

641.65

พ ๒๔๕ ก

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักผลไม้แผ่น
(Development of Vegetable-Fruit Snack)

- 2 พ.ศ. 2549



โดย
นางสาวศรียากรณ์ ดิษฐอุดมโพธิ์

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ
ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

๒ 285920

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักผลไม้แผ่น (Development of Vegetable-Fruit Snack)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักผลไม้แผ่นจากวัตถุดิบ 5 ชนิด คือ ผักบุ้ง ผักกาดหอม กะหล่ำปลี แครอท และแกนสับปะรด จากการประเมินคุณภาพผักผลไม้แผ่นทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Ranking test พบว่า แกนสับปะรดแผ่น ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด รองลงมา คือ แครอทแผ่น ผักบุ้งแผ่น กะหล่ำปลีแผ่น และผักกาดหอมแผ่น ตามลำดับ สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนแบบถาด คือ อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 17 ชั่วโมง ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้น 7-8% จากการพัฒนาสูตรเพื่อปรับปรุงคุณภาพของผักผลไม้แผ่นโดยผสมผงปรุงรสในขั้นตอนการปั่นผสม ได้แก่ ผงปรุงรสปลาปรีก้า, รสบาร์บีคิว และรสหอยลายผัดน้ำพริกเผา ปริมาณ 1.2, 1.8 และ 2.4% โดยน้ำหนัก เมื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (7-point hedonic scale) พบว่า แกนสับปะรดแผ่นผสมผงปรุงรสหอยลายผัดน้ำพริกเผา 1.8% แครอทแผ่นผสมผงปรุงรสปลาปรีก้า 2.4% และผักบุ้งแผ่นผสมผงปรุงรสบาร์บีคิว 1.2% ได้รับการยอมรับโดยรวมสูงที่สุดอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง โดยปัจจัยการยอมรับด้านรสชาติมีผลต่อการยอมรับโดยรวม เมื่อนำผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด บรรจุในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ เก็บรักษาภายใต้บรรยากาศปกติที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) นาน 4 เดือน พบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษาไม่มีผลหรือมีผลน้อยมากต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทิวิตี ($P \geq 0.05$) อาจเกิดเนื่องจากบรรจุภัณฑ์มีคุณภาพดี สามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี นอกจากนี้ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านสี ($P < 0.05$) โดยค่าความสว่าง (L^*) มีแนวโน้มลดลง และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มมากขึ้น ($P < 0.05$)

คำสำคัญ: ขนมอบเคี้ยวจากผักและผลไม้, แกนสับปะรด, แครอท, ผักบุ้ง

ABSTRACT

This study developed new crispy snack products from water convolvulus, lettuce, cabbage, carrot or pineapple core. Pineapple snack was ranked as the most overall acceptability following by carrot and water convolvulus. The optimum drying condition for tray drying was at 55°C for 17 hours. The final moisture content of product was 7-8%. Three different seasonings: paprika powder, barbecue powder and clam spice powder at 1.2, 1.8 and 2.4% were used to improve taste characteristics. The highest overall acceptance using 7-point hedonic scale was the snacks from pineapple with 1.8% clam spice powder following by the snacks from carrot with 2.4% paprika powder and water convolvulus with 1.2% barbecue powder. The products packed in aluminum foil bags were stored at room temperature (30±2°C) for 4 months to investigate the quality changes during storage. The moisture content and water activity of the snacks did not significantly change ($P \geq 0.05$) but obviously decrease of L^* values and increase of total plate count ($P < 0.05$) were detected.

Key Words: Vegetable-Fruit Snack, pineapple core, carrot, water convolvulus

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้คณะวิทยาศาสตร์ประจำปี 2547 ขอขอบพระคุณ ดร.อรุษา เชาวณลิขิต และ ดร.อรัญญา มิ่งเมือง ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำในการดำเนินงานวิจัย รวมถึงเจ้าหน้าที่ที่ช่วยจัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับการทำวิจัย และนิสิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการที่ให้ความร่วมมือในการเป็นผู้ทดสอบการประเมินผลทางประสาทสัมผัส

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่ และบุคคลในครอบครัวที่ได้ให้การสนับสนุนช่วยเหลือด้านต่างๆ ตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยจนกระทั่งการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สิงหาคม 2548



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพประกอบ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 คุณสมบัติของผักบุ้งจีน ผักกาดหอม กะหล่ำปลี แครอท และแกนสับปะรด	3
2.1.1 ผักบุ้งจีน (Water Convolvulus)	3
2.1.2 ผักกาดหอม (Lettuce)	4
2.1.3 กะหล่ำปลี (Cabbage)	5
2.1.4 แครอท (Carrot)	5
2.1.5 สับปะรด (Pineapple)	7
2.2 กระบวนการแปรรูปโดยใช้ความร้อน	9
2.2.1 การลวก	9
2.2.2 การทำแห้ง (Dehydration)	10
2.3 เครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray dryer)	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	15
3.1 การศึกษาชนิดของผักผลไม้ที่เหมาะสมในการผลิตผักผลไม้แผ่น	15
3.2 การศึกษาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมในการอบผลิตภัณฑ์	15
3.3 การพัฒนาสูตรในการผลิตผักผลไม้แผ่น	15
3.4 การศึกษาคุณภาพอายุการเก็บรักษา	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง	19
4.1 การศึกษาชนิดของผักผลไม้ที่เหมาะสมในการผลิตผักผลไม้แผ่น	19
4.2 การศึกษาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมในการอบผลิตภัณฑ์	19
4.3 การพัฒนาสูตรในการผลิตผักผลไม้แผ่น	21
4.4 การศึกษาคุณภาพอายุการเก็บรักษา	24
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ	27
5.1 สรุปผลการทดลอง	27
5.2 ข้อเสนอแนะ	28
บรรณานุกรม	29
ภาคผนวก	33
ภาคผนวก ก แบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส	34
ภาคผนวก ข วิธีการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์	37
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ	38
ประวัติผู้วิจัย	53

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของผักนึ่งจีนสดและปรุงสุก 100 กรัม	3
2.2	คุณค่าทางโภชนาการของผักกาดหอม และกะหล่ำปลีอย่างละ 100 กรัม	6
2.3	คุณค่าทางโภชนาการของแครอท 100 กรัม	7
2.4	ส่วนประกอบต่างๆของสับปะรดหนึ่งผล	8
2.5	คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อสับปะรด 100 กรัม	8
4.1	ลำดับความชอบผลิตภัณฑ์ผักผลไม้แผ่นด้วยวิธี Ranking test	19
4.2	คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแกนสับปะรดแผ่น แครอทแผ่น และผักนึ่งแผ่น ที่สภาวะการอบแห้งต่างๆกัน	21
4.3	คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแกนสับปะรดแผ่นรสหอยลาย ผักนึ่งรสเปรี้ยว แครอทแผ่นรสป่าปริก้า และผักนึ่งแผ่นรสบาร์บีคิวที่ผสมผงปรุงรส 1.2, 1.8 และ 2.4%	22
4.4	การประเมินคุณภาพอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แกนสับปะรดแผ่น (n = 5)	25
4.5	การประเมินคุณภาพอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์แครอทแผ่น (n = 5)	25
4.6	การประเมินคุณภาพอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ผักนึ่งแผ่น (n = 5)	26

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบที่		หน้า
2.1	การเคลื่อนที่ของความชื้นในชั้นอาหารระหว่างการอบแห้ง	11
2.2	เครื่องอบแห้งแบบถาด	14
3.1	กรรมวิธีการผลิตผักนึ่งแผ่น ผักกาดหอมแผ่น และกะหล่ำปลีแผ่น	16
3.2	กรรมวิธีการผลิตแครอทแผ่น	17
3.3	กรรมวิธีการผลิตแกนสับปะรดแผ่น	18
4.1	คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแกนสับปะรดแผ่น แครอทแผ่น และผักนึ่งแผ่น ที่สภาวะการอบแห้งต่างๆกัน	20
4.2	คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแกนสับปะรดแผ่นรสหอยลาย ผักนึ่งรสเปรี้ยว แครอทแผ่นรสป่าปริก้า และผักนึ่งแผ่นรสบาร์บีคิวที่ผสม ผงปรุงรส 1.2, 1.8 และ 2.4%	23

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของการวิจัย

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม สามารถผลิตอาหารเพียงพอต่อความต้องการบริโภคภายในประเทศ และยังสามารถส่งสินค้าออกไปยังต่างประเทศ ทำรายได้ปีละนับแสนล้านบาท ข้อมูลจากกรมการค้าต่างประเทศ (2547) ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม 2547 พบว่าสินค้าส่งออกกลุ่มเกษตรกรรมและกลุ่มอุตสาหกรรมเกษตรมีมูลค่ารวม 40,318.5 ล้านดอลลาร์สหรัฐ เป็นผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้เพียง 588.5 ล้านดอลลาร์สหรัฐ คิดเป็นร้อยละ 1.5 ทั้งๆที่ผักและผลไม้เป็นสินค้าที่จำหน่ายได้ราคาสูงและเป็นที่ต้องการของตลาดโลกอย่างมาก สาเหตุสำคัญที่ผักและผลไม้ยังมีการส่งออกไม่มากนักเนื่องจากมีปัญหาด้านการเก็บรักษาและการขนส่งที่จะทำให้สินค้าคงความสดไม่เน่าเสียหรือเสื่อมคุณภาพเมื่อไปถึงตลาดของผู้บริโภค ประกอบกับการเปิดการค้าเสรีของโลกทำให้มีประเทศคู่แข่ง เช่น เวียดนามและจีน สามารถผลิตสินค้าได้มากและมีราคาถูก เพราะมีศักยภาพในการผลิต กำลังคน และพื้นที่เพาะปลูกได้เปรียบประเทศไทย ทำให้ปัจจัยทางด้านราคามีความสำคัญและผันผวนมาก นอกจากนี้ยังอาจเกิดปัญหาผลผลิตทางการเกษตรล้นตลาด ซึ่งส่งผลกระทบต่อเกษตรกรผู้ปลูกและเกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างมาก ดังนั้นนอกเหนือจากการควบคุมการปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว การบรรจุ และการขนส่งผักและผลไม้สดที่ดีแล้ว ประเทศไทยควรมีการทำวิจัยและพัฒนาด้านวัตถุดิบ กระบวนการผลิต และผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้า พัฒนาระดับตลาดส่งออกให้เป็นตลาดระดับบน (Premium Market) เนื่องจากมีมูลค่าสูงและมีคู่แข่งน้อยกว่า (มลศิริและคณะ, 2544 และนิรนาม, 2547)

แนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของผักและผลไม้ที่น่าสนใจ คือ การพัฒนารูปแบบใหม่ของผลิตภัณฑ์จากผักและผลไม้ เพื่อให้มีอายุการเก็บรักษานาน ขนส่งสะดวก และมีคุณค่าทางโภชนาการ นอกจากนี้ยังสามารถช่วยลดปัญหาของเกษตรกร ในกรณีที่มีวัตถุดิบผักผลไม้ปริมาณล้นตลาด ประกอบกับปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่โดยเฉพาะกลุ่มเด็กและกลุ่มวัยรุ่นนิยมรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความแปลกใหม่และเป็นที่สะดุดตา งานวิจัยนี้จึงเลือกการแปรรูปผลิตภัณฑ์ผักผลไม้แผ่นเป็นขนมขบเคี้ยวที่มีลักษณะการบริโภคคล้ายกับสาหร่ายแผ่น สามารถบริโภคได้ทันทีหรือใช้เป็นวัตถุดิบในการประกอบอาหาร พัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตให้เหมาะสม โดยประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส พร้อมทั้งประเมินคุณภาพอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ผักผลไม้แผ่น ได้แก่ ความชื้น วอเตอร์แอคทีวิตี (a_w) คุณภาพทางด้านสี (L^* , a^* , b^*) ปริมาณยีสต์และรา และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของผักและผลไม้ที่ใช้ในการผลิต ได้แก่ ผักบุ้งจีน ผักกาดหอม กะหล่ำปลี แครอท และแกนสับปะรด

1.2.2 เพื่อศึกษาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมในการแปรรูป

1.2.3 เพื่อศึกษาคุณภาพอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ความชื้น วอเตอร์แอกติวิตี้ (a_w) คุณภาพทางด้านสี (L^* , a^* , b^*) ปริมาณยีสต์และรา และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด



บทที่2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คุณสมบัติของผักบุ้งจีน ผักกาดหอม กะหล่ำปลี แครอท และแกนสับปะรด

2.1.1 ผักบุ้งจีน (Water Convolvulus)

ผักบุ้งจีน (Water Convolvulus หรือ Water Spinach หรือ Kang-Kong) เป็นพืชวงศ์ Convolvulaceae (Morning glory family) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Ipomoea aquatica* Forsk. var. *reptans* ผักบุ้งจีนเป็นผักที่มีราคาถูก เพาะปลูกได้ตลอดปี มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ดังแสดงในตาราง 2.1

ตาราง 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของผักบุ้งจีนสดและปรุงสุก 100 กรัม (เฉลิมเกียรติ และคณะ, 2539)

ส่วนประกอบ	ผักบุ้งจีนสด	ผักบุ้งจีนสุก
ความชื้น	90 กรัม	92.5 กรัม
ไขมัน	0.4 กรัม	0.2 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	4.5 กรัม	3.1 กรัม
เยื่อใย	1.1 กรัม	0.8 กรัม
โปรตีน	2.7 กรัม	2.4 กรัม
เถ้า	1.3 กรัม	1.0 กรัม
พลังงาน	30 กิโลแคลอรี	21 กิโลแคลอรี
ฟอสฟอรัส	42 มิลลิกรัม	44 มิลลิกรัม
เหล็ก	2.5 มิลลิกรัม	1.4 มิลลิกรัม
ซัลเฟอร์	44 มิลลิกรัม	- มิลลิกรัม
โปรแทสเซียม	469 มิลลิกรัม	- มิลลิกรัม
แคลเซียม	30 มิลลิกรัม	21 มิลลิกรัม
วิตามินเอ	9,550 IU	6,750 IU
วิตามินบี 1	0.09 มิลลิกรัม	0.05 มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.16 มิลลิกรัม	0.13 มิลลิกรัม
วิตามินซี	47 มิลลิกรัม	10 มิลลิกรัม
ไนอะซิน	0.8 มิลลิกรัม	0.7 มิลลิกรัม

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกผักบั้งจีนมากถึง 54,302 ไร่ เป็นผลผลิต 50,237 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2547) โดยมีแหล่งเพาะปลูกผักบั้งจีนที่สำคัญ ได้แก่ นครบุรี กรุงเทพมหานคร นครปฐม ปทุมธานี ราชบุรี นครนายก พิษณุโลก พิจิตร นครสวรรค์ ขอนแก่น อุบลราชธานี นครราชสีมา และสงขลา นอกจากนี้ผักบั้งจีนยังเป็นพืชส่งออกที่มีความสำคัญโดยส่งออกทั้งในรูปผักสดและเมล็ดพันธุ์ ตลาดส่งออกที่สำคัญ ได้แก่ ฮองกง มาเลเซีย และสิงคโปร์

