสาหกิจชุมชนกลุ่มขนมขุมนายชัยบ้านท่าหตุก	๒๕๖๓ ๒๕๖๓
32	นางรณู หน่อคำ	วิสาหกิจชุมชนกลุ่มขนมขุมนายชัยบ้านท่าหตุก	๒๕๖๓ ๒๕๖๓
33	นางสาววรรณภา ปิ่นทรัพย์	วิสาหกิจชุมชนกลุ่มขนมอบบ้านดงเป้า	๒๕๖๓ ๒๕๖๓

[illegible]

1502012 2654

[illegible]

ภาพกิจกรรมของวิทยากรในระหว่างการอบรมเชิงปฏิบัติการ
เรื่องการแปรรูปผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น แยมลำไย-เสาวรส และสแนคบาร์ลำไย
ในวันที่ 22-23 มีนาคม 2555





ภาพกิจกรรมของผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ
เรื่องการผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น แยมลำไย-เสาวรส และสแนคบาร์ลำไย
ในวันที่ 22 มีนาคม 2555



บรรยากาศภายในห้องบรรยายอบรมเชิงปฏิบัติการและการถ่ายรูปร่วมกัน



การแปรรูปสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง



ลักษณะของสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งที่ผู้เข้าอบรมผลิตได้



การแปรรูปแยมลำไย-เสาวรสและการประเมินคุณภาพแยมที่ผลิตได้

**ภาพกิจกรรมของผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ
เรื่องการแปรรูปผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น แยมลำไย-เสาวรส และสแนคบาร์ลำไยใน
วันที่ 22 ในวันที่ 23 มีนาคม 2555**



ผศ. ดร.สุทัศน์ สุระวัง และผู้ช่วยวิจัยรับการลงทะเบียนของผู้เข้าอบรมเชิงปฏิบัติการ



บรรยากาศภายในห้องบรรยายอบรมเชิงปฏิบัติการ



บรรยากาศภายในห้องปฏิบัติการการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลำไย



การเตรียมวัตถุดิบสำหรับแปรรูปสแนคบาร์เนื้อลำไยอบแห้งชนิดแท่ง



การแปรรูปสแนคบาร์เนื้อลำไยอบแห้งชนิดแท่ง



การแปรรูปแยมลำไย-เสาวรส

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 การผลิตและการเก็บรักษาน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น

น้ำเชื่อมลำไยผลิตได้โดยการบีบคั้นเนื้อลำไยสดด้วยเครื่องบีบอัดระบบไฮดรอลิก หลังจากให้น้ำลำไยสดที่ได้ไปประเหยไอน้ำออกด้วยหม้อต้มสองชั้นด้วยความดันไอน้ำ 1.0-1.2 บาร์ ระเหยน้ำจนได้น้ำเชื่อมลำไยมีความเข้มข้นที่ 55 องศาบริกซ์ บรรจุน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นขณะร้อนในขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ปิดฝาให้สนิท และทำให้เย็นโดยเร็ว เช็ดขวดแก้วให้แห้งสนิทและเก็บรักษาไว้ในที่มืด ไม่มีแสงและอุณหภูมิต่ำ น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์แก้วสามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงความชื้น สามารถชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล และทำให้สีของผลิตภัณฑ์คล้ายกว่าขวดพลาสติก PET

5.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมลำไย -เสาวรสและการเก็บรักษา

สูตรแยมลำไย -เสาวรสที่เหมาะสมประกอบด้วย น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่ 55 องศาบริกซ์ ร้อยละ 45.67 เนื้อลำไยอบแห้งสีทอง ร้อยละ 20.55 น้ำผึ้งดอกลำไย ร้อยละ 17.35 เปลือกด้านในของผลเสาวรส ร้อยละ 13.70 น้ำเสาวรส ร้อยละ 2.28 และกรดซิตริก ร้อยละ 0.45 ผลิตโดยนำเนื้อลำไยอบแห้งปั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ ผสมกับน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นร้อยละ 70 ของปริมาณน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นทั้งหมดที่ใช้ในส่วนผสม และน้ำเสาวรส ในถุงเย็นปิดปากถุงให้สนิทและนำเข้าไว้ในตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) อย่างน้อย 12 ชั่วโมง จากนั้นนำเปลือกด้านในเสาวรสปั่นกับน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นในส่วนที่เหลือให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน และให้ความร้อนจนส่วนผสมของเปลือกด้านในเสาวรสมีสลักษณะใสขึ้น เติมส่วนของเนื้อลำไยอบแห้งที่ผสมกับน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น ให้ความร้อนจนและคนให้ผสมเข้ากันดี เมื่อส่วนผสมมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ทั้งหมด 65 องศาบริกซ์ หยุดให้ความร้อน เติมกรดซิตริกและผสมให้เข้ากัน หลังจากนั้นบรรจุลงในขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนทันที ปิดฝาให้สนิท และทำให้เย็นโดยเร็ว เมื่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แยมลำไย -เสาวรส ในบรรจุภัณฑ์แก้วและพลาสติก PET ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า บรรจุภัณฑ์แก้วสามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงความชื้น ชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล และสีคล้ำของแยมได้ดีกว่าบรรจุภัณฑ์พลาสติก PET

5.3 การพัฒนาผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งและการเก็บรักษา

สูตรที่เหมาะสมสำหรับการผลิตสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง ประกอบด้วยข้าวพองจากข้าวเหนียวขาว ร้อยละ 18.92 ข้าวพองจากข้าวเหนียวดำ ร้อยละ 18.92 เนื้อลำไยอบแห้งสีทอง ร้อยละ 18.92 สตอเบอร์รี่อบแห้ง ร้อยละ 18.92 กลูโคสไซรัป ร้อยละ 10.08 น้ำผึ้งดอกลำไย ร้อยละ 9.83 และแอลมอนด์หั่นชิ้นบาง ร้อยละ 4.41 นำข้าวพองมาล้างน้ำทำความสะอาด นำข้าวเหนียวใส่ในหม้อหุงข้าว เติมน้ำลงไป 1.5 เท่าของน้ำหุงข้าวเหนียวขณะแห้ง หุงจนข้าวเหนียวสุก เกลี่ยข้าวเหนียวขณะร้อนลงบนถาด ปล่อยให้เย็นแล้วนำไปอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทำให้เมล็ดข้าวแยกออกจากกันและนำไปทอดในน้ำมันที่อุณหภูมิ 200

องศาเซลเซียส จนได้ข้าวพองมีสีเหลือง

ขั้นตอนการผลิตสแนคบาร์ลำไยชนิดแท่งเริ่มต้นโดยให้ความร้อนแก่กลูโคสไซรัปที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที เติมน้ำผึ้งและให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 นาที ใส่ผลไม้อบแห้งและส่วนผสมให้เข้ากันเป็นเวลา 3 นาที เติมน้ำข้าวพองทั้งสองชนิดและส่วนผสมให้เข้ากันดี เทส่วนผสมทั้งหมดลงบนถาดที่รองพื้นด้วยแอลมอนด์ หั่นชิ้นบางอัดส่วนผสมให้แน่น นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำส่วนผสมที่อยู่ในถาดตัดให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ บรรจุในถุง และปิดผนึกให้แน่นสนิท

เมื่อทดลองการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง ในบรรจุภัณฑ์ 3 ชนิด คือ ถุง LDPE, nylon/LLDPE และ laminated aluminum foil ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 สัปดาห์ พบว่า ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ LDPE มีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 4 สัปดาห์ ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ nylon/LLDPE มีอายุการเก็บรักษาได้ไม่เกิน 8 สัปดาห์ และที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ laminated aluminum foil มีอายุการเก็บรักษามากกว่า 24 สัปดาห์ เนื่องจากถุง laminated aluminum foil สามารถป้องกันความชื้นที่เป็นสาเหตุหลักของการเสื่อมเสียในผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งได้ดีกว่าถุง LDPE และ nylon/LLDPE

5.4 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ลำไย

ผลงานวิจัยนี้ได้จัดการอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีการแปรรูปผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น แยมลำไย -เสาวรส และสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง ให้แก่ผู้ประกอบการและผู้สนใจทั่วไป จำนวน 2 รุ่น รวมผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการจำนวน 63 คน ผู้เข้าร่วมอบรมได้ทดลองปฏิบัติจริงในการทำแยมลำไย -เสาวรส และสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าอบรมอยู่ในระดับพอใจมากถึงพอใจมากที่สุด

5.5 ข้อเสนอแนะ

1. การผลิตน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นโดยการระเหยน้ำภายใต้ระบบสุญญากาศทำให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยที่เข้มข้นที่มีคุณภาพดี แต่การวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดทางด้านเครื่องมือที่มีขนาดเล็กทำให้ไม่สามารถผลิตได้เป็นปริมาณมากในระดับอุตสาหกรรม เพื่อให้มีความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์

2. ผลิตภัณฑ์ทั้งแยมลำไย-เสาวรสและสแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งสามารถนำไปผลิตในระดับอุตสาหกรรมเชิงพาณิชย์ได้

3. ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่ง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากมีสารอาหารหลักครบถ้วน และมีสาร พฤษเคมีด้วย จึงควรนำไปผลิตเป็นอาหารเสริมหรืออาหารว่างสำหรับนักเรียน เพื่อป้องกันการขาดสารอาหารและพลังงาน โดยเฉพาะผู้ที่ไม่ได้บริโภคผักและผลไม้ ซึ่งจะทำให้ร่างกายขาดเส้นใยอาหาร ผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไยอบแห้งชนิดแท่งนี้ ผลิตจากผลไม้อบแห้งถึง 2 ชนิด จึงช่วยเพิ่มเส้นใยอาหารได้

4. ควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ผลไม้อบแห้งชนิดแท่งที่ผลิตจากผลไม้อบแห้งชนิดอื่นๆ เช่น กัลยาดาก มะเฟืองอบแห้ง มะเขือเทศแช่อิ่มอบแห้ง และอาจใช้เมล็ดมะม่วงหิมพานต์ เมล็ดทานตะวัน และงา เสริมทดแทนแอลมอนด์ หั่นชิ้นบาง ได้ และควรส่งเสริมให้มีการบริโภคกันมากขึ้นด้วย เพราะเป็นอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย

เอกสารอ้างอิง

กมลวรรณ บุญชนสกุล. 2549. การพัฒนาการผลิตน้ำลำไยเข้มข้น . การค้นคว้าแบบอิสระเชิง
วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาชีวเคมีและชีวเคมีเทคโนโลยี ภาควิชาเคมี คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

โครงการพัฒนาขีดความสามารถในธุรกิจลำไยไทย . 2550. สารความรู้ลำไย. สถาบันวิทยาการหลัง
การเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

โจเซฟ อึ้ง. 2548. ‘ฟาร์มเฮาส์’ปะหมัด ‘การ์ดิเนียร์’ ชิงโต๊ะก่อนอาหารเช้า. [ระบบออนไลน์].
แหล่งที่มา <http://www.hyper-trade.net/data/news/en/NEWS%20on%20Aug%2026%2005.doc>. [20 พฤศจิกายน 2550].

ชรินทร์ เตชะพันธุ์ ประเสริฐ หาญเมืองใจ และพีรเดช พูลสุข. 2548. รายงานการวิจัย เรื่อง การวิจัย
พัฒนาการผลิตฟรุคโตสซีรัปลำไยเพื่อให้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร .
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชนพล กิจพจน์ และศิริรักษ์ อินต๊ะวงศ์. 2548. การพัฒนาน้ำเชื่อมลำไยเข้มข้น. โครงการวิจัยวิทยา
ศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพัฒนากลั่นภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธวัชชัย รัตนขเลศ พุกภัย ยิบมันตะสิริ รุ่งทิพย์ อุทุมพันธ์ และ จงรักษ์ มูลเพย. 2548. รายงานวิจัย
ฉบับสมบูรณ์ โครงการสนับสนุนการวางแผนจัดการทรัพยากรเพื่อการเกษตรและบริการ
ระยะที่ 1 ภาคเหนือตอนบน : องค์ความรู้และยุทธศาสตร์ในระบบการผลิตไม้ผล. คณะ
เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนคริ
นทรวิโรฒประสานมิตร

- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. วิศวกรรมแปรรูปอาหาร : การถนอมอาหาร. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วาทัญญู จันตะนาเขต และสุดาพร พุชั่น. 2554. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซีเรียลบาร์ข้าวเหนียวดำ. สาขาวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วสินี วรรณนิม และสุจินดา ศรีวัฒนะ. 2552. การพัฒนาแฮมเสาวรสโดยใช้เพกทินจากเปลือกในเสาวรส. สาขาวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สถานวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2550. เครือข่ายข้อมูลลำไยปลอดภัย *Longan Safety Information Network*. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.longansafety.org/content.asp?content-id=1> [31 มีนาคม 2552].
- สินธนา ลีลานุกัษ์. 2543. การแปรรูปลำไย. ใน นกมล จรัสสัมฤทธิ์ พาวิน มะโนชัย นพมณี โทบุญญานนท์ ชีรนุช จันทรชิต วินัย วิริยะอลงกรณ์ และ พิชัย สมบูรณ์วงศ์ (บรรณาธิการ). การผลิตลำไย. โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตลำไยและลิ้นจี่ ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยและลิ้นจี่มหาวิทยาลัยแม่โจ้. หน้า 94-109.
- สุจินดา ศรีวัฒนะ. 2548. แบบหุ่นจำลองและสูตรอาหารที่เหมาะสม (Modeling and Optimization for Food Formulation). *อาหาร*, 35, 168-176.
- สุทัศน์ สุระวัง นพพล เล็กสวัสดิ์ ขาดิชาช โจนงนุช และ เมธิณี เทวซึ่งเจริญ. 2550. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การเปรียบเทียบปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในส่วนต่างๆ ของลำไยมะม่วง และลิ้นจี่ทั้งสดและแปรรูป. เชียงใหม่: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์. 2550. สถานการณ์ผลไม้และผลิตภัณฑ์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.dft.go.th/the_files/ [8 มิถุนายน 2552].

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2551. *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแยม เยลลี่ และมาร์มาเลด มอก. 263-2521*. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้ม ปี 2555. สำนักวิจัย เศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา www.oae.go.th/download/journal/trends2555.pdf. (4 กุมภาพันธ์ 2555).
- AOAC. 2003. *Official Methods of Analysis of the AOAC International*. 17th ed. Arlington, VA: Association of Official Analysis Chemists.
- De Assis, S.A., Velloso, J.C.R., Brunetti, I.L., Khalil, N.M., Leite, K.M.D.C., Martins, A.B.G. and Oliveira, O.M.M.D. 2009. Antioxidant activity, ascorbic acid and total phenol of exotic fruits occurring in Brazil. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 60: 439-448.
- Deshpande, R.P., Chinnan, M.S. and McWatters, K.H. 2008. Optimization of a chocolate-flavored, peanut-soy beverage using response surface methodology (RSM) as applied to consumer acceptability data. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 41, 1485-1492.
- Duan, X.W., You, Y.L., Su, X.G., Qu, H.X., Joyce, D.C. and Jiang, Y.M. 2007. Influence of the nitric, oxide donor, sodium nitroprusside, on lipid peroxidation and anti-oxidant activity in pericarp tissue of longan fruit. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 82: 467-473.
- Dutcosky, S.D., Grossmann, M.V., Silva, R.S.S.F. and Welsch, A.K. 2006. Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. *Food Chemistry*, 98, 630-638.
- Eyre, C. 2007. *Snack bars outsell confectionery, report* [Online]. Available: <http://www.foodanddrinkeurope.com/Consumer-Trends/Snack-bars-outsell-confectionery-report> [2008, August 27].

- Food and Drug Administration. 2003. *Jam, Jelly, and marmalade in sealed container*. [Online]. Available: http://www.qmaker.com/fda/new/images/cms/top_upload/1147228430_213-43.pdf [2009, March 8].
- Jacob, J.K., Hakimuddin, F., Paliyath, G., and Fisher, H. 2008. Antioxidant and antiproliferative activity of polyphenols in novel high-polyphenol grape lines. *Food Research International*. 41: 419-428.
- Jaitrong, S., Rattanapanone, N. and Manthey, J. A. 2006. Analysis of the phenolic compounds in longan (*Dimocarpus longan* Lour.) peel. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 119: 371—375.
- Jiang, G. X., Prasad, K. N., Jiang, Y. M., Yang, B., Jia, Y. X. and Sun, J. 2009. Extraction and structural identification of alkali-soluble polysaccharides of longan (*Dimocarpus longan* Lour.) fruit pericarp. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 10:638-642.
- Joluisse. 2012. *J is for Jam*. [Online]. Available: <http://jo-stophaveachat.blogspot.com/2012/03/j-is-for-jam.html>. [23 March 2012].
- Lampila, P., Van Lieshout, M., Gremmen, B., and Lahteenmaki, L. 2009. Consumer attitudes towards enhanced flavonoid content in fruit. *Food Research International*. 42: 122-129.
- Lapsongphol, S. and Mahayothee, B. 2007. Characterization of volatile compounds of fresh and dried longan using headspace-solid phase microextraction combine with GC-MS. *The 9th Agro-Industrial Conference: Food Innovation Asia 2007: "Q" Food for Good Life*. Bangkok, Thailand. 14-15 June.
- Li, J.R., Miao, S.X. and Jiang, Y.M. 2009. Changes in quality attributes of longan juice during storage in relation to effects of thermal processing. *Journal of Food Quality*. 32: 48-57.
- Li, S.F., Liu, X.M. and Wu, J.J. 2004. A review of research and development of longan fruit pulp. *Fujian Fruits*. 129(2): 12-15.

- Mahattanatawee, K., Manthey, J.A., Luzio, G., Talcott, S.T., Goodner, K. and Baldwin, E.A. 2006. Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-grown tropical fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54, 7355-7363.
- Peryam, D.R. and Pilgrim, F.J. 1957. Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technology*, 11, 9-14.
- Prasad, K.N., Yang, E., Yi, C., Zhao, M.M., and Jiang, Y.M. 2009. Effects of high pressure extraction on the extraction yield, total phenolic content and antioxidant activity of longan fruit pericarp. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 10: 155-159.
- Prinyawiwatkul, W., Beuchat, L.R. and Resurreccion, A.V.A. 1993. Optimization of sensory qualities of an extruded snack based on cornstarch and peanut Flour. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 26, 393-399.
- Prinyawiwatkul, W., McWatters, K.H., Beuchat, L.R. and Phillips, R.D. 1997. Optimizing acceptability of chicken nuggets containing fermented cowpea and peanut flours. *Journal of Food Science*, 62, 4, 889-893 & 905.
- Rangkadilok, N., Worasuttayangkurn, L., Bennett, R. N. 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.
- Rangkadilok, N., Sitthimonchai, S., Worasuttayangkurn, L., Mahidol, C., Ruchirawat, M., and Satayavivad, J. 2007. Evaluation of free radical scavenging and antityrosinase activities of standardized longan fruit extract. *Food and Chemical Toxicology*. 45: 328-336.
- Shaheen, F., Ahmad, M., Khan, M.T.H., Jalil, S., Ejaz, A., Sultankhodjaev, M.N., Arfan, M., Choudhary, M.I. and Atta-ur-Rahman, H.E.J. 2005. Alkaloids of Aconitum leave and their anti-inflammatory, antioxidant and tyrosinase inhibition activities. *Phytochemistry*. 66: 935-940.