2.1.2 ผักกาดหอม (Lettuce)

ผักกาดหอมหรือผักสลัด เป็นพืชในวงศ์ Asteraceae (Compositae - Composite family) ประกอบด้วย 800 สกุล มีมากกว่า 20,000 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นสายพันธุ์ป่า สำหรับสายพันธุ์กลุ่มเดียวที่นำมาปลูกเพื่อการค้ามีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Lactuca sativa* L. สามารถจำแนกสายพันธุ์ตามลักษณะของลำต้นและใบได้ 5 ประเภท (นิพนธ์, 2548) ได้แก่

1. ผักกาดหอมใบหรือสลัดใบ (Leaf lettuce) *Lactuca sativa* var. *crispa* L. บางครั้งเรียกว่า bunching lettuce หรือ loose-leaf lettuce มีลำต้นสั้น ใบไม่ห่อมีลักษณะเป็นกระจุก รูปกว้างและสีขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ในประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมากกว่าสายพันธุ์อื่น เช่น พันธุ์ Blackseeded Simpson และ Grand Rapid ซึ่งมีใบเป็นสีเขียวอ่อน

2. ผักกาดหอมห่อ สลัดปลี ผักกาดแก้ว หรือสลัดแก้ว (Head lettuce) *Lactuca sativa* var. *capitata* L. บางครั้งเรียกว่า Crisp-head lettuce หรือ Iceberg lettuce มีใบขนาดใหญ่ แข็งกรอบกว่าสายพันธุ์อื่น ใบนอกสีเขียวเข้ม และใบในมีสีเหลืองปนขาว

3. ผักกาดหอมกึ่งห่อ หรือสลัดบัทเทอร์ (Butterhead lettuce) *Lactuca sativa* var. *capitata* Lam. บางครั้งเรียกว่า Bibb lettuce หรือ Boston lettuce มีใบอ่อนนุ่ม ลักษณะคล้ายมีน้ำมันเคลือบผิวใบ ไม่ทนทานต่อการขนส่ง

4. ผักกาดหวาน สลัดคอส (Cos lettuce) หรือสลัดโรเมน (Romaine lettuce) *Lactuca sativa* var. *longifolia* Bailey มีใบตั้งตรง ยาว ห่อหุ้ม ใบหนาสีเขียวเข้ม

5. ผักกาดหอมต้น (Stem lettuce) *Lactuca sativa* var. *asparagina* บางครั้งเรียกว่า Asparagus lettuce หรือ Celtuce lettuce มีลำต้นสูง ใบเรียวยาว

ผักกาดหอมเป็นพืชที่มีการเน่าเสียง่าย เนื่องจากมีน้ำเป็นส่วนประกอบมากกว่าร้อยละ 90 หลังการเก็บเกี่ยวมีอัตราการคายน้ำ และอัตราการหายใจสูง ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำและเหี่ยวเร็ว ดังนั้นคุณภาพของผักกาดหอมจึงขึ้นอยู่กับความรวดเร็วในการลดความร้อนแฝงที่อยู่ในพืชจากแปลงปลูก ก่อนการเก็บรักษาหรือก่อนการขนส่ง (นิพนธ์, 2548) คุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญ คือ วิตามินซี และสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) เช่น กรดโพลีค ดังแสดงในตาราง 2.2

2.1.3 กะหล่ำปลี (Cabbage)

กะหล่ำปลีเป็นพืชวงศ์ Brassicaceae (Cruciferae - Mustard family) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Brassica oleracea* L. var. *capitata* มีถิ่นกำเนิดในเขตเมดิเตอร์เรเนียนแถบยุโรป แต่ปัจจุบันนิยมเพาะปลูกทั่วไปในแถบแอฟริกา และเอเชีย สำหรับในประเทศไทยนิยมปลูกกะหล่ำปลี 3 ประเภท (ศูนย์สารสนเทศกรมส่งเสริมการเกษตร, 2548) ได้แก่

1. กะหล่ำปลีธรรมดา มีการเพาะปลูกมากที่สุดเพื่อการบริโภคภายในประเทศ หัวกะหล่ำปลีมีสีเขียว ลักษณะหัวกลม หัวแหลมรูปหัวใจ หรือหัวกลมแบน มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 50-60 วัน พันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ พันธุ์โคเปนเฮเกนมาร์เก็ต และพันธุ์โกเดนเอเลอร์

2. กะหล่ำปลีแดง หัวกะหล่ำปลีมีสีแดงทับทิม ลักษณะหัวค่อนข้างกลม ต้องเพาะปลูกในพื้นที่ที่มีอากาศหนาวเย็นพอสมควร มีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 90 วัน พันธุ์ที่นิยมปลูก ได้แก่ พันธุ์รูปบอลลูบ์เฟดเชียน

3. กะหล่ำปลีใบย่น มีลักษณะผิวใบหยิกย่นและคลื่นมาก ต้องเพาะปลูกในพื้นที่ที่มีอากาศหนาวเย็น

กะหล่ำปลีมีคุณค่าทางโภชนาการที่สำคัญ ดังแสดงในตาราง 2.2 มีกรดอะมิโนที่สำคัญ คือ กลูตามีน (Glutamine) หรือวิตามินยู (Vitamin U) สามารถทำให้กระเพาะอาหารสร้างเยื่อเมือกได้เร็ว รักษาโรคกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ รักษาโรคท่อน้ำดีอักเสบ ใช้ลดปริมาณน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน แต่ไม่ควรรับประทานมากเกินไปเนื่องจากกะหล่ำปลีมีสารประกอบ glycosinolate ที่ถูกเปลี่ยนรูปโดยน้ำย่อย myrosinase ทำให้เกิดสารกลุ่ม goitrogenic ไปจำกัดการสร้าง thyroxine ทำให้ร่างกายขาดไอโอดีน อาจมีผลทำให้ต่อมไทรอยด์แบ่งเซลล์ขยายขนาดใหญ่อขึ้น เกิดเป็นโรคคอหอยพอกหรือโรคขาดสารไอโอดีน (นิพนธ์, 2548)

2.1.4 แครอท (Carrot)

แครอทเป็นพืชวงศ์ Apiaceae (Umbelliferae - Parsley family) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Daucus carota* var. *sativa* L. มีการจำแนกสายพันธุ์ตามขนาดและรูปร่างของหัว เช่น พันธุ์ Chantenay มีลักษณะเป็นรูปทรงกรวย หัวสั้น ยาวประมาณ 5 นิ้ว ปลายป้าน นิยมใช้แปรรูปบรรจุกระป๋อง อบแห้ง หรือแช่แข็ง, พันธุ์ Imperator มีลักษณะหัวยาวประมาณ 9-10 นิ้ว ปลายเรียวเล็กน้อย สีสด ผิวเรียบ มีความทนทานต่อการขนส่ง จึงนิยมจำหน่ายในตลาดสด, พันธุ์ Danvers มีลักษณะหัวกึ่งทรงกรวยกลม ยาวประมาณ 7 นิ้ว ปลายป้านเรียวเล็กน้อย เนื้อสีส้มเข้ม แต่หัวจุกอาจมีสีเขียว เหมาะสำหรับทำอาหารสำหรับเด็ก และพันธุ์ Nantes มีลักษณะหัวเป็นทรงกระบอก ยาวประมาณ 6 นิ้ว ปลายป้าน เนื้อนุ่ม ปริมาณน้ำตาลสูง เป็นกลุ่มที่มีคุณภาพสูงที่สุด (นิพนธ์, 2548) แครอทมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น เบต้าแคโรทีน วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 และวิตามินซี ดังแสดงในตาราง 2.3

ตาราง 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของผักกาดหอม และกะหล่ำปลีอย่างละ 100 กรัม (ฝ่ายวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ, 2535)

ส่วนประกอบ	ผักกาดหอม	กะหล่ำปลี
ความชื้น	92.7 กรัม	95.3 กรัม
ไขมัน	0.4 กรัม	0.1 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	3.0 กรัม	1.0 กรัม
เยื่อใย	0.8 กรัม	1.2 กรัม
โปรตีน	2.0 กรัม	1.6 กรัม
เถ้า	1.1 กรัม	0.8 กรัม
พลังงาน	24 กิโลแคลอรี	11 กิโลแคลอรี
ฟอสฟอรัส	39 มิลลิกรัม	76 มิลลิกรัม
เหล็ก	4.9 มิลลิกรัม	0.1 มิลลิกรัม
แคลเซียม	16 มิลลิกรัม	5 มิลลิกรัม
วิตามินเอ	286 ไมโครกรัม	7 ไมโครกรัม
วิตามินบี 1	0.06 มิลลิกรัม	0.04 มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.18 มิลลิกรัม	0.22 มิลลิกรัม
วิตามินซี	24 มิลลิกรัม	23 มิลลิกรัม
ไนอะซิน	0.6 มิลลิกรัม	2.8 มิลลิกรัม

ตาราง 2.3 คุณค่าทางโภชนาการของแครอท 100 กรัม (ฝ่ายวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ, 2535)

ส่วนประกอบ	ปริมาณ
ความชื้น	89.7 กรัม
ไขมัน	0.4 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	6.8 กรัม
เยื่อใย	1.0 กรัม
โปรตีน	1.6 กรัม
เถ้า	0.4 กรัม
พลังงาน	37 กิโลแคลอรี
ฟอสฟอรัส	68 มิลลิกรัม
เหล็ก	1.2 มิลลิกรัม
แคลเซียม	1 มิลลิกรัม
วิตามินเอ	1,166 ไมโครกรัม
วิตามินบี 1	0.04 มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.05 มิลลิกรัม
วิตามินซี	41 มิลลิกรัม
ไนอะซิน	0.8 มิลลิกรัม

2.1.5. สับปะรด (Pineapple)

สับปะรดสามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนที่มีระดับอุณหภูมิและความชื้นไม่แปรปรวน คือ ไม้ร้อนจัด หนาวจัด หรือมีความชื้นสูงและต่ำแตกต่างกันมาก สับปะรดพันธุ์ที่นิยมปลูกในประเทศไทยมี 3 พันธุ์ คือ ปัตตาเวีย ภูเก็ต และอินทรี (ก่าฏ, 2547) แต่สำหรับพันธุ์ทางการค้าและพันธุ์เศรษฐกิจ คือ พันธุ์ปัตตาเวีย เพราะมีคุณสมบัติเหมาะสมทั้งในการบริโภคผลสด และใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในระดับอุตสาหกรรม เช่น สับปะรดกระป๋อง สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียที่นำเข้ามาจากประเทศอินโดนีเซีย มีการเพาะปลูกบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (อำเภอปราณบุรี) และเพชรบุรี และสำหรับพันธุ์ที่นำเข้ามาจากประเทศอินเดีย มีการเพาะปลูกบริเวณจังหวัดชลบุรี (อำเภอศรีราชา) และระยอง ซึ่งสับปะรดจากทั้งสองแหล่งนี้รู้จักกันในชื่อของสับปะรดปราณบุรี และสับปะรดศรีราชา

จากการรายงานผลการวิเคราะห์สับปะรดโดยเฉลี่ยของกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (2535) พบว่าสับปะรดหนึ่งผลสามารถแบ่งส่วนประกอบต่างๆ ดังแสดงในตาราง 2.4 และมีคุณค่าทางโภชนาการ ดังแสดงในตาราง 2.5

ตาราง 2.4 ส่วนประกอบต่างๆของสับปะรดหนึ่งผล (กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ, 2535)

ส่วนประกอบ	ปริมาณ
น้ำหนักรวม	2,414 กรัม
น้ำหนักราก	495 กรัม
น้ำหนักเปลือก	655 กรัม
น้ำหนักเนื้อ	647 กรัม
น้ำหนักแกน	235 กรัม
กรด	0.59 %
pH	3.5

ตาราง 2.5 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อสับปะรด 100 กรัม (กองโภชนาการ, 2530)

ส่วนประกอบ	ปริมาณ
ความชื้น	87.0 กรัม
ไขมัน	0.3 กรัม
คาร์โบไฮเดรต	11.6 กรัม
เยื่อใย	0.5 กรัม
โปรตีน	0.7 กรัม
พลังงาน	47 กิโลแคลอรี
ฟอสฟอรัส	12 มิลลิกรัม
เหล็ก	0.5 มิลลิกรัม
แคลเซียม	17 มิลลิกรัม
วิตามินเอ	58 IU
วิตามินบี 1	0.06 มิลลิกรัม
วิตามินบี 2	0.03 มิลลิกรัม
วิตามินซี	22 มิลลิกรัม
ไนอะซิน	0.3 มิลลิกรัม

2.2 กระบวนการแปรรูปโดยใช้ความร้อน

2.2.1 การลวก

การลวกจัดเป็นขั้นตอนหนึ่งที่ใช้ในการเตรียมวัตถุดิบก่อนผ่านกระบวนการแปรรูปขั้นต่อไป อาจทำร่วมกับการทำความสะอาดวัตถุดิบ และการปกปิดเปลือก การลวกวัตถุดิบประเภทผักและผลไม้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำลายหรือยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในผักและผลไม้ เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการอบแห้งหรือกระบวนการแช่เยือกแข็งไม่สูงพอที่จะทำลายเอนไซม์ได้ ถ้าวัตถุดิบไม่ผ่านการลวก จะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการ เอนไซม์สำคัญที่มีผลกระทบต่อคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ เอนไซม์ไลพอกซิจีเนส (lipoxygenase) โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase) โพลีกลาแลกทูโรเนส (polygalacturonase) และคลอโรฟิลเลส (chlorophyllase) เอนไซม์ที่สามารถทนความร้อนได้ดี คือ เอนไซม์คะตะเลส (catalase) และเปอร์ออกซิเดส (peroxidase) ซึ่งใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของการลวก โดยเฉพาะเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสจะมีความทนทานต่อความร้อนมากกว่าเอนไซม์คะตะเลส ดังนั้น หากไม่สามารถตรวจพบแอคติวิตีของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในผักที่ผ่านการลวก แสดงว่าเอนไซม์อื่นๆ ถูกทำลายแล้วเหมือนกัน การลวกสามารถทำลายและลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนผิวนอกของอาหาร ทำให้อายุการเก็บรักษานานขึ้น และทำให้การถนอมอาหารในขั้นตอนต่อไปง่ายขึ้น สามารถลดเวลาในการฆ่าเชื้อได้เพราะมีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นน้อยกว่าอาหารที่ไม่ผ่านการลวก และทำให้อาหารมีอุณหภูมิเริ่มต้นสูงก่อนการฆ่าเชื้อ (Ute และคณะ 2005, Morales-Blancas และคณะ, 2002, Moreno-Perez และคณะ, 1996, Barret และ Theerakulkait, 1995, Lopez และคณะ, 1994, Ganthavorn และคณะ, 1991) การลวกสามารถป้องกันกระบวนการเกิดสีน้ำตาลของอาหารแห้งเนื่องจากเอนไซม์และปฏิกิริยาเคมีได้ โดยการลวกที่ใช้เวลาและอุณหภูมิที่เพียงพอต่อการทำลายเอนไซม์ หรือใช้สารประกอบซัลเฟอร์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์ (reducing agent) ทำปฏิกิริยากับหมู่คาร์บอนิลของโปรตีน ทำให้ไม่สามารถรวมตัวกับน้ำตาล เกิดปฏิกิริยาต่อเนื่องเป็นสารสีน้ำตาลได้ (Ute และคณะ, 2005 และ Varnalis และคณะ, 2004)