- Sheng, K.M. and Wang, H.J. 2010. Advances in research of chemical constituents and pharmacological activities of arillus longan. *Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae*. 16: 236-238.
- Shi, J.Y., Sun, J., Wei, X.Y., Shi, J., Cheng, G. P., Zhao, M.M., Wang, J.S., Yang, B. and Jiang, Y.M. 2008. Identification of (-)-epicatechin as the direct substrate for polyphenol oxidase from longan fruit pericarp. *LWT - Food Science and Technology*. 41: 1742-1747.
- Soong, Y.Y. and Barlow, P.J. 2004. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chemistry*. 88: 411-417.
- Stable Micro Systems Ltd. 2005. Chewy confectionery. *Manual of TA.XT2 Texture Analyzer*.
- Sun, J., Shi, J., Jiang, Y.M., Xue, S.J. and Wei, X.Y. 2007. Identification of two polyphenolic compounds with antioxidant activities in longan pericarp tissues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55: 5864-5868.
- The UK Food and Beverage Report. 2004. *Deskfast แนวโน้มใหม่ของอาหารเช้าในสหราชอาณาจักร*. [Online]. Available: <http://www.depthai.go.th/go/content/download/attach?contentId=5671&name=deskfast%20report.doc> [2007, April 4].
- Wang, S. and Langrish, T.A.G. 2009. A review of process simulations and the use of additives in spray drying. *Food Research International*. 42:13-25.
- Wen, J., Xu, Y.J., Xiaio, G.S., Li, J.G., Liao, S.T., Wu, J.J., Li, S.F. and Tang, D.B. 2010a. Comparative studies on processing characteristics of different longan cultivars. *Food Science*. 31(1):71-75 .
- Wen, L.J., Li, Y.J., Mao, H.J. and Zhang, Y.C. 2010b. Nutrients and antioxidant activity of longan seeds. *Food Science*. 31(1):243-246.

- Yamaguchi, F., Ariga, T., Yoshimura, Y. and Nakazawa, H. 2000. Antioxidative and anti-glycation activity of garcinol from *Garcinia indica* fruit rind. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48: 180-185.
- Yang, B., Jiang, Y.M., Zhao, M.M., Shi, J. and Wang, L.Z. 2008a. Effects of ultrasonic extraction on the physical and chemical properties of polysaccharides from longan fruit pericarp. *Polymer Degradation and Stability*. 93: 268-272.
- Yang, B., Zhao, M.M. and Jiang, Y.M. 2008b. Optimization of tyrosinase inhibition activity of ultrasonic-extracted polysaccharides from longan fruit pericarp. *Food Chemistry*. 110: 294-300.
- Yang, B., Zhao, M.M. and Jiang, Y.M. 2009. Anti-glycated activity of polysaccharides of longan (*Dimocarpus longan* Lour.) fruit pericarp treated by ultrasonic wave. *Food Chemistry*. 114: 629-633.
- Yang, B., Zhao, M.M., Prasad, K.N., Jiang, G.X. and Jiang, Y.M. 2010. Effect of methylation on the structure and radical scavenging activity of polysaccharides from longan (*Dimocarpus longan* Lour.) fruit pericarp. *Food Chemistry*. 118: 364-368.
- Zheng, G.M., Xu, L.X., Wu, P., Xie, H.H., Jiang, Y.M., Chen, F. and Wei, X.Y. 2009. Polyphenols from longan seeds and their radical-scavenging activity. *Food Chemistry*, 116: 433-436.
- Zheng, S.Q., Jiang, F., Huang, A.P., Gao, H.Y., Deng, C.J., Chen, X.M. and Zheng, J.G. 2008. Evaluating of γ -aminobutyric acid in different genotypes from longan (*Dimocarpus longan* Lour.). *Fujian Fruits*. 146(3): 23-27.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

**ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงความชื้นของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์
ที่แตกต่างกันสองชนิด ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส**

	Trt	%moisture
Week 0	Glass1	43.54
	Glass1	43.37
	Glass1	41.44
	Glass2	48.22
	Glass2	48.34
	Glass2	48.29
	Plastic1	44.16
	Plastic1	43.68
	Plastic1	43.61
	Plastic2	48.39
	Plastic2	48.37
	Plastic2	47.11
week 2	Glass1	42.50
	Glass1	42.62
	Glass1	42.62
	Glass2	47.72
	Glass2	47.60
	Glass2	47.45
	Plastic1	42.27
	Plastic1	42.33
	Plastic1	41.29
	Plastic2	46.69
	Plastic2	46.21
	Plastic2	46.40
week4	Glass1	42.47
	Glass1	42.44
	Glass1	42.58
	Glass2	46.91
	Glass2	46.98
	Glass2	47.12
	Plastic1	39.45
	Plastic1	40.74
	Plastic1	40.18
	Plastic2	45.32
	Plastic2	45.62
	Plastic2	45.38
week6	Glass1	42.01
	Glass1	41.86
	Glass1	41.86
	Glass2	46.79
	Glass2	46.80
	Glass2	46.87
	Plastic1	39.02
	Plastic1	39.26
	Plastic1	39.09
	Plastic2	44.70
	Plastic2	44.28
	Plastic2	44.47

	Trt	%moisture
week8	Glass1	41.61
	Glass1	41.60
	Glass1	41.60
	Glass2	46.34
	Glass2	46.38
	Glass2	46.52
	Plastic1	37.93
	Plastic1	37.91
	Plastic1	37.89
	Plastic2	43.82
	Plastic2	44.08
	Plastic2	44.11
week10	Glass1	41.71
	Glass1	41.25
	Glass1	41.27
	Glass2	45.83
	Glass2	45.71
	Glass2	45.79
	Plastic1	37.60
	Plastic1	37.53
	Plastic1	37.45
	Plastic2	43.64
	Plastic2	43.08
	Plastic2	43.63
week12	Glass1	41.45
	Glass1	41.55
	Glass1	41.63
	Glass2	45.83
	Glass2	46.15
	Glass2	45.94
	Plastic1	37.58
	Plastic1	37.61
	Plastic1	37.64
	Plastic2	43.47
	Plastic2	43.81
	Plastic2	43.60

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์
ที่แตกต่างกันสองชนิด ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

	Trt	Aw
Week 0	Glass1	0.861
	Glass1	0.884
	Glass1	0.891
	Glass2	0.924
	Glass2	0.923
	Glass2	0.925
	Plastic1	0.871
	Plastic1	0.873
	Plastic1	0.87
	Plastic2	0.904
	Plastic2	0.916
	Plastic2	0.905
Week 2	Glass1	0.876
	Glass1	0.888
	Glass1	0.888
	Glass2	0.91
	Glass2	0.912
	Glass2	0.911
	Plastic1	0.869
	Plastic1	0.868
	Plastic1	0.869
	Plastic2	0.902
	Plastic2	0.904
	Plastic2	0.902
Week 4	Glass1	0.87
	Glass1	0.882
	Glass1	0.885
	Glass2	0.911
	Glass2	0.904
	Glass2	0.913
	Plastic1	0.87
	Plastic1	0.868
	Plastic1	0.871
	Plastic2	0.893
	Plastic2	0.901
	Plastic2	0.9
Week 6	Glass1	0.873
	Glass1	0.875
	Glass1	0.880
	Glass2	0.905
	Glass2	0.898
	Glass2	0.9
	Plastic1	0.872
	Plastic1	0.864
	Plastic1	0.866
	Plastic2	0.893
	Plastic2	0.889
	Plastic2	0.893

	Trt	Aw
Week 8	Glass1	0.867
	Glass1	0.87
	Glass1	0.874
	Glass2	0.897
	Glass2	0.898
	Glass2	0.897
	Plastic1	0.862
	Plastic1	0.867
	Plastic1	0.865
	Plastic2	0.892
	Plastic2	0.894
	Plastic2	0.89
Week 10	Glass1	0.86
	Glass1	0.872
	Glass1	0.865
	Glass2	0.897
	Glass2	0.895
	Glass2	0.894
	Plastic1	0.866
	Plastic1	0.869
	Plastic1	0.868
	Plastic2	0.889
	Plastic2	0.891
	Plastic2	0.893
Week 12	Glass1	0.875
	Glass1	0.87
	Glass1	0.873
	Glass2	0.898
	Glass2	0.897
	Glass2	0.901
	Plastic1	0.869
	Plastic1	0.865
	Plastic1	0.861
	Plastic2	0.894
	Plastic2	0.892

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงความชื้นหนืดของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่
แตกต่างกันสองชนิด ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

week	Batch	1	2
0	Glass	15.713	14.633
	Plastic	16.681	14.893
2	Glass	17.146	15.806
	Plastic	15.806	15.191
4	Glass	16.718	15.34
	Plastic	17.947	15.154
6	Glass	15.117	14.112
	Plastic	16.681	15.005
8	Glass	19.875	17.567
	Plastic	20.545	18.461
10	Glass	26.76	24.527
	Plastic	26.909	24.937
12	Glass	20.247	22.108
	Plastic	22.108	19.987

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุ
ในบรรจุภัณฑ์ที่ต่างกันสองชนิด ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
Week 0	Glass1	54.1	54	Week 8	Glass1	56.8	56.8
	Glass2	53.8	53.8		Glass2	53.5	52.5
	Plastic1	54.6	54.6		Plastic1	60.2	60.1
	Plastic2	55	54.9		Plastic2	56.1	55
Week 2	Glass1	55.7	55.2	Week 10	Glass1	57	57.2
	Glass2	53.5	52.8		Glass2	53.5	54.3
	Plastic1	57.2	56.8		Plastic1	60.8	61
	Plastic2	57.4	56.1		Plastic2	56	56.1
Week 4	Glass1	57.1	56.8	Week 12	Glass1	57.1	57.8
	Glass2	53.8	53.4		Glass2	53.5	54
	Plastic1	59.3	60		Plastic1	61	60
	Plastic2	55	56.9		Plastic2	56	57
Week 6	Glass1	56.5	56.8				
	Glass2	52.5	52.8				
	Plastic1	60.2	61				
	Plastic2	55.5	55				

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง ของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุ
ภัณฑ์ที่แตกต่างกันสองชนิด ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Week	trt	rep	pH
0	glass	1	5.87
			5.82
			5.88
		2	6.07
			6.07
			6.03
	Plastic	1	5.91
			5.9
			5.91
		2	6.08
			6.08
			6.07
	glass	1	5.96
			5.98
			5.96
		2	6.1
			6.12
			6
	Plastic	1	5.95
			5.93
			5.96
		2	6.17
			6.15
			6.18
4	glass	1	5.86
			5.86
			5.88
		2	6.02
			6
			6.01
	Plastic	1	5.98
			5.95
			5.89
		2	6
			6.01
			6.03
6	glass	1	5.84
			5.9
			5.89
		2	5.94
			5.9
			5.92
	Plastic	1	5.98
			5.96
			6.04
		2	6.03
			5.98
			6.02

Week	trt	rep	pH
8	glass	1	5.91
			5.93
			5.94
		2	6.27
			6.26
			6.27
	Plastic	1	6.07
			6.06
			6.07
		2	6.18
			6.2
			6.19
10	glass	1	5.97
			6.01
			6.03
		2	6.2
			6.19
			6.2
	Plastic	1	6.07
			5.98
			6.05
		2	6.15
			6.14
			6.13
12	glass	1	6.03
			6.05
			6.03
		2	6.21
			6.23
			6.2
	Plastic	1	6.06
			6.07
			6.05
		2	6.24
			6.2
			6.2

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงค่า L^* ของผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมลำไยเข้มข้นที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน
สองชนิด ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Week	Try	rep.	L^*
0	Glass	1	30.46
			30.47
			30.39
		2	32.18
			32.14
			32.21
	Plastic	1	29.56
			29.79
			29.56
		2	31.57
			31.56
			31.49
2	Glass	1	30.16
			30.14
			30.16
		2	31.82
			31.81
			31.83
	Plastic	1	29.09
			29.15
			29.1
		2	30.86
			30.94
			30.86
4	Glass	1	30.04
			30.02
			30.05
		2	30.98
			31.42
			31.14
	Plastic	1	28.44
			28.78
			28.46
		2	31.14
			30.41
			31.16
6	Glass	1	29.98
			30.08
		2	30.93
			30.97
	Plastic	1	29.04
			28.98
		2	30.39
			30.68

Week	Try	rep.	L^*
8	Glass	1	29.88
			29.7
		2	30.32
			30.49
	Plastic	1	28.58
			26.61
			28.64
		2	30.16
			30.21
10	Glass	1	29.16
			29.39
			29.17
		2	30.52
			30.28
			30.28
	Plastic	1	28.93
			28.17
			28.67
		2	29.44
			29.49
			29.51
12	Glass	1	29.26
			29.25
			29.4
		2	30.32
			30.3
			30.17
	Plastic	1	28.47
			28.5
			28.79
		2	29.75
			29.69
			29.59

**ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงความชื้นของผลิตภัณฑ์แฮมลำไย-เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์
ที่แตกต่างกันสองชนิด ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส**

	Trt	%moisture
Week 0	Glass1	41.62
	Glass1	41.94
	Glass1	40.98
	Glass2	39.85
	Glass2	40.11
	Glass2	40.31
	Plastic1	41.10
	Plastic1	41.90
	Plastic1	42.24
	Plastic2	40.27
	Plastic2	39.53
	Plastic2	38.93
Week 2	Glass1	41.01
	Glass1	40.57
	Glass1	40.67
	Glass2	38.05
	Glass2	37.96
	Glass2	38.41
	Plastic1	36.31
	Plastic1	36.90
	Plastic1	36.18
	Plastic2	39.88
	Plastic2	39.36
	Plastic2	39.89
Week 4	Glass1	40.51
	Glass1	39.77
	Glass1	38.18
	Glass2	38.72
	Glass2	34.95
	Glass2	35.73
	Plastic1	38.23
	Plastic1	38.24
	Plastic1	38.25
	Plastic2	37.78
	Plastic2	37.89
	Plastic2	37.76
Week 6	Glass1	39.92
	Glass1	39.50
	Glass1	39.37
	Glass2	38.84
	Glass2	39.69
	Glass2	39.95
	Plastic1	39.17
	Plastic1	39.48
	Plastic1	38.57
	Plastic2	39.55
	Plastic2	38.75
	Plastic2	39.17

	Trt	%moisture
Week 8	Glass1	40.03
	Glass1	40.55
	Glass1	39.68
	Glass2	40.12
	Glass2	41.01
	Glass2	39.81
	Plastic1	38.98
	Plastic1	39.79
	Plastic1	39.55
	Plastic2	38.61
	Plastic2	39.44
	Plastic2	39.01
Week 10	Glass1	39.39
	Glass1	38.88
	Glass1	38.47
	Glass2	39.74
	Glass2	38.62
	Glass2	39.17
	Plastic1	38.73
	Plastic1	38.46
	Plastic1	38.37
	Plastic2	37.88
	Plastic2	38.71
	Plastic2	38.23
Week 12	Glass1	39.75
	Glass1	39.58
	Glass1	39.02
	Glass2	40.42
	Glass2	40.19
	Glass2	40.44
	Plastic1	39.52
	Plastic1	39.21
	Plastic1	39.03
	Plastic2	38.69
	Plastic2	38.59

**ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงค่ากิจกรรมน้ำของผลิตภัณฑ์เยมลำไย-เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์
ที่แตกต่างกันสองชนิด ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส**

	Trt	ค่า Aw
Week 0	Glass1	0.881
	Glass1	0.88
	Glass1	0.881
	Glass2	0.882
	Glass2	0.878
	Glass2	0.878
	Plastic1	0.87
	Plastic1	0.865
	Plastic1	0.859
	Plastic2	0.877
	Plastic2	0.871
	Plastic2	0.877
Week 2	Glass1	0.887
	Glass1	0.887
	Glass1	0.886
	Glass2	0.873
	Glass2	0.876
	Glass2	0.875
	Plastic1	0.863
	Plastic1	0.868
	Plastic1	0.866
	Plastic2	0.872
	Plastic2	0.873
	Plastic2	0.871
Week 4	Glass1	0.898
	Glass1	0.895
	Glass1	0.900
	Glass2	0.885
	Glass2	0.88
	Glass2	0.884
	Plastic1	0.889
	Plastic1	0.886
	Plastic1	0.893
	Plastic2	0.881
	Plastic2	0.88
	Plastic2	0.88
Week 6	Glass1	0.886
	Glass1	0.889
	Glass1	0.888
	Glass2	0.874
	Glass2	0.871
	Glass2	0.876
	Plastic1	0.882
	Plastic1	0.878
	Plastic1	0.876
	Plastic2	0.893
	Plastic2	0.887
	Plastic2	0.89

	Trt	ค่า Aw
Week 8	Glass1	0.879
	Glass1	0.876
	Glass1	0.878
	Glass2	0.88
	Glass2	0.882
	Glass2	0.879
	Plastic1	0.879
	Plastic1	0.878
	Plastic1	0.876
	Plastic2	0.879
	Plastic2	0.882
	Plastic2	0.88
Week 10	Glass1	0.875
	Glass1	0.88
	Glass1	0.878
	Glass2	0.877
	Glass2	0.883
	Glass2	0.88
	Plastic1	0.879
	Plastic1	0.872
	Plastic1	0.874
	Plastic2	0.885
	Plastic2	0.883
	Plastic2	0.887
Week 12	Glass1	0.874
	Glass1	0.877
	Glass1	0.875
	Glass2	0.876
	Glass2	0.879
	Glass2	0.872
	Plastic1	0.872
	Plastic1	0.876
	Plastic1	0.874
	Plastic2	0.865
	Plastic2	0.87
	Plastic2	0.872