อาหารที่ผ่านการลวกจะมีการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการบางส่วน เช่น แร่ธาตุ วิตามิน และส่วนประกอบอื่นๆ ที่ละลายน้ำได้ เนื่องจากการละลายในน้ำที่ใช้ลวก และถูกทำลายด้วยความร้อน (Chavasit และคณะ, 2002) การสูญเสียวิตามินซีเป็นตัวบ่งชี้ความรุนแรงของการลวก และคุณภาพของวัตถุดิบภายหลังการลวก สำหรับอาหารบางชนิดที่ผ่านการลวกอาจทำให้มีสีสวยขึ้นเพราะเป็นการกำจัดอากาศ และฝุ่นละอองที่ผิวนอกออก ทำให้ค่าความยาวคลื่นของแสงสะท้อนเปลี่ยนไป ในการผลิตอาหารกระป๋อง การลวกสามารถทำให้การปกปิดเปลือกทำได้ง่าย อาจมีผลทำให้อาหารมีกลิ่นรสดีขึ้น ลักษณะเนื้อสัมผัสนุ่มมากขึ้น มีปริมาตรลดลง สามารถบรรจุในภาชนะบรรจุได้ง่าย (Liano, 2003) นอกจากนี้การลวก

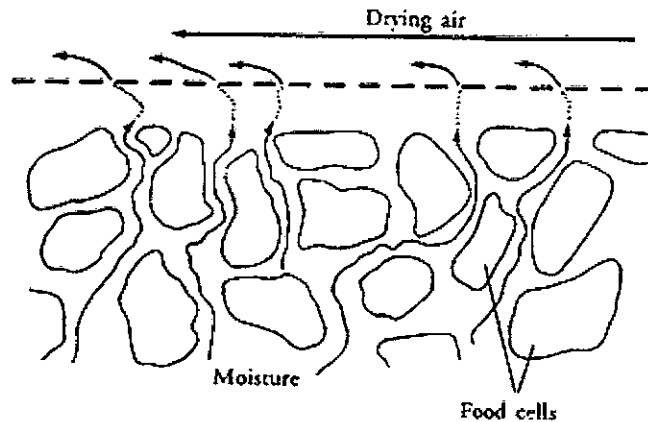
ทำให้สารในอาหารเกิดกระบวนการเจลาติไนซ์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างภายในอาหาร มีผลกระทบต่ออัตราการอบแห้ง และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ (Leeratanarak และคณะ, 2005)

2.2.2 การทำแห้ง (Dehydration)

การทำแห้ง หรือการกำจัดน้ำ (drying) คือ การใช้ความร้อนภายใต้สภาวะควบคุมเพื่อกำจัดน้ำส่วนใหญ่มที่มีในอาหาร โดยการระเหยน้ำหรือการระเหิดของแข็งจนมีความชื้นปริมาณน้อยที่สุด สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การตากแดด (sun drying) การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (solar drying) การอบแห้งแบบใช้ลมร้อน (hot air drier) การอบแห้งแบบสุญญากาศ (vacuum drier) และการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (freeze drying) มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความชื้น และลดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี (a_w) ของอาหารจนถึงระดับที่สามารถยับยั้งหรือชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และการทำงานของเอนไซม์ได้ นอกจากนี้การที่ผ่านการอบแห้งมีปริมาตรและน้ำหนักน้อยกว่าอาหารสด ทำให้สะดวกในการบรรจุ ลดค่าใช้จ่ายในระหว่างการเก็บรักษาและขนส่ง สามารถเก็บรักษาอาหารอบแห้งบางชนิดได้ที่อุณหภูมิห้อง เพิ่มความหลากหลายและความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค อย่างไรก็ตามกระบวนการอบแห้งจะทำให้อาหารสูญเสียทั้งคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการ

2.2.2.1 การถ่ายเทความร้อน และมวลสาร

การอบแห้งผลิตภัณฑ์เป็นกระบวนการซับซ้อนที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อน และมวลสารพร้อมกัน (Yilbas และคณะ, 2003 และ Fortes และ Okos, 1981) เมื่ออาหารได้รับพลังงานความร้อนในกระบวนการอบแห้งด้วยวิธีการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน หรือใช้หลายวิธีร่วมกัน ความร้อนจะถ่ายเทไปผิวนอกของอาหาร ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอน้ำ (Latent heat of vaporization) ทำให้น้ำในอาหารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นไอน้ำ ระเหยแพร่กระจายผ่านฟิล์มอากาศ (boundary film) และมีอากาศแห้งไหลเข้ามาแทนที่ ทำให้บริเวณผิวนอกของอาหารมีความดันไอของไอน้ำลดลง เกิดความแตกต่างของความดันไอน้ำของน้ำระหว่างอากาศภายนอกกับความชื้นภายในอาหาร จึงเป็นแรงขับให้น้ำจากภายในอาหารเคลื่อนย้ายออกมาที่ผิวนอกของอาหารด้วยกลไกการเคลื่อนที่ของน้ำโดยแรงคาปิลลารี (capillary force) การแพร่ของของเหลว (liquid diffusion) ในอาหาร ซึ่งเกิดจากอาหารมีความเข้มข้นของตัวละลายแตกต่างกัน เมื่อมีน้ำระเหยออกจากผิวหน้า ทำให้อาหารมีความเข้มข้นของของแข็งมากขึ้น การแพร่ระเหยของไอน้ำ (water vapor diffusion) ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของความดันย่อยอากาศทำให้ไอน้ำแพร่ซึมเข้าไปในรูเปิดเล็กๆ ไล่อากาศออกจากบริเวณที่มีความดันไอน้ำสูงไปสู่ความดันไอน้ำต่ำ และเกิดการแพร่ของของเหลวที่ดูดซับบริเวณผิวหน้าของอาหาร (วิล, 2546 และไพบูลย์, 2532) ดังภาพประกอบ 2.1



ภาพประกอบ 2.1 การเคลื่อนที่ของความชื้นในชิ้นอาหารระหว่างการอบแห้ง (วิล, 2546)

2.2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
การอาหาร, 2543)

1. โครงสร้างของอาหาร เช่น อาหารที่มีความพรุนมากจะมีการเคลื่อนที่ของน้ำภายในอาหารแบบผ่านช่องแคบเร็วกว่าการแพร่ในอาหารเนื้อแน่น ทำให้อาหารที่มีความพรุนมากแห้งเร็วกว่าอาหารที่มีความพรุนน้อย อาหารที่มีปริมาณน้ำตาลมากจะกีดขวางการเคลื่อนที่ของน้ำทำให้แห้งช้า และอาหารที่มีการลวก การนวด ทำให้เซลล์แตก จึงแห้งเร็วขึ้น
2. ขนาดและรูปร่างของชิ้นอาหาร ทำให้อัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักอาหารแตกต่างกัน เช่น อาหารที่มีรูปร่างเหมือนกันแต่ขนาดเล็กกว่าจะมีพื้นที่ผิวสัมผัสต่อน้ำหนักอาหารมากกว่าอาหารที่มีขนาดใหญ่ ทำให้เกิดการระเหยเร็วกว่า แต่ถ้าอาหารขนาดชิ้นเล็กมากเกินไป จะทำให้เกิดการระเหยได้เฉพาะบริเวณผิวนอกที่สัมผัสกับอากาศ จึงแห้งช้า
3. ตำแหน่งของอาหารในเครื่องอบมีผลต่ออัตราการระเหยของน้ำ คือ อาหารที่สัมผัสกับลมร้อนได้ดีกว่า หรือสัมผัสกับลมร้อนที่มีความชื้นต่ำ จะระเหยได้ดีกว่า
4. ปริมาณอาหารต่อถาด ถ้ามากเกินไปจะทำให้อาหารด้านล่างไม่ได้สัมผัสกับอากาศร้อนหรือได้รับความร้อนจากถาด แต่ไอน้ำไม่สามารถแพร่ผ่านชั้นผิวนอกของอาหารได้ จึงแห้งช้า
5. ความสามารถในการรับไอน้ำของอากาศร้อน ถ้าอากาศร้อนที่มีไอน้ำอยู่มากจะสามารถรับไอน้ำได้น้อย มีผลในช่วงอัตราการทำแห้งคงที่
6. อุณหภูมิของอากาศร้อน ถ้าอากาศมีความชื้นคงที่ การเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มความสามารถในการรับไอน้ำ จึงมีผลต่อการทำแห้งในช่วงอัตราการทำแห้งคงที่ และอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้การแพร่กระจายของน้ำดีขึ้น จึงมีผลต่อการอบในช่วงอัตราการทำแห้งลดลงด้วย
7. ความเร็วของลมร้อนที่เคลื่อนย้ายไอน้ำออกจากอาหาร ถ้าความเร็วลมเพิ่มขึ้นทำให้การเคลื่อนย้ายไอน้ำออกจากอาหารมากขึ้น นอกจากนี้ความเร็วลมยังทำให้เกิดกระแสปั่นป่วนของอากาศในเตา ทำให้อากาศสัมผัสอาหารได้ดีขึ้น

2.2.2.3 การเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากการอบแห้ง

1. การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเนื่องจากเกิดความเครียดภายในโครงสร้างของอาหารขณะสูญเสียความชื้นระหว่างกระบวนการอบแห้ง ทำให้รูปร่างเซลล์ที่ค่อนข้างแข็งเปลี่ยนเป็นลักษณะเหี่ยวยุบเกิดการหดตัวจากผิวนอก โดยส่วนแข็งจะคงสภาพได้ แต่ส่วนที่อ่อนกว่าจะเว้าลงไป การเกิดผิวแห้งแข็ง (Case hardening) จะทำให้อัตราการทำแห้งลดลงและอาหารมีลักษณะผิวนอกแห้ง แต่ภายในชื้น ซึ่งเกิดเนื่องจากในช่วงแรกของการอบแห้ง น้ำในอาหารระเหยเร็วเกินไปทำให้น้ำจากด้านในเคลื่อนที่มาที่ผิวนอกของอาหารไม่ทัน หรือเกิดจากสารละลายน้ำตาลหรือโปรตีนเคลื่อนที่มาแข็งตัวที่ผิวด้านนอกของอาหารสามารถป้องกันได้โดยไม่ใช้อุณหภูมิสูงในการอบแห้ง และใช้อากาศที่มีความชื้นสูง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผิวแห้งของอาหารแห้งก่อนที่น้ำจากด้านในจะเคลื่อนที่ออกมา หรือควบคุมไม่ให้เกิดความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นด้านในและผิวนอกของอาหาร อาหารที่มีปริมาณน้ำมากจะเกิดการหดตัวบิดเบี้ยวมาก การทำแห้งอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสมากกว่าการทำแห้งอย่างช้าที่อุณหภูมิต่ำ และการอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนทำให้ชิ้นอาหารมีการหดตัวมากกว่าการอบแห้งด้วยตู้อบไมโครเวฟ ซึ่งทำให้การคั่วตัวของอาหารเกิดได้ยากกว่าด้วย (Maskan, 2001)

2. การเปลี่ยนสี อาหารที่ผ่านการอบแห้งจะเกิดการเปลี่ยนสีที่ผิวนอก การสะท้อนแสง การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของแคโรทีนอยด์และคลอโรฟิลล์ เนื่องจากความร้อนและปฏิกิริยาออกซิเดชัน ถ้าการอบแห้งใช้เวลานานและอุณหภูมิสูงจะทำให้สีเกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการอบแห้งใช้เวลาน้อยและอุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้อาจเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลในระหว่างการเก็บรักษา ถ้าอาหารยังคงเหลือเอนไซม์ที่ทำงานอยู่ การเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลขึ้นอยู่กับวอเตอร์แอคทิวิตี และอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา โดยอาหารที่เก็บรักษาในอุณหภูมิสูง จะมีสีเข้มขึ้น (Krokida และคณะ, 2001)

3. สารให้กลิ่นรสของอาหาร เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการระเหยของสารหอมระเหยพร้อมกับการระเหยของน้ำ ปริมาณการสูญเสียสารหอมระเหยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความเข้มข้นของของแข็งในอาหาร ความดันไอของสารหอมระเหย และความสามารถของสารหอมระเหยในการละลายในไขมัน ถ้าเป็นสารที่ระเหยได้ง่ายจะสูญเสียตั้งแต่เริ่มต้นอบ ส่วนช่วงหลังของการอบจะมีการสูญเสียเพียงเล็กน้อย ดังนั้นการควบคุมสภาวะการอบแห้งจะช่วยลดการสูญเสียกลิ่นและรสของอาหารได้ (Belghit และคณะ, 1999) นอกจากนี้กระบวนการอบแห้งที่แตกต่างกันทำให้มีการสูญเสียสารหอมระเหยแตกต่างกัน เช่น การอบแห้งไทม์ (thyme) และเสจ (sage) ด้วยตู้อบลมร้อนอุณหภูมิต่ำ จะมีการสูญเสียสารหอมระเหยมากกว่าการอบแห้งแบบแช่เยือกแข็ง 43% และ 31% ตามลำดับ (Venskutonis, 1996)

4. ปริมาณการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่ผ่านการอบแห้งขึ้นอยู่กับเตรียมวัตถุดิบ อุณหภูมิและเวลาในการอบแห้ง และสภาวะในการเก็บรักษา เช่น เกิดการเสื่อมสลายของวิตามินซีและแคโรทีนเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน การเสื่อมสลายของไรโบฟลาวินเนื่องจากแสง และการ

เสื่อมสลายของไทรอะมีนเนื่องจากความร้อน โดยอัตราการสูญเสียมากขึ้นเมื่อใช้เวลาในการอบแห้งนานขึ้น กระบวนการที่ใช้อบแห้งที่แตกต่างกันทำให้มีอัตราการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการแตกต่างกันด้วย เช่น งานวิจัยของ Musa และคณะ (2005) พบว่า ใบโหระพาที่อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนจะมีการสูญเสียเกลือแร่บางชนิด (Al, B, Ba, Ca, Fe, Li, Mn, Na, Ni, Pb, S, Sr, V และ Zn) มากกว่าที่ทำแห้งด้วยการตากแดด หรือจากการวัดปริมาณวิตามินซีในมันฝรั่งที่อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน พบว่า มีการสูญเสียวิตามินซีมากกว่าที่อบด้วยตู้อบไมโครเวฟ (Khraisheh และคณะ, 2004)

5. การเสียความสามารถในการคั้นสภาพ เมื่อนำอาหารแห้งมาคั้นสภาพ โดยการเติมน้ำ จะไม่สามารถคั้นสภาพเหมือนก่อนการอบแห้งได้ เพราะผนังเซลล์ของอาหารมีความยืดหยุ่นน้อยลง ความสามารถในการพองตัวของแป้งน้อยลง และโปรตีนจับตัวกัน ลดความสามารถในการอุ้มน้ำ อาหารที่ทำแห้งด้วยการแช่เยือกแข็งจะมีความสามารถในการคั้นสภาพดีที่สุด มีความชื้นและคุณสมบัติทางกายภาพใกล้เคียงกับของเดิมมากที่สุด (Lewicki, 1998 และ Lin และคณะ, 1998)

2.3 เครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray dryer)

เครื่องอบแห้งแบบถาดประกอบด้วยถาดเตี้ยๆ บรรจุอาหารขึ้นบางขนาด 2-6 เซนติเมตร ซึ่งอาหารจะสัมผัสกับอากาศร้อนที่หมุนเวียนภายในเครื่องด้วยความเร็วลม 2.5-5 เมตร/วินาที/ตารางเมตร ของพื้นที่ผิวของถาด และมีการออกแบบเครื่องเพื่อให้มีการกระจายลมร้อนอย่างสม่ำเสมอผ่านแต่ละถาด เพื่อให้เกิดการถ่ายเทความร้อนและมวลสารอย่างมีประสิทธิภาพสูง ดังภาพประกอบ 2.2 นิยมใช้สำหรับกระบวนการผลิตอาหารที่มีกำลังการผลิตน้อย หรือใช้สำหรับโรงงานต้นแบบ ลักษณะการทำงานเป็นกะ (Batch system) เป็นเครื่องมือที่ใช้เงินลงทุนและค่าดูแลรักษาต่ำ แต่มีข้อเสีย คือ ควบคุมดูแลยาก และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ไม่สม่ำเสมอที่ตำแหน่งต่างๆ กันภายในเครื่อง โดยผลิตภัณฑ์อาหารที่วางใกล้กับทางเข้าของลมร้อนจะอบแห้งได้เร็วกว่า เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารที่อยู่ใต้กระแสลมร้อนจะสัมผัสอากาศที่มีความชื้นสูงกว่า ทำให้อบแห้งได้ช้ากว่า (รุ่งนภา, 2535 และวิไล, 2546)



ภาพประกอบ 2.2 เครื่องอบแห้งแบบถาด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาชนิดของผักผลไม้ที่เหมาะสมในการผลิตผักผลไม้แผ่น

ผักและผลไม้ 5 ชนิด ได้แก่ ผักบุ้ง ผักกาดหอม กะหล่ำปลี แครอท และแกนสับปะรด นำมาล้างทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ลวกในน้ำเดือด (ยกเว้นแกนสับปะรดไม่ต้องนำมาลวก) ปั่นให้ละเอียด ผ่าลงบนภาชนะ และนำมาอบในเครื่องอบลมร้อนแบบภาชนะ (ยี่ห้อ BWS, ห้างหุ้นส่วนจำกัด บี ดับบลิว เอส เทรตติ้ง, ประเทศไทย) อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 17 ชั่วโมง กรรมวิธีการผลิต ดังภาพประกอบ 3.1-3.3 หลังจากนั้นนำผักและผลไม้แผ่นมาตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมกว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 8 เซนติเมตร ฝั้ให้เย็นประมาณ 5 นาที แล้วบรรจุใส่ถุงออลูมิเนียมฟอยล์ปิดสนิท และประเมินคุณภาพ ผักผลไม้แผ่นทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Ranking test ตามแบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ดังภาคผนวก ก.1 จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน

3.2 การศึกษาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมในการอบผลิตภัณฑ์

ผลิตผักผลไม้แผ่นที่ได้รับการคัดเลือกจาก 3.1 โดยนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส จนเหลือความชื้น 7-8% และประเมินคุณภาพผักผลไม้แผ่นทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (7-point hedonic scale) ด้านสี เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ตามแบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสดังภาคผนวก ก.2 จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน

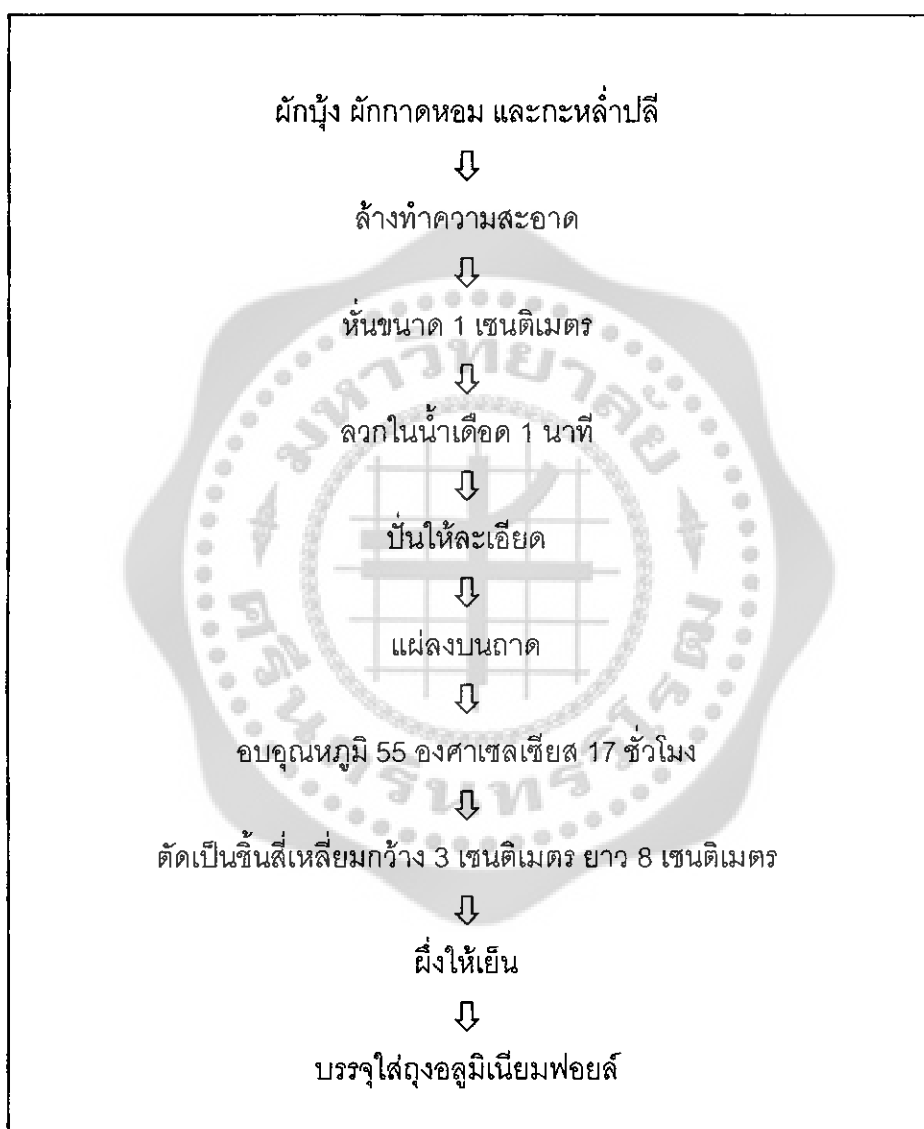
3.3 การพัฒนาสูตรในการผลิตผักผลไม้แผ่น

การพัฒนาสูตรเพื่อปรับปรุงรสชาติของผักผลไม้แผ่นโดยผสมผงปรุงรสปลาปึก้า, รสบาร์บีคิว และรสหอยลายผัดน้ำพริกเผา ปริมาณ 1.2, 1.8 และ 2.4% โดยน้ำหนัก และประเมินคุณภาพผักผลไม้แผ่นทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (7-point hedonic scale) ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ตามแบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสดังภาคผนวก ก.3 จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน

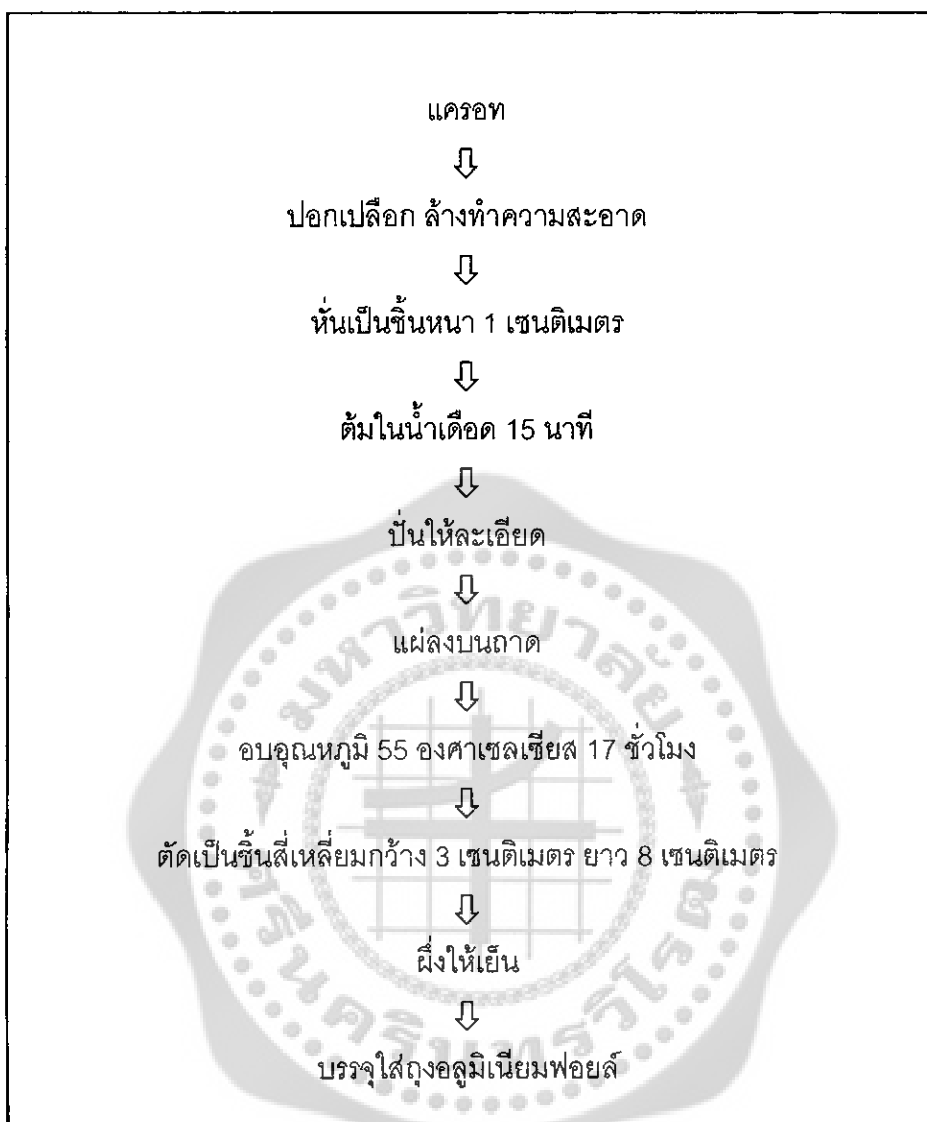
3.4 การศึกษาคุณภาพอายุการเก็บรักษา

วิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ผักผลไม้แผ่นทุก 2 สัปดาห์ นาน 4 เดือน จำนวนซ้ำ 5 ครั้ง โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ เก็บรักษาภายใต้บรรยากาศปกติที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) วิเคราะห์ความชื้น (เครื่องวัดความชื้นแบบอินฟราเรดยี่ห้อ Mettler รุ่น LP 16 และ PM 100,

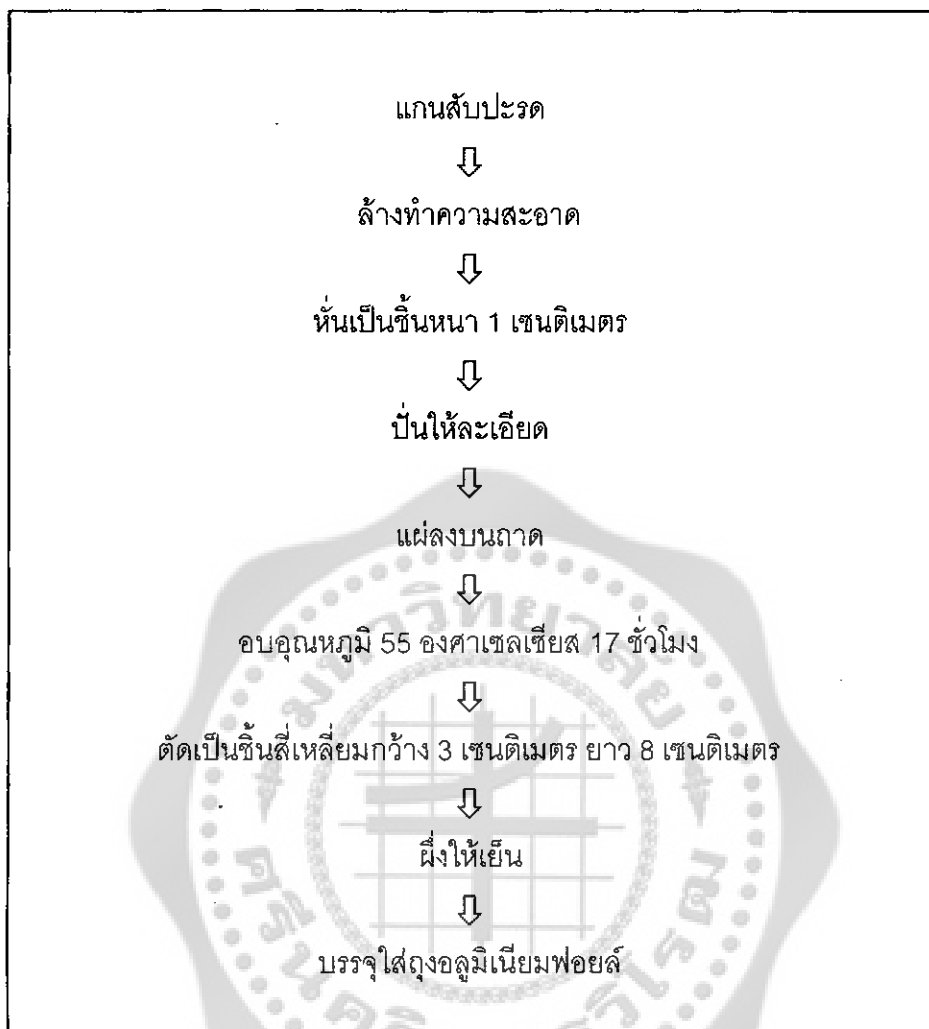
บริษัท Mettler-Toledo จำกัด, ประเทศสวิตเซอร์แลนด์), วอเตอร์แอคติวิตี (เครื่องวัดวอเตอร์แอคติวิตียี่ห้อ Decagon รุ่น Pa_w kit, บริษัท Decagon Devices จำกัด, ประเทศสหรัฐอเมริกา), คุณภาพทางด้านสี (เครื่องวัดสียี่ห้อ BYK-Gardner รุ่น color-guide gloss, บริษัท BYK-Gardner GmbH จำกัด, ประเทศเยอรมนี) ปริมาณยีสต์และรา และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 1990)