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์
ที่แตกต่างกันสองชนิด ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Week	Trt	rep	pH
0	glass	1	4.53
			4.5
			4.52
		2	4.55
			4.55
			4.56
	Plastic	1	4.45
			4.43
			4.45
		2	4.55
			4.52
			4.54
2	glass	1	4.82
			4.85
			4.84
		2	4.62
			4.63
			4.63
	Plastic	1	4.65
			4.64
			4.6
		2	4.58
			4.57
			4.58
4	glass	1	4.68
			4.68
			4.67
		2	4.78
			4.77
			4.78
	Plastic	1	4.67
			4.66
			4.67
		2	4.62
			4.63
			4.63
6	glass	1	4.64
			4.68
			4.66
		2	4.63
			4.62
			4.62
	Plastic	1	4.72
			4.71
			4.7
		2	4.6
			4.62
			4.62

Week	Trt	rep	pH
8	glass	1	4.78
			4.78
			4.76
		2	4.69
			4.7
			4.68
	Plastic	1	4.77
			4.76
			4.75
		2	4.65
			4.66
			4.67
10	glass	1	4.65
			4.64
			4.64
		2	4.8
			4.79
			4.79
	Plastic	1	4.7
			4.7
			4.69
		2	4.74
			4.73
			4.72
12	glass	1	4.51
			4.5
			4.51
		2	4.61
			4.58
			4.6
	Plastic	1	4.4
			4.39
			4.42
		2	4.45
			4.44
			4.43

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงค่าสีของผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์
ที่แตกต่างกันสองชนิด ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Week	Trt	rep	L*	a*	b*
0	Glass	1	30.86	6.94	8.24
			30.5	6.86	7.79
			30.56	6.9	8.01
		2	31.19	8.14	9.04
			31.41	7.69	9.26
			31.43	7.9	9.15
	Plastic	1	30.34	7.07	8
			30.39	6.64	7.7
			30.36	6.87	7.95
		2	32.56	7.92	10.34
			30.35	6.83	8.46
			30.5	6.9	9.25
2	Glass	1	30.41	7.01	8.05
			30.36	7.08	8.05
			29.41	6	6.54
		2	29.7	5.75	6.63
			29.99	6.54	7.38
			29.05	5.94	6.16
	Plastic	1	30.4	7.04	7.99
			31.07	6.68	8.75
		2	29.72	5.98	6.74
			31.13	7.05	8.47
			30.33	6.3	7.5
4	Glass	1	31.29	8.12	9.14
			31.41	6.89	8.18
			30.95	7.18	8.47
		2	29.82	6.09	6.92
			29.73	6.26	6.91
			29.99	6.06	6.81
	Plastic	1	30.19	6.34	7.23
			30.29	6.59	7.46
			30.6	6.78	7.95
		2	32.49	8.35	10.94
			32.66	8.59	10.96
			31.06	7.31	8.51
6	Glass	1	30.51	7.07	8.63
			30.59	7.1	8.48
			30.18	6.62	8.37
		2	33.34	8.31	11.73
			31.49	7.49	9.4
			31.57	7.45	9.45
	Plastic	1	30.84	7.89	8.82
			30.86	7.06	8.1
			29.72	6.77	7.27
		2			

Week	Trt	rep	L*	a*	b*
8	Glass	1	30.94	6.9	8.55
			30.5	6.47	7.92
			31.86	7.8	9.64
		2	29.75	6.59	7.45
			28.95	5.89	6.26
			29.76	6.03	7.1
	Plastic	1	31.57	7.91	9.91
			31.24	7.52	9.35
			31.52	7.26	8.94
		2	29.84	6.24	7.32
			29.66	5.93	7.54
			30.39	7.38	8.51
10	Glass	1	30.12	6.75	7.68
			30.3	6.81	7.87
			29.74	6.43	7.15
		2	30.08	7.52	7.77
			29.89	6.42	7.3
			29.81	6.47	7.19
	Plastic	1	29.48	6.39	6.71
			30.15	6.66	7.42
			30.26	6.56	7.61
		2	31.14	7.09	8.3
			31.09	6.81	8.37
			30.58	6.82	8.13
12	Glass	1	29.69	6.14	6.84
			29.87	6.2	7.22
			29.49	6.21	6.93
		2	31.85	8	10.04
			30.26	6.74	7.66
			29.93	6.91	7.39
	Plastic	1	29.4	6.38	6.76
			30.4	6.95	7.93
			30.08	6.64	7.84
		2	31.1	7.74	9.12
			29.72	6.22	6.95
			29.58	6.08	6.82

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์แยมลำไย-เสาวรสที่
บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันสองชนิด ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

	Trt	rep 1	rep 2
Week 0	Glass1	58.3	58.5
	Glass2	56	56.2
	Plastic1	59.3	59.3
	Plastic2	57	57.1
Week 2	Glass1	56.1	56.2
	Glass2	58.8	58.8
	Plastic1	60	60.1
	Plastic2	57.2	56.9
Week 4	Glass1	59.8	60
	Glass2	59	59
	Plastic1	60.3	60
	Plastic2	57.8	58.1
Week 6	Glass1	56	56.2
	Glass2	56.3	56.5
	Plastic1	57	57
	Plastic2	57	56.9

	Trt	rep 1	rep 2
Week 8	Glass1	56	55.9
	Glass2	56.2	56.2
	Plastic1	59.4	59.2
	Plastic2	60	60
Week 10	Glass1	59	59
	Glass2	56.3	56.3
	Plastic1	60	60
	Plastic2	57.5	57.6
Week 12	Glass1	56.1	56
	Glass2	56.2	56
	Plastic1	56.5	56.4
	Plastic2	57.2	57.1

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณHydroxyl Methyl Furfural ของผลิตภัณฑ์เยลลี่-เสาวรสถ์
บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันสองชนิด ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Week	Trt	rep	HMF (mg/100 sample)
0	Glass I	rep 1	32.239
0			36.365
0		rep 2	40.466
0			32.947
0	Glass II	rep 1	33.838
0			33.292
0		rep 2	33.831
0			42.780
0	PET I	rep 1	39.432
0			31.999
0		rep 2	34.495
0			36.489
0	PET II	rep 1	34.624
0			38.960
0		rep 2	38.217
0			43.040
2	Glass I	rep 1	39.471
2			40.806
2		rep 2	38.400
2			38.068
2	Glass II	rep 1	37.407
2			38.072
2		rep 2	38.357
2			40.249
2	PET I	rep 1	38.248
2			40.968
2		rep 2	41.566
2			41.943
2	PET II	rep 1	35.944
2			36.954
2		rep 2	33.029
2			34.148
4	Glass I	rep 1	36.078
4			43.088
4		rep 2	45.722
4			50.635
4	Glass II	rep 1	46.410
4			48.963
4		rep 2	45.039
4			47.662
4	PET I	rep 1	54.743
4			49.773
4		rep 2	57.527
4			50.425
4	PET II	rep 1	54.022
4			55.350
4		rep 2	53.010
4			53.785
6	Glass I	rep 1	46.002
6			48.746
6		rep 2	43.426
6			46.205
6	Glass II	rep 1	49.904
6			46.317
6		rep 2	47.976
6			50.389

Week	Trt	rep	HMF (mg/100 sample)
8			57.639
8		rep 2	55.126
8			54.857
8	Glass II	rep 1	55.451
8			58.724
8		rep 2	54.861
8			56.739
8	PET I	rep 1	58.471
8			60.579
8		rep 2	59.022
8			58.650
8	PET II	rep 1	58.153
8			61.787
8		rep 2	57.987
8			61.679
10	Glass I	rep 1	58.514
10			58.852
10		rep 2	51.794
10			59.215
10	Glass II	rep 1	56.422
10			57.987
10		rep 2	56.831
10			57.184
10	PET I	rep 1	58.804
10			63.266
10		rep 2	59.550
10			64.287
10	PET II	rep 1	59.032
10			64.940
10		rep 2	61.057
10			66.283
12	Glass I	rep 1	57.175
12			56.962
12		rep 2	62.278
12			61.075
12	Glass II	rep 1	66.505
12			57.642
12		rep 2	58.717
12			53.315
12	PET I	rep 1	64.474
12			61.611
12		rep 2	65.107
12			65.534
12	PET II	rep 1	63.762
12			64.883
12		rep 2	71.178
12			68.250

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้น ของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไย
ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันสามชนิด ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

Rep 1		
	Trt	%moisture
Week 0	LDPE1	10.30
	LDPE2	9.81
	LDPE3	10.89
	Laminate1	10.97
	Laminate2	9.85
	Laminate3	10.98
	Al Foil 1	9.45
	Al Foil 2	10.43
	Al Foil 3	10.78
Week 2	LDPE1	11.34
	LDPE2	11.01
	LDPE3	11.39
	Laminate1	9.28
	Laminate2	9.80
	Laminate3	9.69
	Al Foil 1	9.52
	Al Foil 2	9.77
	Al Foil 3	9.05
Week 4	LDPE1	12.71
	LDPE2	13.53
	LDPE3	12.29
	Laminate1	10.09
	Laminate2	11.07
	Laminate3	11.33
	Al Foil 1	8.49
	Al Foil 2	9.42
	Al Foil 3	9.13
Week 6	LDPE1	13.30
	LDPE2	13.95
	LDPE3	13.18
	Laminate1	12.71
	Laminate2	12.20
	Laminate3	13.61
	Al Foil 1	8.87
	Al Foil 2	9.86
	Al Foil 3	10.68
Week 8	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	13.25
	Laminate2	11.66
	Laminate3	14.30
	Al Foil 1	10.32
	Al Foil 2	9.79
	Al Foil 3	7.98
Week 10	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	13.04
	Laminate2	13.41
	Laminate3	13.88
	Al Foil 1	8.43
	Al Foil 2	9.36
	Al Foil 3	8.03
Week 12	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	#DIV/0!