ภาพประกอบ 3.1 กรรมวิธีการผลิตผักนึ่งแผ่น ผักกาดหอมแผ่น และกะหล่ำปลีแผ่น



ภาพประกอบ 3.2 กรรมวิธีการผลิตแครอทแผ่น



ภาพประกอบ 3.3 กรรมวิธีการผลิตแกนสับปะรดแผ่น

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

4.1 การศึกษาชนิดของผักผลไม้ที่เหมาะสมในการผลิตผักผลไม้แผ่น

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผักนึ่งแผ่น ผักกาดหอมแผ่น กะหล่ำปลีแผ่น แครอทแผ่น และแกนสับปะรดแผ่น ด้วยวิธี Ranking test (ตาราง 4.1) พบว่า แกนสับปะรดแผ่น ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบมากที่สุด รองลงมา คือ แครอทแผ่น ผักนึ่งแผ่น กะหล่ำปลีแผ่น และ ผักกาดหอมแผ่น ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกผักผลไม้ 3 ชนิด ได้แก่ แกนสับปะรด แครอท และผักนึ่ง เพื่อนำไปพัฒนาสูตรด้านรสชาติ และกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่อไป

ตาราง 4.1 ลำดับความชอบผลิตภัณฑ์ผักผลไม้แผ่นด้วยวิธี Ranking test

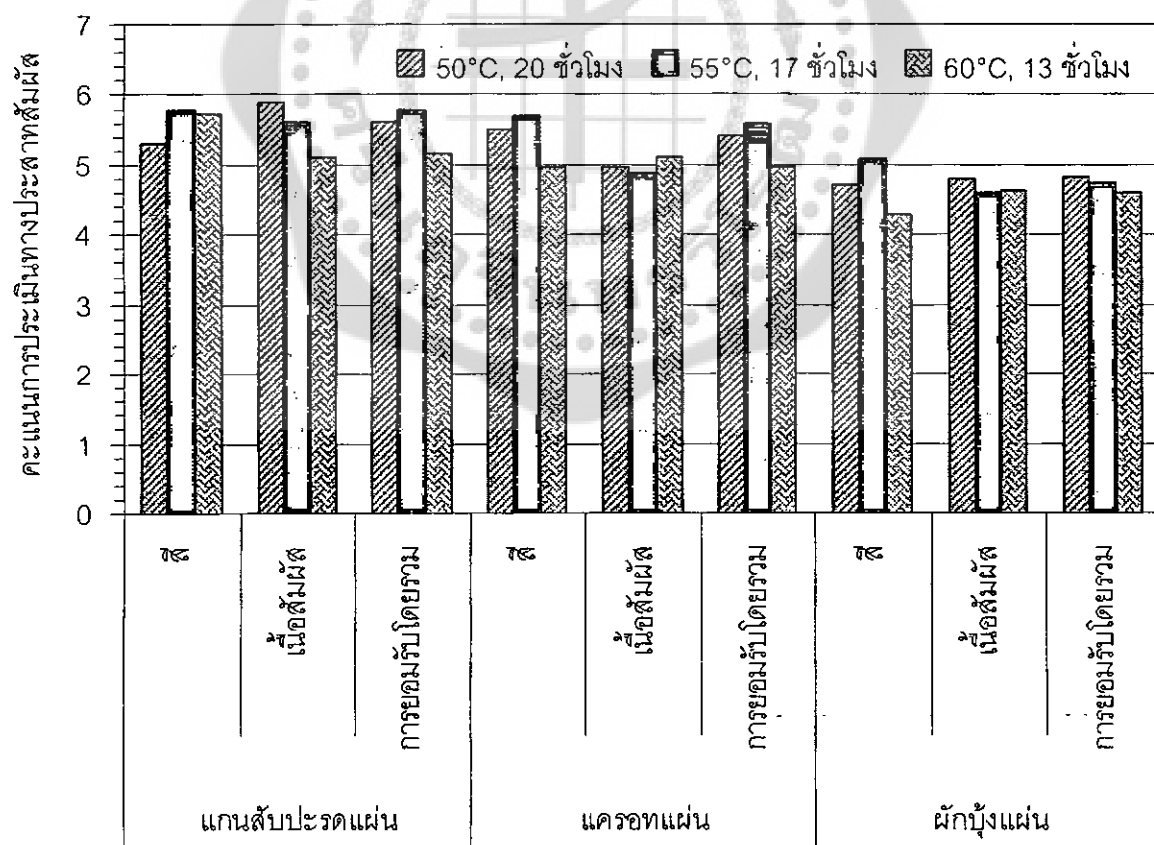
ผลิตภัณฑ์	จำนวนผู้ทดสอบ (คน)				
	อันดับ 1	อันดับ 2	อันดับ 3	อันดับ 4	อันดับ 5
ผักนึ่งแผ่น	7	4	14	3	2
ผักกาดหอมแผ่น	1	1	1	10	17
กะหล่ำปลีแผ่น	2	2	3	14	9
แครอทแผ่น	7	12	10	1	0
แกนสับปะรดแผ่น	13	11	2	2	2

4.2 การศึกษาสภาวะการอบแห้งที่เหมาะสมในการอบผลิตภัณฑ์

จากการอบแห้งผลิตภัณฑ์แกนสับปะรดแผ่น แครอทแผ่น และผักนึ่งแผ่น ที่อุณหภูมิ 50, 55 และ 60 องศาเซลเซียส จนเหลือความชื้น 7-8% นั้น พบว่า ต้องใช้เวลาในการอบแห้งประมาณ 20, 17 และ 13 ชั่วโมง ตามลำดับ จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (7-point hedonic scale) ด้านสี เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม (ภาพประกอบ 4.1 และตาราง 4.2) พบว่า สภาวะที่ใช้ในการอบแห้งมีผลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแกนสับปะรดแผ่น (ด้านเนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม) แครอทแผ่น (ด้านสี และการยอมรับโดยรวม) และผักนึ่งแผ่น (ด้านสี) ($P < 0.05$) โดยแกนสับปะรดแผ่นและแครอทแผ่นที่อบแห้งอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 17 ชั่วโมง ได้รับคะแนนด้านการยอมรับโดยรวมมากที่สุด (ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง) และผักนึ่งแผ่นที่อบแห้งอุณหภูมิ

50 องศาเซลเซียส 20 ชั่วโมง ได้รับคะแนนด้านการยอมรับโดยรวมมากที่สุด (ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง)

สภาวะในการอบแห้งอุณหภูมิสูง 60 องศาเซลเซียส จะทำให้ผลิตภัณฑ์แกนสับปะรดแผ่น แครอทแผ่น และผักนึ่งแผ่น มีสีเข้มมากขึ้น และได้รับคะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัสน้อยกว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในสภาวะการอบแห้งอุณหภูมิต่ำ 55 และ 50 องศาเซลเซียส เนื่องจากการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงทำให้รังควัตถุแคโรทีนอยด์และคลอโรฟิลล์เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีมากกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ (วิไล, 2546) จากผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านการยอมรับโดยรวมของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในสภาวะการอบแห้งอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 20 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 17 ชั่วโมง ได้รับคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.5$) แต่เนื่องจากการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ต้องใช้เวลาในการอบแห้งนานกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ถึง 3 ชั่วโมง ดังนั้นในการทดลองขั้นตอนต่อไปจึงเลือกสภาวะในการอบแห้งอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 17 ชั่วโมง เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์แกนสับปะรดแผ่น แครอทแผ่น และผักนึ่งแผ่น



ภาพประกอบ 4.1 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแกนสับปะรดแผ่น แครอทแผ่น และ ผักนึ่งแผ่น ที่สภาวะการอบแห้งต่างๆกัน

ตาราง 4.2 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแกนสับปะรดแผ่น แครอทแผ่น และผักบุ้งแผ่น ที่สภาวะการอบแห้งต่างกัน

ผลิตภัณฑ์	ลักษณะ	สภาวะในการอบ		
		50°C, 20 ชั่วโมง	55°C, 17 ชั่วโมง	60°C, 13 ชั่วโมง
แกนสับปะรดแผ่น	สี	5.30	5.80	5.73
	เนื้อสัมผัส	5.90 ^a	5.63 ^a	5.10 ^b
	การยอมรับโดยรวม	5.63 ^a	5.80 ^a	5.17 ^b
แครอทแผ่น	สี	5.50 ^a	5.70 ^a	4.97 ^b
	เนื้อสัมผัส	4.97	4.87	5.10
	การยอมรับโดยรวม	5.43 ^{ab}	5.60 ^a	4.97 ^b
ผักบุ้งแผ่น	สี	4.70 ^{ab}	5.07 ^a	4.30 ^b
	เนื้อสัมผัส	4.80	4.60	4.63
	การยอมรับโดยรวม	4.83	4.73	4.60

a-b ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4.3 การพัฒนาสูตรในการผลิตผักผลไม้แผ่น

การพัฒนาสูตรเพื่อปรับปรุงรสชาติของผักผลไม้แผ่น โดยผสมผงปรุงรสในขั้นตอนการปั่นผสม ได้แก่ ผงปรุงรสปลาปรีก้า, รสบาร์บีคิว และรสหอยลายผัดน้ำพริกเผา จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสเบื้องต้น พบว่า ผงปรุงรสปลาปรีก้าและรสบาร์บีคิวมีสีส้มแดงเข้มทำให้แกนสับปะรดแผ่นมีสีเข้มไม่น่ารับประทาน ผงปรุงรสบาร์บีคิวและรสหอยลายผัดน้ำพริกเผามีลักษณะขาวไม่เหมาะสมกับแครอทแผ่น ผงปรุงรสปลาปรีก้าและรสหอยลายผัดน้ำพริกเผามีกลิ่นรสอ่อนทำให้ไม่สามารถกลบกลิ่นเหม็นเขียวในผักบุ้งแผ่นได้ ดังนั้นจึงผลิตแกนสับปะรดแผ่นรสหอยลายผัดน้ำพริกเผา แครอทแผ่นรสปลาปรีก้า และผักบุ้งแผ่นรสบาร์บีคิว โดยผสมผงปรุงรสปริมาณ 1.2, 1.8 และ 2.4% โดยน้ำหนัก เพื่อทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (7-point hedonic scale) ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม

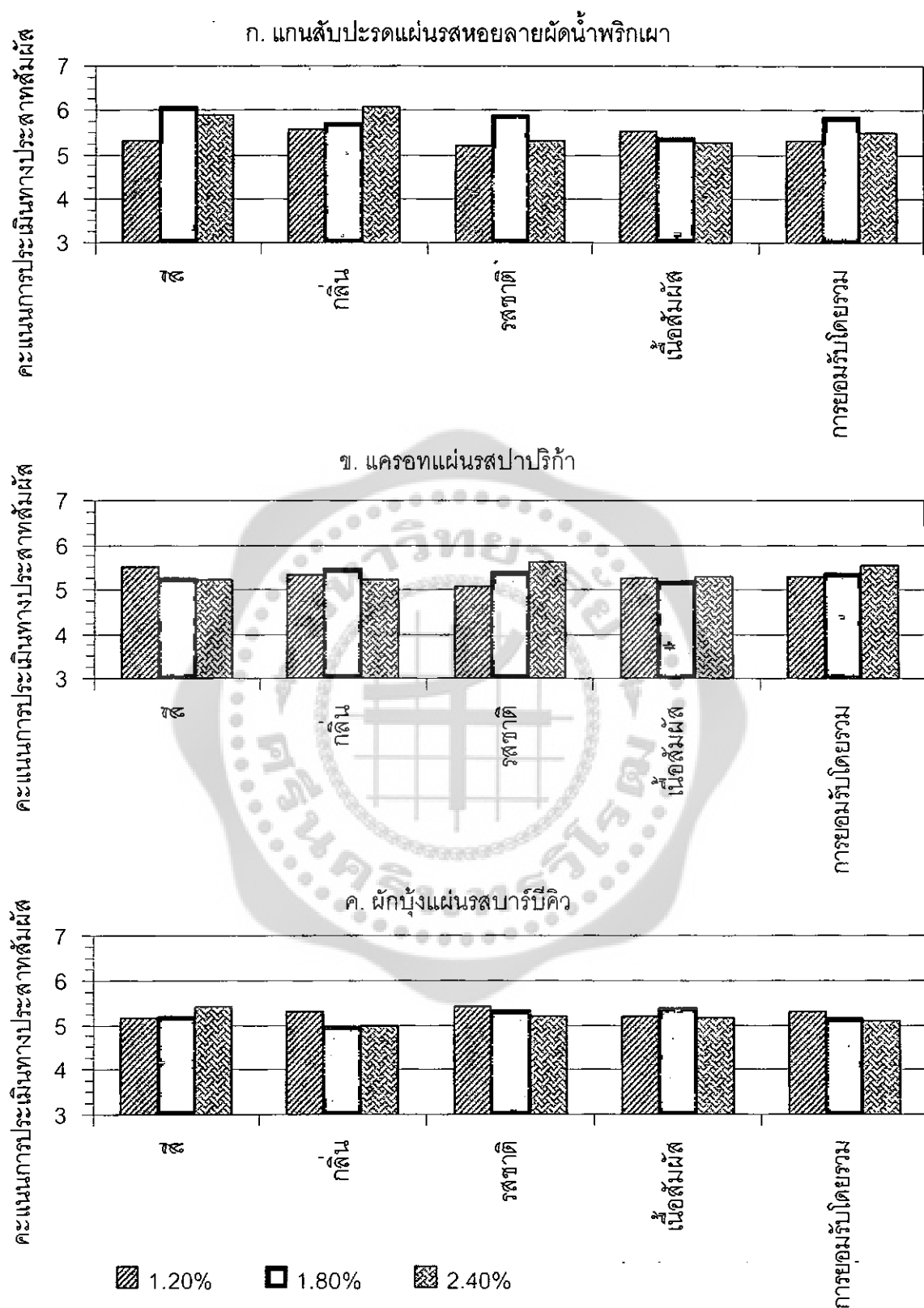
ผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัส (ตาราง 4.3 และภาพประกอบ 4.2) พบว่าแกนสับปะรดแผ่นที่ผสมผงปรุงรสหอยลายผัดน้ำพริกเผาปริมาณ 1.8% ได้รับคะแนนมากที่สุด ($P < 0.05$) ในด้านสี (ชอบปานกลางถึงชอบมาก) ด้านรสชาติและการยอมรับโดยรวม (ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง) และที่ผสมผงปรุงรสหอยลายผัดน้ำพริกเผาปริมาณ 2.4% ได้รับคะแนนมากที่สุด ($P < 0.05$) ในด้านกลิ่น

(ชอบปานกลางถึงชอบมาก) แครอทแผ่นที่ผสมผงปรุงรสปาปริก้าปริมาณ 2.4% ได้รับคะแนนมากที่สุด ($P<0.05$) ด้านรสชาติ (ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง) และผักนึ่งแผ่นที่ผสมผงปรุงรสบาร์บีคิว 1.2% ได้รับคะแนนมากที่สุด ($P<0.05$) ในด้านกลิ่น (ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง) เมื่อพิจารณาเกณฑ์ในการคัดเลือกผลิตภัณฑ์จากคะแนนด้านการยอมรับโดยรวมที่สูงที่สุดของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด เพื่อใช้ศึกษาคุณภาพอายุการเก็บรักษาสลิตภัณฑ์ในการทดลองขั้นตอนต่อไป พบว่า แคนสับปะรดแผ่นผสมผงปรุงรสหอยลายผัดน้ำพริกเผา 1.8% แครอทแผ่นผสมผงปรุงรสปาปริก้า 2.4% และผักนึ่งแผ่นผสมผงปรุงรสบาร์บีคิว 1.2% ได้รับคะแนนด้านการยอมรับโดยรวมมากที่สุด ซึ่งจะเห็นได้ว่าปัจจัยการยอมรับด้านรสชาติมีผลโดยตรงต่อการยอมรับโดยรวม

ตาราง 4.3 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแคนสับปะรดแผ่นรสหอยลายผัดน้ำพริกเผา แครอทแผ่นรสปาปริก้า และผักนึ่งแผ่นรสบาร์บีคิวที่ผสมผงปรุงรส 1.2, 1.8 และ 2.4%

ผลิตภัณฑ์	ลักษณะ	ปริมาณผงปรุงรส		
		1.2 %	1.8 %	2.4 %
แคนสับปะรดแผ่น รสหอยลายผัดน้ำพริกเผา	สี	5.30 ^b	6.07 ^a	5.90 ^a
	กลิ่น	5.57 ^b	5.73 ^{ab}	6.10 ^a
	รสชาติ	5.20 ^b	5.90 ^a	5.33 ^b
	เนื้อสัมผัส	5.53	5.40	5.27
	การยอมรับโดยรวม	5.33 ^b	5.87 ^a	5.50 ^b
แครอทแผ่นรสปาปริก้า	สี	5.50	5.27	5.23
	กลิ่น	5.33	5.47	5.20
	รสชาติ	5.07 ^b	5.40 ^{ab}	5.63 ^a
	เนื้อสัมผัส	5.27	5.17	5.30
	การยอมรับโดยรวม	5.30	5.37	5.53
ผักนึ่งแผ่นรสบาร์บีคิว	สี	5.17	5.20	5.43
	กลิ่น	5.30 ^a	4.93 ^b	5.00 ^{ab}
	รสชาติ	5.43	5.33	5.20
	เนื้อสัมผัส	5.20	5.37	5.17
	การยอมรับโดยรวม	5.30	5.17	5.10

a-b ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพประกอบ 4.2 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของแกนลับประดแผ่นรศหอยลายผัดน้ำพริกเผา แครอทแผ่นรศปาปริก้า และผักนึ่งแผ่นรศบาร์บีคิวที่ผสมผงปรุงรส 1.2, 1.8 และ 2.4%

4.4 การศึกษาคุณภาพอายุการเก็บรักษา

เมื่อผลิตแกนสับปะรดแผ่นรสหอยลายผัดน้ำพริกเผา แครอทแผ่นรสปลาปรีก้า และผักนึ่งแผ่นรสบาร์บีคิว บรรจุในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ เก็บรักษาภายใต้บรรยากาศปกติที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) และนำมาวิเคราะห์ความชื้น วอเตอร์แอกติวิตี คุณภาพด้านสี (L^* , a^* , b^*) ปริมาณยีสต์รา และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลานาน 4 เดือน (ตาราง 4.4 – 4.6) พบว่า ปริมาณความชื้นของแกนสับปะรดแผ่นรสหอยลายผัดน้ำพริกเผา แครอทแผ่นรสปลาปรีก้า และผักนึ่งแผ่นรสบาร์บีคิว มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) ซึ่งมีปริมาณความชื้นเฉลี่ย $7.89 \pm 0.03\%$, $7.71 \pm 0.05\%$ และ $7.57 \pm 0.03\%$ ตามลำดับ แกนสับปะรดแผ่นรสหอยลายผัดน้ำพริกเผา มีวอเตอร์แอกติวิตีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ลักษณะการเปลี่ยนแปลงไม่เป็นแนวโน้มที่แน่นอน ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 0.45 ± 0.01 วอเตอร์แอกติวิตีของแครอทแผ่นรสปลาปรีก้า และผักนึ่งแผ่นรสบาร์บีคิว มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) มีค่าเฉลี่ย 0.44 ± 0.01 และ 0.34 ± 0.01 ตามลำดับ จึงสามารถสรุปได้ว่าระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาไม่มีผลหรือมีผลน้อยมากต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นและวอเตอร์แอกติวิตี ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากถุงออลูมิเนียมฟอยล์ที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดี สามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี

ผลการประเมินคุณภาพด้านสีของแกนสับปะรดแผ่นรสหอยลายผัดน้ำพริกเผา แครอทแผ่นรสปลาปรีก้า และผักนึ่งแผ่นรสบาร์บีคิวที่เก็บรักษาเป็นเวลานาน 4 เดือน พบว่า มีแนวโน้มในการเปลี่ยนสีในทิศทางที่คล้ำลงเมื่อมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น ($P < 0.05$) โดยค่าความสว่าง (L^*) ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มลดลง แต่สำหรับค่าความเป็นสีแดง (a^*) และความเป็นสีเหลือง (b^*) ไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่แน่นอน

ผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ที่เก็บรักษาเป็นเวลานาน 4 เดือน พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ($P < 0.05$) แต่ไม่สามารถตรวจพบยีสต์และรา โดยแกนสับปะรดแผ่นรสหอยลายผัดน้ำพริกเผา มีจุลินทรีย์ทั้งหมด $1.3 - 3.08 \log_{10} \text{cfu/g}$ แครอทแผ่นรสปลาปรีก้า มีจุลินทรีย์ทั้งหมด $1.0 - 2.98 \log_{10} \text{cfu/g}$ และผักนึ่งแผ่นรสบาร์บีคิว มีจุลินทรีย์ทั้งหมด $1.26 - 3.04 \log_{10} \text{cfu/g}$ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานด้านจุลชีววิทยาของขนมกรอบจากธัญชาติ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2541) ซึ่งกำหนดให้จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม หรือ $4 \log_{10} \text{cfu/g}$ และยีสต์ราไม่เกิน 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม จะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์แกนสับปะรดแผ่น แครอทแผ่น และผักนึ่งแผ่น ที่บรรจุในถุงออลูมิเนียมฟอยล์ มีอายุการเก็บไม่น้อยกว่า 4 เดือน ภายใต้บรรยากาศปกติที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส)

ตาราง 4.4 การประเมินคุณภาพอายุการเก็บรักษामลิตภัณฑ์แกนสับปะรดแผ่น (n = 5)

ปัจจัยการผลิต	อายุการเก็บ (สัปดาห์)								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
ความชื้น (%)	7.88	7.93	7.85	7.87	7.88	7.91	7.89	7.86	7.92
วอเตอร์แอคทิวิตี (a_w)	0.46	0.44	0.45	0.46	0.46	0.46	0.45	0.45	0.46
ค่าสี L*	72.3 ^{bc}	72.1 ^c	72.3 ^{bc}	73.1 ^a	73.0 ^a	72.7 ^{ab}	72.5 ^{bc}	72.4 ^{bc}	72.2 ^{bc}
a*	20.0 ^c	21.1 ^a	20.4 ^b	21.1 ^a	20.3 ^{bc}	20.3 ^{bc}	20.5 ^b	20.4 ^b	20.2 ^{bc}
b*	33.3	33.1	33.4	33.1	33.0	33.3	33.4	33.0	32.9
จุลินทรีย์ทั้งหมด (log ₁₀ cfu/g)	1.3 ^{ef}	1.48 ^e	1.46 ^e	1.8 ^d	2.29 ^c	2.34 ^c	2.9 ^b	3.08 ^a	3.04 ^{ab}

a-f ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตาราง 4.5 การประเมินคุณภาพอายุการเก็บรักษามลิตภัณฑ์แครอทแผ่น (n = 5)

ปัจจัยการผลิต	อายุการเก็บ (สัปดาห์)								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
ความชื้น (%)	7.69	7.63	7.70	7.68	7.72	7.69	7.70	7.75	7.81
วอเตอร์แอคทิวิตี (a_w)	0.43	0.45	0.45	0.44	0.45	0.43	0.44	0.45	0.46
ค่าสี L*	57.9 ^a	56.6 ^b	55.5 ^c	54.4 ^d	53.3 ^{ef}	54.2 ^d	53.8 ^{de}	52.3 ^g	52.9 ^{fg}
a*	23.5 ^e	24.3 ^d	24.5 ^{cd}	23.3 ^e	24.5 ^{cd}	24.7 ^{bc}	25.0 ^{ab}	25.0 ^{ab}	25.2 ^a
b*	24.1 ^{ab}	24.3 ^{ab}	24.5 ^a	23.2 ^d	23.2 ^d	23.5 ^{cd}	23.1 ^d	24.0 ^{abc}	23.9 ^{bc}
จุลินทรีย์ทั้งหมด (log ₁₀ cfu/g)	1.00 ^e	1.12 ^e	1.52 ^d	1.58 ^{cd}	2.28 ^{bc}	2.28 ^c	2.69 ^b	2.95 ^a	2.98 ^a

a-e ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

ตาราง 4.6 การประเมินคุณภาพอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ผักบั้งแผ่น (n = 5)

ปัจจัยการผลิต	อายุการเก็บ (สัปดาห์)								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
ความชื้น (%)	7.54	7.56	7.53	7.55	7.61	7.58	7.60	7.57	7.58
วอเตอร์แอคทิวิตี (a_w)	0.34	0.35	0.33	0.34	0.34	0.34	0.35	0.34	0.35
ค่าสี L*	45.5 ^a	44.4 ^{bc}	44.5 ^b	43.2 ^{ef}	43.1 ^f	43.1 ^f	44.0 ^{cd}	43.9 ^d	43.6 ^{de}
a*	2.1 ^e	2.2 ^{de}	2.1 ^e	2.5 ^{ab}	2.3 ^{cd}	2.3 ^{cd}	2.6 ^a	2.4 ^{bc}	2.4 ^{bc}
b*	7.1	7.2	7.1	7.2	7.2	7.3	7.3	7.2	7.2
จุลินทรีย์ทั้งหมด (log ₁₀ cfu/g)	1.26 ^e	1.45 ^{de}	1.56 ^{de}	1.68 ^d	2.38 ^c	2.36 ^c	2.92 ^b	3.04 ^a	2.98 ^{ab}

a-e ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Ranking test ของผลิตภัณฑ์ผักผลไม้แผ่น 5 ชนิด ที่ผ่านกระบวนการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนแบบถาด อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 17 ชั่วโมง พบว่า แกนสับปะรดแผ่น แครอทแผ่น และผักนึ่งแผ่น ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบ และนำมาปรับปรุงรสชาติของผลิตภัณฑ์โดยผสมผงปรุงรสปาปริก้า, รสบาร์บีคิว และรสหอยลายผัดน้ำพริกเผา ปริมาณ 1.2, 1.8 และ 2.4% โดยน้ำหนัก เมื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ (7-point hedonic scale) พบว่า แกนสับปะรดแผ่นผสมผงปรุงรสหอยลายผัดน้ำพริกเผา 1.8% แครอทแผ่นผสมผงปรุงรสปาปริก้า 2.4% และผักนึ่งแผ่นผสมผงปรุงรสบาร์บีคิว 1.2% ได้รับคะแนนด้านการยอมรับโดยรวมมากที่สุด ซึ่งอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและทางจุลินทรีย์ของแกนสับปะรดแผ่นรสหอยลายผัดน้ำพริกเผา แครอทแผ่นรสปาปริก้า และผักนึ่งแผ่นรสบาร์บีคิว ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ เก็บรักษาภายใต้บรรยากาศปกติที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) นาน 4 เดือน พบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด ไม่มีผลหรือมีผลน้อยมากต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นและวอเตอร์แอคทิวิตี ซึ่งอาจเกิดเนื่องจากถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดี สามารถป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี คุณภาพด้านสีของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีอายุการเก็บรักษานานขึ้น ($P < 0.05$) โดยค่าความสว่าง (L^*) มีแนวโน้มลดลง แต่สำหรับค่าความเป็นสีแดง (a^*) และความเป็นสีเหลือง (b^*) ไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่แน่นอน ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ($P < 0.05$) แต่ไม่สามารถตรวจพบยีสต์และราในผลิตภัณฑ์ได้ โดยแกนสับปะรดแผ่นรสหอยลายผัดน้ำพริกเผามีจุลินทรีย์ทั้งหมด $1.3 - 3.08 \log_{10} \text{cfu/g}$ แครอทแผ่นรสปาปริก้ามีจุลินทรีย์ทั้งหมด $1.0 - 2.98 \log_{10} \text{cfu/g}$ และผักนึ่งแผ่นรสบาร์บีคิวมีจุลินทรีย์ทั้งหมด $1.26 - 3.04 \log_{10} \text{cfu/g}$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์แกนสับปะรดแผ่น แครอทแผ่น และผักนึ่งแผ่น ที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ มีอายุการเก็บไม่น้อยกว่า 4 เดือน ภายใต้บรรยากาศปกติที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส)