Rep 2		
	Trt	%moisture
Week 0	LDPE1	9.93
	LDPE2	10.91
	LDPE3	11.48
	Laminate1	10.40
	Laminate2	7.73
	Laminate3	10.77
	Al Foil 1	10.01
	Al Foil 2	11.14
	Al Foil 3	9.60
Week 2	LDPE1	13.69
	LDPE2	11.59
	LDPE3	12.03
	Laminate1	9.65
	Laminate2	10.87
	Laminate3	9.63
	Al Foil 1	8.54
	Al Foil 2	8.49
	Al Foil 3	8.61
Week 4	LDPE1	14.32
	LDPE2	13.56
	LDPE3	13.63
	Laminate1	12.31
	Laminate2	13.91
	Laminate3	14.14
	Al Foil 1	10.50
	Al Foil 2	9.82
	Al Foil 3	8.96
Week 6	LDPE1	13.71
	LDPE2	13.02
	LDPE3	12.53
	Laminate1	12.04
	Laminate2	11.58
	Laminate3	11.82
	Al Foil 1	10.99
	Al Foil 2	10.74
	Al Foil 3	10.42
Week 8	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	12.40
	Laminate2	12.78
	Laminate3	12.88
	Al Foil 1	9.75
	Al Foil 2	10.76
	Al Foil 3	10.68
Week 10	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	13.61
	Laminate2	13.78
	Laminate3	13.56
	Al Foil 1	10.42
	Al Foil 2	10.92
	Al Foil 3	10.56
Week 12	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	#DIV/0!

Rep 1		
	Trt	%moisture
	Laminate2	#DIV/0!
	Laminate3	#DIV/0!
	Al Foil 1	11.52
	Al Foil 2	11.09
	Al Foil 3	10.20
Week 14	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	#DIV/0!
	Laminate2	#DIV/0!
	Laminate3	#DIV/0!
	Al Foil 1	10.35
	Al Foil 2	9.56
	Al Foil 3	8.33
Week 16	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	#DIV/0!
	Laminate2	#DIV/0!
	Laminate3	#DIV/0!
	Al Foil 1	7.69
	Al Foil 2	7.58
	Al Foil 3	11.67
Week 18	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	#DIV/0!
	Laminate2	#DIV/0!
	Laminate3	#DIV/0!
	Al Foil 1	10.42
	Al Foil 2	10.11
	Al Foil 3	9.55
Week 20	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	#DIV/0!
	Laminate2	#DIV/0!
	Laminate3	#DIV/0!
	Al Foil 1	10.39
	Al Foil 2	10.10
	Al Foil 3	10.96
Week 22	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	#DIV/0!
	Laminate2	#DIV/0!
	Laminate3	#DIV/0!
	Al Foil 1	10.46
	Al Foil 2	10.33
	Al Foil 3	10.50
Week 24	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	#DIV/0!
	Laminate2	#DIV/0!
	Laminate3	#DIV/0!
	Al Foil 1	10.61
	Al Foil 2	10.84
	Al Foil 3	10.76

Rep 2		
	Trt	%moisture
	Laminate2	#DIV/0!
	Laminate3	#DIV/0!
	Al Foil 1	11.52
	Al Foil 2	10.78
	Al Foil 3	10.19
Week 14	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	#DIV/0!
	Laminate2	#DIV/0!
	Laminate3	#DIV/0!
	Al Foil 1	10.29
	Al Foil 2	11.43
	Al Foil 3	10.41
Week 16	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	#DIV/0!
	Laminate2	#DIV/0!
	Laminate3	#DIV/0!
	Al Foil 1	10.64
	Al Foil 2	11.22
	Al Foil 3	11.62
Week 18	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	#DIV/0!
	Laminate2	#DIV/0!
	Laminate3	#DIV/0!
	Al Foil 1	9.87
	Al Foil 2	9.72
	Al Foil 3	9.85
Week 20	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	#DIV/0!
	Laminate2	#DIV/0!
	Laminate3	#DIV/0!
	Al Foil 1	10.48
	Al Foil 2	10.40
	Al Foil 3	10.51
Week 22	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	#DIV/0!
	Laminate2	#DIV/0!
	Laminate3	#DIV/0!
	Al Foil 1	9.47
	Al Foil 2	10.55
	Al Foil 3	8.12
Week 24	LDPE1	#DIV/0!
	LDPE2	#DIV/0!
	LDPE3	#DIV/0!
	Laminate1	#DIV/0!
	Laminate2	#DIV/0!
	Laminate3	#DIV/0!
	Al Foil 1	10.51
	Al Foil 2	10.76
	Al Foil 3	11.09

ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงค่ากิจกรรมน้ำ ของผลิตภัณฑ์สแนคบาร์ลำไย
ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันสามชนิด ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

rep 1	Batch	ค่า Aw	rep 2	Batch	ค่า Aw
Week 0	LDPE1	0.507	Week 0	LDPE1	0.494
	LDPE2	0.518		LDPE2	0.545
	LDPE3	0.536		LDPE3	0.510
	Laminate1	0.523		Laminate1	0.483
	Laminate2	0.498		Laminate2	0.509
	Laminate3	0.502		Laminate3	0.477
	Al Foil 1	0.508		Al Foil 1	0.484
	Al Foil 2	0.493		Al Foil 2	0.488
	Al Foil 3	0.514		Al Foil 3	0.505
Week 2	LDPE1	0.562	Week 2	LDPE1	0.535
	LDPE2	0.532		LDPE2	0.530
	LDPE3	0.548		LDPE3	0.544
	Laminate1	0.527		Laminate1	0.499
	Laminate2	0.531		Laminate2	0.508
	Laminate3	0.510		Laminate3	0.508
	Al Foil 1	0.513		Al Foil 1	0.488
	Al Foil 2	0.475		Al Foil 2	0.474
	Al Foil 3	0.504		Al Foil 3	0.496
Week 4	LDPE1	0.623	Week 4	LDPE1	0.625
	LDPE2	0.620		LDPE2	0.632
	LDPE3	0.605		LDPE3	0.609
	Laminate1	0.562		Laminate1	0.582
	Laminate2	0.570		Laminate2	0.553
	Laminate3	0.556		Laminate3	0.545
	Al Foil 1	0.509		Al Foil 1	0.502
	Al Foil 2	0.502		Al Foil 2	0.505
	Al Foil 3	0.523		Al Foil 3	0.498
Week 6	LDPE1	0.646	Week 6	LDPE1	0.623
	LDPE2	0.628		LDPE2	0.616
	LDPE3	0.631		LDPE3	0.619
	Laminate1	0.577		Laminate1	0.581
	Laminate2	0.584		Laminate2	0.576
	Laminate3	0.575		Laminate3	0.589
	Al Foil 1	0.498		Al Foil 1	0.507
	Al Foil 2	0.466		Al Foil 2	0.503
	Al Foil 3	0.485		Al Foil 3	0.487
Week 8	LDPE1		Week 8	LDPE1	
	LDPE2			LDPE2	
	LDPE3			LDPE3	
	Laminate1	0.596		Laminate1	0.597
	Laminate2	0.602		Laminate2	0.594
	Laminate3	0.605		Laminate3	0.604
	Al Foil 1	0.499		Al Foil 1	0.487
	Al Foil 2	0.516		Al Foil 2	0.481
	Al Foil 3	0.524		Al Foil 3	0.466
Week 10	LDPE1		Week 10	LDPE1	
	LDPE2			LDPE2	
	LDPE3			LDPE3	
	Laminate1	0.602		Laminate1	0.614
	Laminate2	0.608		Laminate2	0.624
	Laminate3	0.628		Laminate3	0.617
	Al Foil 1	0.476		Al Foil 1	0.507
	Al Foil 2	0.506		Al Foil 2	0.476
	Al Foil 3	0.470		Al Foil 3	0.508
Week 12	LDPE1		Week 12	LDPE1	
	LDPE2			LDPE2	
	LDPE3			LDPE3	
	Laminate1			Laminate1	
	Laminate2			Laminate2	
	Laminate3			Laminate3	
	Al Foil 1	0.520		Al Foil 1	0.501
	Al Foil 2	0.521		Al Foil 2	0.513

	Al Foil 3	0.470		Al Foil 3	0.507
rep 1	Batch	ค่า Aw	rep 2	Batch	ค่า Aw
Week 14	LDPE1		Week 14	LDPE1	
	LDPE2			LDPE2	
	LDPE3			LDPE3	
	Laminate1			Laminate1	
	Laminate2			Laminate2	
	Laminate3			Laminate3	
	Al Foil 1	0.51		Al Foil 1	0.505
	Al Foil 2	0.5		Al Foil 2	0.502
	Al Foil 3	0.453		Al Foil 3	0.497
Week 16	LDPE1		Week 16	LDPE1	
	LDPE2			LDPE2	
	LDPE3			LDPE3	
	Laminate1			Laminate1	
	Laminate2			Laminate2	
	Laminate3			Laminate3	
	Al Foil 1	0.536		Al Foil 1	0.482
	Al Foil 2	0.511		Al Foil 2	0.501
	Al Foil 3	0.498		Al Foil 3	0.476
Week 18	LDPE1		Week 18	LDPE1	
	LDPE2			LDPE2	
	LDPE3			LDPE3	
	Laminate1			Laminate1	
	Laminate2			Laminate2	
	Laminate3			Laminate3	
	Al Foil 1	0.537		Al Foil 1	0.502
	Al Foil 2	0.546		Al Foil 2	0.51
	Al Foil 3	0.531		Al Foil 3	0.509
Week 20	LDPE1		Week 20	LDPE1	
	LDPE2			LDPE2	
	LDPE3			LDPE3	
	Laminate1			Laminate1	
	Laminate2			Laminate2	
	Laminate3			Laminate3	
	Al Foil 1	0.511		Al Foil 1	0.503
	Al Foil 2	0.527		Al Foil 2	0.49
	Al Foil 3	0.509		Al Foil 3	0.501
Week 22	LDPE1		Week 22	LDPE1	
	LDPE2			LDPE2	
	LDPE3			LDPE3	
	Laminate1			Laminate1	
	Laminate2			Laminate2	
	Laminate3			Laminate3	
	Al Foil 1	0.521		Al Foil 1	0.5
	Al Foil 2	0.513		Al Foil 2	0.511
	Al Foil 3	0.517		Al Foil 3	0.505
Week 24	LDPE1		Week 24	LDPE1	
	LDPE2			LDPE2	
	LDPE3			LDPE3	
	Laminate1			Laminate1	
	Laminate2			Laminate2	
	Laminate3			Laminate3	
	Al Foil 1	0.518		Al Foil 1	0.486
	Al Foil 2	0.507		Al Foil 2	0.508
	Al Foil 3	0.522		Al Foil 3	0.497

**ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงปริมาณ Malondialdehyde ของผลิตภัณฑ์สแน็คบาร์ลำไย
ที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกันสามชนิด ที่ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส**

			[MDA] in Product	
			ug in sample	ug/g
Week	Product Rep.	Packaging		
0	1	LDPE1+TEP	5.4476	1.5133
0	1	LDPE2	1.5393	0.4359
0	1	LDPE3	1.5736	0.4454
0	1	Laminate1+TEP	4.7276	1.3355
0	1	Laminate2	1.3679	0.3830
0	1	Laminate3	1.7107	0.4812
0	1	Al Foil 1+TEP	6.8875	1.9493
0	1	Al Foil 2	1.1965	0.3359
0	1	Al Foil 3	1.8136	0.5182
0	2	LDPE1+TEP	5.9447	1.6628
0	2	LDPE2	1.7279	0.4902
0	2	LDPE3	1.2993	0.3668
0	2	Laminate1+TEP	6.1161	1.7125
0	2	Laminate2	1.0422	0.2956
0	2	Laminate3	1.8307	0.5202
0	2	Al Foil 1+TEP	5.9618	1.6765
0	2	Al Foil 2	1.1965	0.3345
0	2	Al Foil 3	1.5222	0.4263
2	1	LDPE1+TEP	7.2989	2.0283
2	1	LDPE2	1.1965	0.3348
2	1	LDPE3	2.3964	0.6738
2	1	Laminate1+TEP	7.6588	2.1325
2	1	Laminate2	1.2479	0.3488
2	1	Laminate3	1.1965	0.3412
2	1	Al Foil 1+TEP	8.0531	2.2668
2	1	Al Foil 2	1.3508	0.3849
2	1	Al Foil 3	1.1965	0.3403
2	2	LDPE1+TEP	6.0132	1.6867
2	2	LDPE2	1.5393	0.4289
2	2	LDPE3	1.4056	0.3971
2	2	Laminate1+TEP	6.3732	1.7723
2	2	Laminate2	1.3679	0.3812
2	2	Laminate3	1.6010	0.4520
2	2	Al Foil 1+TEP	7.9502	2.2551
2	2	Al Foil 2	1.4022	0.3988
2	2	Al Foil 3	1.2136	0.3438
4	1	LDPE1+TEP	6.3904	1.7873
4	1	LDPE2	1.7279	0.4895

4	1	LDPE3	2.5507	0.7211
4	1	Laminate1+TEP	6.8018	1.9086
4	1	Laminate2	1.6764	0.4677
4	1	Laminate3	1.3679	0.3888
4	1	Al Foil 1+TEP	6.9218	1.9732
4	1	Al Foil 2	1.3508	0.3822
4	1	Al Foil 3	1.4365	0.4037
4	2	LDPE1+TEP	7.1446	2.0310
4	2	LDPE2	1.4879	0.4242
4	2	LDPE3	1.0079	0.2828
4	2	Laminate1+TEP	6.0647	1.7275
4	2	Laminate2	2.0364	0.5794
4	2	Laminate3	1.1451	0.3237
4	2	Al Foil 1+TEP	6.5789	1.8725
4	2	Al Foil 2	1.4707	0.4116
4	2	Al Foil 3	1.4090	0.4018
6	1	LDPE1+TEP	8.3102	2.3471
6	1	LDPE2	1.4879	0.4217
6	1	LDPE3	1.2993	0.3619
6	1	Laminate1+TEP	7.6931	2.1712
6	1	Laminate2	1.7964	0.5028
6	1	Laminate3	1.3850	0.3864
6	1	Al Foil 1+TEP	7.8131	2.2119
6	1	Al Foil 2	1.7279	0.4877
6	1	Al Foil 3	1.3850	0.3895
6	2	LDPE1+TEP	6.1675	1.7404
6	2	LDPE2	1.7450	0.4954
6	2	LDPE3	2.2935	0.6515
6	2	Laminate1+TEP	6.0818	1.7066
6	2	Laminate2	1.3336	0.3776
6	2	Laminate3	1.1622	0.3302
6	2	Al Foil 1+TEP	6.2189	1.7599
6	2	Al Foil 2	1.0765	0.3049
6	2	Al Foil 3	1.8821	0.5278
8	1	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
8	1	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!
8	1	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
8	1	Laminate1+TEP	8.2245	2.3028
8	1	Laminate2	1.7450	0.4950
8	1	Laminate3	1.2993	0.3696
8	1	Al Foil 1+TEP	7.1617	2.0146
8	1	Al Foil 2	1.2822	0.3618
8	1	Al Foil 3	1.4536	0.4120
8	2	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
8	2	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!

8	2	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
8	2	Laminate1+TEP	6.6475	1.8793
8	2	Laminate2	1.5050	0.4275
8	2	Laminate3	1.6593	0.4659
8	2	Al Foil 1+TEP	5.7733	1.6169
8	2	Al Foil 2	1.2308	0.3455
8	2	Al Foil 3	1.4022	0.3948
10	1	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
10	1	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!
10	1	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
10	1	Laminate1+TEP	6.8703	1.9443
10	1	Laminate2	1.4707	0.4197
10	1	Laminate3	1.7107	0.4849
10	1	Al Foil 1+TEP	7.3503	2.0578
10	1	Al Foil 2	1.4536	0.4127
10	1	Al Foil 3	1.7793	0.5080
10	2	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
10	2	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!
10	2	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
10	2	Laminate1+TEP	7.1446	2.0334
10	2	Laminate2	1.7964	0.5064
10	2	Laminate3	1.2650	0.3575
10	2	Al Foil 1+TEP	7.1617	2.0394
10	2	Al Foil 2	1.3336	0.3797
10	2	Al Foil 3	1.4707	0.4091
12	1	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
12	1	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!
12	1	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
12	1	Laminate1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
12	1	Laminate2	-0.2434	#DIV/0!
12	1	Laminate3	-0.2434	#DIV/0!
12	1	Al Foil 1+TEP	7.3846	2.1042
12	1	Al Foil 2	1.0422	0.2951
12	1	Al Foil 3	2.1050	0.5973
12	2	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
12	2	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!
12	2	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
12	2	Laminate1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
12	2	Laminate2	-0.2434	#DIV/0!
12	2	Laminate3	-0.2434	#DIV/0!
12	2	Al Foil 1+TEP	7.1446	2.0326
12	2	Al Foil 2	1.6079	0.4482
12	2	Al Foil 3	1.5050	0.4192
14	1	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
14	1	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!

14	1	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
14	1	Laminate1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
14	1	Laminate2	-0.2434	#DIV/0!
14	1	Laminate3	-0.2434	#DIV/0!
14	1	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
14	1	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!
14	1	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
14	1	Laminate1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
14	1	Laminate2	-0.2434	#DIV/0!
14	1	Laminate3	-0.2434	#DIV/0!
14	1	Al Foil 1+TEP	7.8474	2.1983
14	1	Al Foil 2	2.0193	0.5605
14	1	Al Foil 3	1.4365	0.4018
14	2	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
14	2	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!
14	2	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
14	2	Laminate1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
14	2	Laminate2	-0.2434	#DIV/0!
14	2	Laminate3	-0.2434	#DIV/0!
14	2	Al Foil 1+TEP	5.7904	1.6334
14	2	Al Foil 2	1.6250	0.4640
14	2	Al Foil 3	1.1793	0.3334
16	1	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
16	1	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!
16	1	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
16	1	Laminate1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
16	1	Laminate2	-0.2434	#DIV/0!
16	1	Laminate3	-0.2434	#DIV/0!
16	1	Al Foil 1+TEP	8.0702	2.2577
16	1	Al Foil 2	1.4022	0.4001
16	1	Al Foil 3	1.5050	0.4204
16	2	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
16	2	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!
16	2	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
16	2	Laminate1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
16	2	Laminate2	-0.2434	#DIV/0!
16	2	Laminate3	-0.2434	#DIV/0!
16	2	Al Foil 1+TEP	6.0647	1.7215
16	2	Al Foil 2	1.7793	0.5032
16	2	Al Foil 3	1.4022	0.3928
18	1	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
18	1	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!
18	1	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
18	1	Laminate1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
18	1	Laminate2	-0.2434	#DIV/0!