5.2 ข้อเสนอแนะ

กระบวนการผลิตนี้ใช้เครื่องอบแห้งแบบถาดซึ่งขั้นตอนการแผ่ลงบนถาดทำได้ยาก และต้องใช้เวลาในการอบแห้งนาน จึงควรหาวิธีเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งแบบถาด เช่น การติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มความเร็วม หรือเลือกใช้เครื่องมือในการอบแบบอื่น เช่น เครื่องอบแห้งแบบลูกกลิ้ง มาใช้ในกระบวนการผลิตแทนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้มากขึ้น



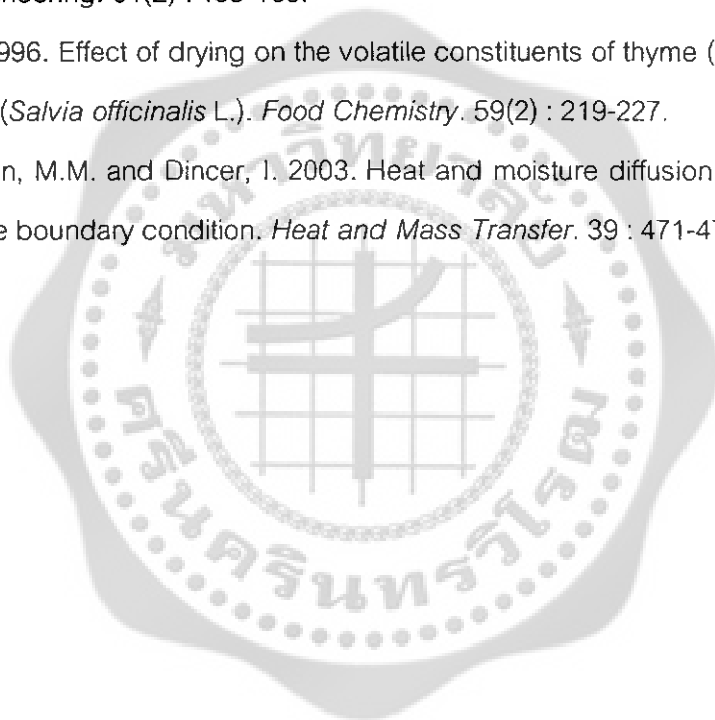
บรรณานุกรม

- กรมการค้าต่างประเทศ. 2547. <http://www.dft.moc.go.th/>
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2547. <http://www.doae.go.th/>
- กองโภชนาการ. 2530. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม. กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข. 48 หน้า.
- กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ. 2535. ผลิตภัณฑ์สับปะรด. เอกสารเผยแพร่ของกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ. กรมวิทยาศาสตร์บริการ. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน.
- กำภู สหพันธ์ไทรภพ. 2547. สับปะรด. กลุ่มส่งเสริมการผลิตไม้ผล. ส่วนส่งเสริมการผลิตไม้ผล ไม้ยืนต้น และยางพารา. กรมส่งเสริมการเกษตร. 3 หน้า.
- คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2543. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 505 หน้า
- เฉลิมเกียรติ โภควัฒนา และ ภัสรา ขวประดิษฐ์. 2539. ผักบุ้งจีน. กองส่งเสริมพืชสวน. กรมส่งเสริมการเกษตร.
- นิพนธ์ ไชยมงคล. 2548. กะหล่ำปลี. ระบบข้อมูลพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้. http://www.agric-prod.mju.ac.th/vegetable/File_link/cabbage.pdf. 5 หน้า.
- นิพนธ์ ไชยมงคล. 2548. สลัด/ผักกาดหอม. ระบบข้อมูลพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้. http://www.agric-prod.mju.ac.th/vegetable/File_link/let.pdf. 22 หน้า.
- นิพนธ์ ไชยมงคล. 2545. แครอท. ระบบข้อมูลพืชผัก มหาวิทยาลัยแม่โจ้. http://www.agric-prod.mju.ac.th/vegetable/File_link/carrot2002.pdf. 18 หน้า.
- นิริยา รัตนพานนท์. 2544. หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ
- นรินาม. 2547. ทิศทางการค้าสินค้าเกษตรและอาหารแนวใหม่ในตลาดโลก. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องระบบการบริหารและกำกับดูแลสินค้าเกษตร-อาหารของไทย:ความสำเร็จ?...บนความท้าทายภายใต้การแข่งขันทางการค้า วันที่ 21 มิถุนายน 2547. จัดโดยสถาบันอาหาร สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ และสภาหอการค้าแห่งประเทศไทย. โรงแรมสยามซิตี้. กรุงเทพมหานคร. หน้า 1-16.
- ฝ่ายวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ. 2535. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กองโภชนาการ. กรมอนามัย. กระทรวงสาธารณสุข. โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก. 97 หน้า.

- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์วาลิก. 2532. *กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร*. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร. คณะ
ทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
กรุงเทพฯ. 302 หน้า.
- มลศิริ วิโรทัย และปาริฉัตร หงสประภาส. 2544. *อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหารขนาดกลางและขนาด
ย่อม*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพมหานคร.
- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. *วิศวกรรมแปรรูปอาหาร : การถนอมอาหาร*. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์,
กรุงเทพฯ. 284 หน้า.
- วิไล รังสาดทอง. 2546. *เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร*. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร. คณะ
วิทยาศาสตร์ประยุกต์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. พิมพ์ครั้งที่ 3. บริษัท
เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชัน จำกัด, กรุงเทพฯ. 500 หน้า.
- ศูนย์สารสนเทศกรมส่งเสริมการเกษตร. 2548. *ห้องสมุดความรู้การเกษตร*. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
<http://www.doae.go.th/library/index.html>
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2541. *ขนมกรอบจากธัญชาติ*. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กรม มอก. 1534-2541. กระทรวงอุตสาหกรรม. 7 หน้า.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15thed. The Association of Official Analytical
Chemists. Arlington, Va.
- Barret, D.M. and Theerakulkait, T. 1995. Quality indicators in blanched, frozen, stored
vegetables. *Food Technology*. 49(1) : 62-65.
- Belghit, A., Kouhila, M. and Boutaleb, B.C. 1999. Experimental study of drying kinetics by forced
convection of aromatic plants. *Energy Conversion and Management*. 41 : 1303-1321.
- Britnell, P. 1995. An International Short Course on Food Drying Technology. December 6-7. King
Mongkut's Institute of Technology Thonburi, Bangkok. 136 p.
- Chavasit, V., Pisaphab, R., Sungpuag, P., Jittinandana, S. and Wasantwisut, E. 2002. Changes in
 β -Carotene and Vitamin A Contents of Vitamin A-rich Foods in Thailand During
Preservation and Storage. *Journal of Food Science*. 67(1) : 375-379.
- Esam, H.E. and Bakri, H.H. 1992. Prickly pear sheet : a new fruit product. *International Journal of
Food Science and Technology*. 27: 353-358.
- Fortes, M. and Okos, M.R. 1981. Non-equilibrium thermodynamics approach to heat and mass
transfer in corn kernels. *Transactions of American Society of Agricultural Engineers*.
22 : 761-769.

- Ganthavorn, C., Nagel, C.W. and Powers, J.R. 1991. Thermal inactivation of asparagus lipoxygenase and peroxidase, *Journal of Food Science*. 56(1) : 47-49.
- Khraisheh, M.A.M., McMinn, W.A.M. and Magee, T.R.A. 2004. Quality and structural changes in starchy foods during microwave and convective drying. *Food Research International*. 37 : 497-503.
- Krokida, M.K., Maroulis, Z.B. and Saravacos, G.D. 2001. The effect of the method of drying on the colour of dehydrated products. *International Journal of Food Science and Technology*. 36 : 53-59.
- Leeratanarak, N., Devahastin, S. and Chiewchan, N. 2005. Drying kinetics and quality of potato chips undergoing different drying techniques. *Journal of Food Engineering*. In Press.
- Lewicki, P.P. 1998. Some remarks of rehydration of dried foods. *Journal of Food Engineering*. 36(1) : 81-87.
- Lin, T.M., Durance, T.D. and Scaman, C.H. 1998. Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices. *Food Research International*. 31(2) : 111-117.
- Llano, K.M., Haedo, A.S., Gerschenson, L.N. and Rojas, A.M. 2003. Mechanical and biochemical response of kiwifruit tissue to steam blanching. *Food Research International*. 36(8) : 767-775.
- Lopez, P., Sala, F.J., Fuente, J.L., Condon, S., Raso, J. and Burgos, J. 1994. Inactivation of peroxidase, lipoxygenase, and polyphenol oxidase by manothermosonication. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 42 : 252-256.
- Maskan, M. 2001. Drying, shrinkage and rehydration characteristics of kiwifruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering*. 48(2) : 177-182.
- Morales-Blancas, E.F., Chandia, V.E. and Cisneros-Zevallos, L. 2002. Thermal inactivation kinetics of peroxidase and lipoxygenase from broccoli, green asparagus and carrots. *Journal of Food Science*. 67(1) : 146-154.
- Moreno-Perez, L.F., Gasson-Lara, J.H. and Ortega-Rivas, E. 1996. Effect of low temperature-long time blanching on quality of dried sweet potato. *Drying Technology*. 14 : 1839-1857.
- Musa, O., Derya, A. and Ahmet, U. 2005. Effect of drying methods on the mineral content of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Food Engineering*. 69(4) : 375-379.

- Ute, S., Andreas, S. and Reinhold, C. 2005. Inactivation of peroxidase, polyphenoloxidase, and lipoxygenase in paprika and chili powder after immediate thermal treatment of the plant material. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 6(4) : 403-411.
- Ute, S., Klaus, M., Andreas, S. and Reinhold, C. 2005. An innovative process for the production of spices through immediate thermal treatment of the plant material. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 6(2) : 143-153.
- Varnalis, A. I., Brennan, J. G., MacDougall, D. B. and Gilmour, S. G. 2004. Optimisation of high temperature puffing of potato cubes using response surface methodology. *Journal of Food Engineering*. 61(2) : 153-163.
- Venskutonis, P.R. 1996. Effect of drying on the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.). *Food Chemistry*. 59(2) : 219-227.
- Yilbas, B.S., Hussain, M.M. and Dincer, I. 2003. Heat and moisture diffusion in slab products to convective boundary condition. *Heat and Mass Transfer*. 39 : 471-476.





ภาคผนวก ก แบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ก.1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ Ranking test

โดยให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้แผ่น 5 ชนิด คือ ผักบุ้ง ผักกาดหอม
กะหล่ำปลี แครอท และแกนสับปะรด โดยเรียงลำดับจากชอบมากที่สุดจนถึงชอบน้อยที่สุด

ชื่อ.....วันที่.....

กรุณาเรียงลำดับตามความชอบโดยเรียงจากอันดับ 1 (ชอบมากที่สุด) จนถึงอันดับ 5 (ชอบน้อยที่สุด)

	946	183	527	413	726
สี	_____	_____	_____	_____	_____
เนื้อสัมผัส	_____	_____	_____	_____	_____
การยอมรับโดยรวม	_____	_____	_____	_____	_____

ข้อเสนอแนะ _____

ก.2 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 7-point hedonic scale

โดยให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้แผ่นที่กระบวนการผลิตมีสภาวะการอบแห้งอุณหภูมิและเวลาต่างๆ กัน คือ 50 องศาเซลเซียส 20 ชั่วโมง, 55 องศาเซลเซียส 17 ชั่วโมง และ 60 องศาเซลเซียส 13 ชั่วโมง

ชื่อ.....		วันที่.....	
ผลิตภัณฑ์: ☐ ผักบั้งแผ่น ☐ แครอทแผ่น ☐ แกนสับปะรดแผ่น			
กรุณาให้คะแนนตามลำดับความชอบดังนี้			
7 = ชอบมากที่สุด	4 = เฉยๆ	2 = ไม่ชอบปานกลาง	
6 = ชอบปานกลาง	3 = ไม่ชอบเล็กน้อย	1 = ไม่ชอบมากที่สุด	
5 = ชอบเล็กน้อย			
	613	298	574
สี	_____	_____	_____
เนื้อสัมผัส	_____	_____	_____
การยอมรับโดยรวม	_____	_____	_____
ข้อเสนอแนะ _____			

ก.3 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบ 7-point hedonic scale

โดยให้ผู้ทดสอบชิมตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้ผ่านผสมเครื่องปรุงรสผงแต่ละชนิดที่มีปริมาณต่างๆ กัน คือ 1.2%, 1.8% และ 2.4%

ชื่อ.....	วันที่.....									
ผลิตภัณฑ์ : ☐ ผักบุ้งแผ่นรสบาร์บีคิว ☐ แครอทแผ่นรสปาปริก้า ☐ แคนสับปะรดแผ่นรสหอยลายผัดน้ำพริกเผา										
กรุณาให้คะแนนตามลำดับความชอบดังนี้ <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">7 = ชอบมากที่สุด</td> <td style="width: 33%;">4 = เฉยๆ</td> <td style="width: 33%;">2 = ไม่ชอบปานกลาง</td> </tr> <tr> <td>6 = ชอบปานกลาง</td> <td>3 = ไม่ชอบเล็กน้อย</td> <td>1 = ไม่ชอบมากที่สุด</td> </tr> <tr> <td>5 = ชอบเล็กน้อย</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		7 = ชอบมากที่สุด	4 = เฉยๆ	2 = ไม่ชอบปานกลาง	6 = ชอบปานกลาง	3 = ไม่ชอบเล็กน้อย	1 = ไม่ชอบมากที่สุด	5 = ชอบเล็กน้อย		
7 = ชอบมากที่สุด	4 = เฉยๆ	2 = ไม่ชอบปานกลาง								
6 = ชอบปานกลาง	3 = ไม่ชอบเล็กน้อย	1 = ไม่ชอบมากที่สุด								
5 = ชอบเล็กน้อย										
สี	826 519 347									
กลิ่น	_____ _____ _____									
รสชาติ	_____ _____ _____									
เนื้อสัมผัส	_____ _____ _____									
การยอมรับโดยรวม	_____ _____ _____									
ข้อเสนอแนะ _____ _____ _____										

ภาคผนวก ข วิธีการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

ข.1 การวิเคราะห์จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด

1. ชั่งตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ในสารละลายเปปโตน 0.1% ปริมาตร 9 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมให้เข้ากัน จะมีความเข้มข้น 1 ต่อ 10 หรือเจือจางต่อไปจนกว่าจะวิเคราะห์ผลจำนวนจุลินทรีย์ได้ 30 ถึง 300 โคโลนี
2. ปิเปตสารละลายตัวอย่างจากข้อ 1 ที่มีความเข้มข้นต่างๆ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ลงในจานเลี้ยงเชื้อ
3. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ที่หลอมเหลวมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อ ประมาณ 10 ถึง 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร หมุนจานผสมให้เข้ากัน
4. ตั้งทิ้งไว้ให้แข็งแล้วกลับจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ถึง 37 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง
5. นับจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อที่มีจำนวน 30 ถึง 300 โคโลนี หาค่าเฉลี่ย แล้วคำนวณเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัม

ข.2 การวิเคราะห์ยีสต์และรา

วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ ทำโดยนำ potato dextrose agar (PDA) 39.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่นร้อนปริมาตร 1 ลิตร บรรจุลงใน flask ปิดปากด้วยจุกสำลี นำมาฆ่าเชื้อในหม้อฆ่าเชื้อควบคุมความดัน (autoclave) สภาวะอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว นาน 15 นาที

วิธีการวิเคราะห์

1. เตรียมสารละลายเจือจางของ Dilution 10^{-1} และ 10^{-2}
2. ปิเปตสารละลายเจือจางตัวอย่างจากข้อ 1 ที่มีความเข้มข้นต่างๆ 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อ
3. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่หลอมเหลวมีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อ ประมาณ 10 ถึง 15 ลูกบาศก์เซนติเมตร หมุนจานผสมให้เข้ากัน
4. ตั้งทิ้งไว้ให้แข็งแล้วกลับจานเพาะเชื้อ นำไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 2-3 วัน
5. นับจำนวนยีสต์และราในจานเพาะเชื้อที่มีจำนวน 10 ถึง 25 โคโลนี หาค่าเฉลี่ย แล้วรายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อกรัม

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ

ค.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแกนสับปะรดแผ่นที่อุณหภูมิและเวลาในการอบต่างๆกัน (ตาราง 4.2)

1. ด้านสี

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
อุณหภูมิและเวลาในการอบ	4.422	2	2.211	2.499
ความคลาดเคลื่อน	76.967	87	0.885	
รวม	81.389	89		

2. ด้านเนื้อสัมผัส

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
อุณหภูมิและเวลาในการอบ	9.956	2	4.978	6.154*
ความคลาดเคลื่อน	70.367	87	0.809	
รวม	80.322	89		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. ด้านการยอมรับโดยรวม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
อุณหภูมิและเวลาในการอบ	6.467	2	3.233	6.124*
ความคลาดเคลื่อน	45.933	87	0.528	
รวม	52.4	89		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแครอทแผ่นที่
อุณหภูมิและเวลาในการอบต่างๆกัน (ตาราง 4.2)

1. ด้านสี

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
อุณหภูมิและเวลาในการอบ	8.622	2	4.311	7.108*
ความคลาดเคลื่อน	52.767	87	0.607	
รวม	61.389	89		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. ด้านเนื้อสัมผัส

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
อุณหภูมิและเวลาในการอบ	0.822	2	0.411	0.87
ความคลาดเคลื่อน	41.133	87	0.473	
รวม	41.956	89		

3. ด้านการยอมรับโดยรวม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
อุณหภูมิและเวลาในการอบ	6.467	2	3.233	3.825*
ความคลาดเคลื่อน	73.533	87	0.845	
รวม	80	89		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผักนึ่งแผ่นที่อุณหภูมิและเวลาในการอบต่างๆกัน (ตาราง 4.2)

1. ด้านสี

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
อุณหภูมิและเวลาในการอบ	8.822	2	4.411	7.046*
ความคลาดเคลื่อน	54.467	87	0.626	
รวม	63.289	89		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. ด้านเนื้อสัมผัส

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
อุณหภูมิและเวลาในการอบ	0.689	2	0.344	0.329
ความคลาดเคลื่อน	90.967	87	1.046	
รวม	91.656	89		

3. ด้านการยอมรับโดยรวม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
อุณหภูมิและเวลาในการอบ	0.822	2	0.411	0.376
ความคลาดเคลื่อน	95.233	87	1.095	
รวม	96.056	89		

ค.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแกนสับปะรดแผ่นที่ผสมผงปรุงรสหอยลายผัดน้ำพริกเผาปริมาณต่างๆ กัน (ตาราง 4.3)

1. ด้านสี

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ปริมาณผงปรุงรส	9.756	2	4.878	7.209*
ความคลาดเคลื่อน	58.867	87	0.677	
รวม	68.622	89		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. ด้านกลิ่น

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ปริมาณผงปรุงรส	4.467	2	2.233	3.741*
ความคลาดเคลื่อน	51.933	87	0.597	
รวม	56.4	89		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. ด้านรสชาติ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ปริมาณผงปรุงรส	8.289	2	4.144	6.657*
ความคลาดเคลื่อน	54.167	87	0.623	
รวม	62.456	89		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4. ด้านเนื้อสัมผัส

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ปริมาณผงปรุงรส	1.067	2	0.533	1.27
ความคลาดเคลื่อน	36.533	87	0.42	
รวม	37.6	89		

5. ด้านการยอมรับโดยรวม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ปริมาณผงปรุงรส	4.467	2	2.233	5.777*
ความคลาดเคลื่อน	33.633	87	0.387	
รวม	38.1	89		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแครอทแผ่นที่ผสมผงปรุงรสป่าปริก้าปริมาณต่างๆ กัน (ตาราง 4.3)

1. ด้านสี

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ปริมาณผงปรุงรส	1.267	2	0.633	1.007
ความคลาดเคลื่อน	54.733	87	0.629	
รวม	56	89		

2. ด้านกลิ่น

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ปริมาณผงปรุงรส	1.067	2	0.533	0.877
ความคลาดเคลื่อน	52.933	87	0.608	
รวม	54	89		

3. ด้านรสชาติ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ปริมาณผงปรุงรส	4.867	2	2.433	4.069*
ความคลาดเคลื่อน	52.033	87	0.598	
รวม	56.9	89		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4. ด้านเนื้อสัมผัส

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ปริมาณผงปรุงรส	0.289	2	0.144	0.184
ความคลาดเคลื่อน	68.333	87	0.785	
รวม	68.622	89		

5. ด้านการยอมรับโดยรวม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ปริมาณผงปรุงรส	0.867	2	0.433	0.565
ความคลาดเคลื่อน	66.733	87	0.767	
รวม	67.6	89		

ค.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผักบั้งแผ่นที่ผสมผงปรุงรสบาร์บีคิวปริมาณต่างๆ กัน (ตาราง 4.3)

1. ด้านสี

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ปริมาณผงปรุงรส	1.267	2	0.633	0.913
ความคลาดเคลื่อน	60.333	87	0.693	
รวม	61.6	89		

2. ด้านกลิ่น

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ปริมาณผงปรุงรส	2.289	2	1.144	2.914*
ความคลาดเคลื่อน	34.167	87	0.393	
รวม	36.456	89		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. ด้านรสชาติ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ปริมาณผงปรุงรส	0.822	2	0.411	0.588
ความคลาดเคลื่อน	60.833	87	0.699	
รวม	61.656	89		

4. ด้านเนื้อสัมผัส

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ปริมาณผงปรุงรส	0.689	2	0.344	0.6
ความคลาดเคลื่อน	49.933	87	0.574	
รวม	50.622	89		

5. ด้านการยอมรับโดยรวม

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ปริมาณผงปรุงรส	0.622	2	0.311	0.574
ความคลาดเคลื่อน	47.167	87	0.542	
รวม	47.789	89		

ค.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการประเมินคุณภาพอายุการเก็บรักษาแกนสับปะรด
แผ่นที่ระยะเวลาต่างๆ กัน (ตาราง 4.4)

1. ความชื้น (%)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	2.98E-02	8	3.72E-03	1.705
ความคลาดเคลื่อน	7.86E-02	36	2.18E-03	
รวม	0.108	44		

2. วอเตอร์แอคติวิตี (a_w)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	2.11E-03	8	2.64E-04	3.167*
ความคลาดเคลื่อน	3.00E-03	36	8.33E-05	
รวม	5.11E-03	44		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. ค่าความสว่าง (L)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	4.944	8	0.618	4.858*
ความคลาดเคลื่อน	4.58	36	0.127	
รวม	9.524	44		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4. ค่าความเป็นสีแดง (a)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	5.778	8	0.722	11.712*
ความคลาดเคลื่อน	2.22	36	6.17E-02	
รวม	7.998	44		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

5. ค่าความเป็นสีเหลือง (b)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	1.4	8	0.175	1.994
ความคลาดเคลื่อน	3.16	36	8.78E-02	
รวม	4.56	44		

6. จุลินทรีย์ทั้งหมด

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	18.322	8	2.29	512.332*
ความคลาดเคลื่อน	8.05E-02	18	4.47E-03	
รวม	18.403	26		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการประเมินคุณภาพอายุการเก็บรักษาแครอตแผ่นที่
ระยะเวลาต่างๆ กัน (ตาราง 4.5)

1. ความชื้น (%)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	9.98E-02	8	1.25E-02	1.697
ความคลาดเคลื่อน	0.265	36	7.35E-03	
รวม	0.364	44		

2. วอเตอร์แอกติวิตี (a_w)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	4.11E-03	8	5.14E-04	1.468
ความคลาดเคลื่อน	1.26E-02	36	3.50E-04	
รวม	1.67E-02	44		

3. ค่าความสว่าง (L)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	131.911	8	16.489	70.332*
ความคลาดเคลื่อน	8.44	36	0.234	
รวม	140.351	44		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4. ค่าความเป็นอิสระ (a)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	17.411	8	2.176	32.376*
ความคลาดเคลื่อน	2.42	36	6.72E-02	
รวม	19.831	44		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

5. ค่าความเป็นอิสระ (b)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	10.434	8	1.304	8.644*
ความคลาดเคลื่อน	5.432	36	0.151	
รวม	15.866	44		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

6. จุลินทรีย์ทั้งหมด

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	20.814	8	2.602	56.473*
ความคลาดเคลื่อน	0.829	18	4.61E-02	
รวม	21.643	26		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับการประเมินคุณภาพอายุการเก็บรักษาผักนึ่งแผ่นที่
ระยะเวลาต่างๆ กัน (ตาราง 4.6)

1. ความชื้น (%)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	2.84E-02	8	3.56E-03	1.939
ความคลาดเคลื่อน	6.60E-02	36	1.83E-03	
รวม	9.44E-02	44		

2. วอเตอร์แอคติวิตี (a_w)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	1.78E-03	8	2.22E-04	1.212
ความคลาดเคลื่อน	6.60E-03	36	1.83E-04	
รวม	8.38E-03	44		

3. ค่าความสว่าง (L)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	25.178	8	3.147	26.349*
ความคลาดเคลื่อน	4.3	36	0.119	
รวม	29.478	44		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4. ค่าความเป็นอิสระ (a)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	1.178	8	0.147	15.588*
ความคลาดเคลื่อน	0.34	36	9.44E-03	
รวม	1.518	44		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

5. ค่าความเป็นอิสระ (b)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	0.2	8	2.50E-02	1.667
ความคลาดเคลื่อน	0.54	36	1.50E-02	
รวม	0.74	44		

6. จุลินทรีย์ทั้งหมด

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระยะเวลาในการเก็บรักษา	17.002	8	2.125	259.536*
ความคลาดเคลื่อน	0.147	18	8.19E-03	
รวม	17.15	26		

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-สกุล นางสาวศรีวิกรณ์ ดิษฐอุดมโพธิ์
Miss Srivikorn Dit-u-dompo
2. ตำแหน่ง อาจารย์ (พนักงาน)
3. หน่วยงานที่สังกัด ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
โทรศัพท์ 0-2664-1000 ต่อ 8713
โทรสาร 0-2258-4000
E-mail srivikorn@swu.ac.th
4. ประวัติการศึกษา
 - 2540 วท.บ. (วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ) (เกียรตินิยมอันดับสอง)
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 - 2543 วศ.ม. (วิศวกรรมอาหาร) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
 - 2545 การฝึกอบรมผู้ช่วยที่ปรึกษาโครงการชุบชีวิตธุรกิจไทย (Invigorating Thai Business : ITB) จากสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ
 - 2547 Certificate of Training เรื่อง Better Process Control School (BSCS):
Thermal Processing: Principles and Practices as Applied to Low-Acid and Acidified Foods in Closed Containers จาก U.S. Food and Drug Administration และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
5. ประวัติการทำงาน
 - 2543 อาจารย์ประจำหลักสูตร วท.บ. (วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ)
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 - 2544-2545 อาจารย์พิเศษ หลักสูตร วท.บ. (วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ)
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 - 2544 ผู้ช่วยวิจัยโครงการศึกษาอิทธิพลของสารผสมอาหารต่อคุณสมบัติด้านวิทยากระแส
และคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัสของเจลจากแป้งผสม (ทุนสนับสนุนจากศูนย์พันธุ์
วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ)
 - 2546-ปัจจุบัน อาจารย์ประจำหลักสูตร วท.บ. (วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ)
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2546-ปัจจุบัน ที่ปรึกษาในโครงการ “กิจกรรมการบ่มเพาะธุรกิจ (Incubation) สาขาอุตสาหกรรมเกษตรและอาหารแปรรูป” และโครงการ “เสริมสร้างผู้ประกอบการใหม่”
ณ ศูนย์วิจัยและบริการ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

- รีโอโลยีทางอาหาร
- กระบวนการแช่แข็งอาหาร
- การปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยว
- กระบวนการแปรรูปอาหารโดยใช้ความร้อน

7. ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

- ชัญชิตา บุญสิทธิ์, สิริพร มังกรศิลาพันธ์ และศรีวิกรณ์ ดิษฐอุดมโพธิ์. 2548. การศึกษาชนิดและปริมาณของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่ลูกสำรอง. หนังสือรวบรวมผลงานพัฒนาเทคโนโลยีทุนปริญญาตรี IRPUS ประจำปี 2547. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม.

- อีรยุทธ ตติยประภา, สุวิชา ชลวณิชย์กุล และศรีวิกรณ์ ดิษฐอุดมโพธิ์. 2548. การศึกษาคุณภาพและอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์น้ำพริกกะปิอบแห้ง. หนังสือรวบรวมผลงานพัฒนาเทคโนโลยีทุนปริญญาตรี IRPUS ประจำปี 2547. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม.

8. โครงการวิจัย

- หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง “ปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ผักผลไม้แผ่น” ทุนสนับสนุนโครงการวิจัยร่วมภาครัฐและเอกชนในเชิงพาณิชย์ ประจำปี 2548 จากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

- หัวหน้าโครงการวิจัย เรื่อง “การพัฒนาสูตรและกรรมวิธีการผลิตน้ำยากะทิผง” ทุนสนับสนุนวิจัยโครงการ IRPUS ภายใต้การสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ประจำปี 2548

- นักวิจัยร่วมในโครงการวิจัย เรื่อง “การใช้ไฮโดรคอลลอยด์ทดแทนสารประกอบฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกอิมัลชัน” ทุนสนับสนุนจากบริษัท คาลดิก (ไทยแลนด์) จำกัด

- นักวิจัยร่วมในโครงการวิจัย เรื่อง “ผลของสารสกัดจากสมุนไพรไทยต่อการยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ไก่สดแช่แข็ง” ทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณเงินรายได้มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปี 2548