18	1	Laminate3	-0.2434	#DIV/0!
18	1	Al Foil 1+TEP	6.4246	1.8234
18	1	Al Foil 2	1.5085	0.4300
18	1	Al Foil 3	1.5050	0.4279
18	2	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
18	2	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!
18	2	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
18	2	Laminate1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
18	2	Laminate2	-0.2434	#DIV/0!
18	2	Laminate3	-0.2434	#DIV/0!
18	2	Al Foil 1+TEP	6.8532	1.9465
18	2	Al Foil 2	1.5393	0.4377
18	2	Al Foil 3	1.4707	0.4135
20	1	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
20	1	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!
20	1	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
20	1	Laminate1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
20	1	Laminate2	-0.2434	#DIV/0!
20	1	Laminate3	-0.2434	#DIV/0!
20	1	Al Foil 1+TEP	6.5789	1.8830
20	1	Al Foil 2	1.5050	0.4195
20	1	Al Foil 3	1.5050	0.4272
20	2	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
20	2	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!
20	2	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
20	2	Laminate1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
20	2	Laminate2	-0.2434	#DIV/0!
20	2	Laminate3	-0.2434	#DIV/0!
20	2	Al Foil 1+TEP	6.0647	1.7358
20	2	Al Foil 2	1.5050	0.4195
20	2	Al Foil 3	1.5050	0.4272
22	1	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
22	1	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!
22	1	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
22	1	Laminate1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
22	1	Laminate2	-0.2434	#DIV/0!
22	1	Laminate3	-0.2434	#DIV/0!
22	1	Al Foil 1+TEP	6.9560	1.9609
22	1	Al Foil 2	1.5393	0.4325
22	1	Al Foil 3	1.5050	0.4262
22	2	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
22	2	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!
22	2	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
22	2	Laminate1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
22	2	Laminate2	-0.2434	#DIV/0!

22	2	Laminate3	-0.2434	#DIV/0!
22	2	Al Foil 1+TEP	5.4133	1.5323
22	2	Al Foil 2	1.5393	0.4290
22	2	Al Foil 3	1.5736	0.4456
24	1	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
24	1	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!
24	1	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
24	1	Laminate1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
24	1	Laminate2	-0.2434	#DIV/0!
24	1	Laminate3	-0.2434	#DIV/0!
24	1	Al Foil 1+TEP	6.3047	1.7993
24	1	Al Foil 2	1.5393	0.4295
24	1	Al Foil 3	1.5736	0.4381
24	2	LDPE1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
24	2	LDPE2	-0.2434	#DIV/0!
24	2	LDPE3	-0.2434	#DIV/0!
24	2	Laminate1+TEP	-0.2434	#DIV/0!
24	2	Laminate2	-0.2434	#DIV/0!
24	2	Laminate3	-0.2434	#DIV/0!
24	2	Al Foil 1+TEP	6.0304	1.7211
24	2	Al Foil 2	1.5942	0.4448

ภาคผนวก ข

Effect of Packaging Materials on Shelf life of Snack Bar

Abstract

Longan snack bars were packed in three types of packaging materials; low density polyethylene (LDPE), linear low density polyethylene/nylon laminate (LLDPE/nylon) and foil laminate. The snack bar consisted of pop-rice, dried longan, dried strawberry, glucose syrup, honey and almond. The initial moisture content and water activity of the snack bar were $10.30 \pm 0.22\%$ and 0.51 ± 0.03 , respectively. Physico-chemical properties of snack bars were evaluated at 25°C . Hardness of snack bars in LDPE and LLDPE/nylon decreased with storage time while those in foil laminate slightly increased. Thiobarbituric acid reactive substances gradually increased in all treatments. Color lightness tended to increase over storage period. Moisture gain and increment in water activity were found in the snack bars in LDPE and LLDPE/nylon pouches. According to Thai community standard of the similar product (no. 709/2547), the critical moisture content was 12%. Using this moisture level, the shelf life of longan snack bars in LDPE, LLDPE/nylon and foil laminate were 2, 4 and more than 20 weeks, respectively.

Keywords: longan snack bar, shelf life, packages

Effect of Packaging Materials on Shelf life of Snack Bar



Jurmewan Sangsuwan¹, Harit Yodalai¹, Watchara Lapirattanakool¹, Nuttapong Leucha¹, Nithiya Rattanapanone and Sujinda Sriwattana²

¹Division of Packaging Technology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand.
²Division of Product Development, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand.

E-mail: ngrinduk@com.chu.ac.th

ABSTRACT

Longan snack bars were packed in three types of packaging materials: low density polyethylene (LDPE), nylon laminated linear low density polyethylene (nylon/LLDPE) and laminated aluminum foil. The snack bar consisted of pop-rice, dried longan, dried strawberry, glucose syrup, honey and almond. The initial moisture content and water activity of the snack bar were 10.30±0.22% and 0.51±0.03, respectively. Physico-chemical properties of snack bars were evaluated at 25°C. Hardness of snack bars in LDPE and nylon/LLDPE decreased with storage time while those in laminated aluminum foil slightly increased. Thiobarbituric acid reactive substances gradually increased in all treatments. Color lightness tended to increase over storage period. Moisture gain and increment in water activity were found in the snack bars in LDPE and nylon/LLDPE pouches. According to Thai community standard of the similar product (no. 709/2547), the critical moisture content was 12%. Using this moisture level, the shelf life of longan snack bars in LDPE, nylon/LLDPE and laminated aluminum foil were 2, 4 and more than 20 weeks, respectively.

MATERIALS AND METHODS

MATERIALS

MATERIALS	WVTR(g/m ² .sec)	GTR (cm ³ /m ² .24h.0.1MPa)
LDPE	1.8546	8442.61
Nylon/LLDPE	0.7184	187.82
Laminated aluminum foil	0.0041	0.85

METHODS

1. Snack bar ingredients

Popped white sticky rice	50 %
Popped black sticky rice	50 %
Dried longan	50 % of total popped sticky rice
Dried strawberry	50 % of total popped sticky rice
Honey	26 % of total popped sticky rice
Glucose syrup	20 % of total popped sticky rice
Sliced almond	10 % of total popped sticky rice

2. Shelf life of snack bar

2.1 Moisture content and water activity

Moisture content and water activity of snack bar were investigated every 2 weeks. Moisture content was determined by drying the sample at 105°C in hot air oven. Water activity of snack bar was measured at room temperature using a water activity meter (Novasina TH-2, Novasina Ltd., Lachen, Switzerland).

2.2 Texture

Hardness of snack bar after removal from all film treatments was measured every 2 weeks using a Texture Analyzer TA.XT2i (Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY, USA).

2.3 Color

The color of snack bar after removal from all film treatments was measured using the Hunterlab color meter ColorQuest XE (The Color Management Company, Reston, Virginia, USA) calibrated with a white tile.

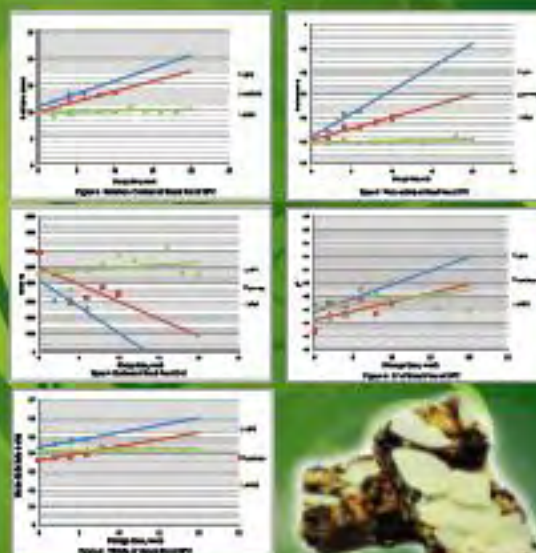
2.4 TBARS

Adapted from TBARS (Ronald B. Pegg, 2001)

INTRODUCTION

Snack bar is deteriorated by mechanisms of moisture absorption and oxidation. Shelf life of product can be determined by measuring the A.w, moisture content, color, texture, TBARS. Appropriate packaging material could prolong the storage life by protecting the product from moisture and oxygen. Three commercial packaging materials with varying the water vapor and oxygen transmission rates were used in this study: LDPE, nylon/LLDPE and laminated aluminum foil.

RESULTS AND DISCUSSION



CONCLUSIONS

Snack bar packed in laminated aluminum foil maintained the best quality in terms of texture, color and taste with the shelf life of more than 20 weeks.

REFERENCES

- Kulchan, R., Boonsupthip, W. and Suppakul, P. 2010. Shelf life prediction of packaged cassava-flour-based baked product by using empirical models and activation energy for water vapor permeability of polyolefin films. *Journal of Food Engineering* 100, 461-467.
- Ronald B. Pegg. 2001. Spectrophotometric Measurement of Secondary Lipid Oxidation Products. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry* (2001) D2.4.1-D2.4.18



ACKNOWLEDGEMENT

The financial support provided from the Thailand Research Fund is acknowledged.