การพัฒนาผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบจากบัวพันธุ์บัวสาย โดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อน

Product Development of Crispy Lotus-Stem (*Nymphaea pubescens* willd) by Drying Oven

พรรษพล แจงเล็ก

Pansapon Janglek

พรจิตต์ อินทร์โต

Pornchit Into

ชุติมา เย็นแดง

Chutima Yundang

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ใบอนุมัติโครงงานพิเศษ

ชื่อโครงงานพิเศษ การพัฒนาผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบจากบัวพันธุ์บัวสาย โดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อน

ชื่อนามสกุล พรรษพล แจงเล็ก
พรจิตต์ อินทร์โต
ชุติมา เย็นแดง

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาและคณะ วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2557

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ชมภูนุช เผื่อนพิภพ

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษได้ให้ความเห็นชอบโครงงานพิเศษฉบับนี้แล้ว

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ชมภูนุช เผื่อนพิภพ)

..... กรรมการ
(ดร.วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ดวงกมล ตั้งสถิตพร)

โครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

.....หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร
(อาจารย์เกศรินทร์ เพ็ชรรัตน์)
วันที่ 19 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2558

ชื่อโครงงานพิเศษ การพัฒนาผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบจากบัวพันธุ์บัวสายโดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อน

ชื่อและนามสกุล พรรษพล แจงเล็ก
พรจิตต์ อินทร์โต
ชุติมา เย็นแดง

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา และคณะ วิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

การศึกษาสายบัวแผ่นอบกรอบจากบัวพันธุ์บัวสายโดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรและกระบวนการผลิตสายบัวแผ่นอบกรอบโดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อน โดยศึกษาปริมาณสายบัวพันธุ์บัวสายและปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมต่อการผลิตจำนวน 3 สูตร โดยมีอัตราส่วนเปอร์เซ็นต์ของปริมาณสายบัวพันธุ์บัวสาย:แป้งสาลีคือ 95:5, สายบัวพันธุ์บัวสาย:แป้งมันสำปะหลัง 95:5 และ สายบัวพันธุ์บัวสาย:คาราจีแนน 95:5 พบว่าสูตรที่ มีปริมาณสายบัวพันธุ์บัวสาย 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแป้งมันสำปะหลัง 5 เปอร์เซ็นต์ ผู้ทดสอบให้การยอมรับมากที่สุด และภายหลังการชิมผลการวิเคราะห์ทางกายภาพพบว่าค่า Water activity, a_w เท่ากับ 0.349 ค่าความกรอบ(Crispyness) เท่ากับ 17.53 และค่าสีเท่ากับค่าความสว่าง (L*) 34.39 ค่าสีแดง (a*) 4.12 และค่าสีเหลือง (b*) 8.31 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่า มีเส้นใย 31.89 เปอร์เซ็นต์, โปรตีน 3.87 เปอร์เซ็นต์, ไขมัน 23.98 เปอร์เซ็นต์, ความชื้น 2.65 เปอร์เซ็นต์, และเถ้า 4.35 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบสายบัวที่อุณหภูมิ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่า ที่ระดับการใช้อุณหภูมิและระยะเวลาในการอบสายบัว 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที มีความเหมาะสมในการอบสายบัวพันธุ์บัวสายและผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบจากบัวพันธุ์บัวสายโดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อน สามารถเก็บไว้ ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน

คำสำคัญ: สายบัวพันธุ์บัวสาย, ผลิตภัณฑ์ทอดกรอบ, การอบแห้งแบบอบลมร้อน

Special project	Product Development of Crispy Lotus-Stem (*Nymphaeapubescens*willd) by Drying Oven
Author	Pansapon Janglek
	Pornchit Into
	Chutima Yundang
Degree	Bachelor of Science
Major program	Food Science and Nutrition
	Faculty of Home Economics Technology
Academic Year	2014

ABSTRACT

The study of Crispy Lotus-Stem bakesby drying oven. The purposes of this study were to create crispy lotus-stem recipe and the production process of crispy lotus-stem by drying oven. This study was to quantify amount of lotus-stem and Stabilizing agent that appropriate to produces crispy lotus-stem. Was conducted in 3 recipes (depend on ratio (%) of quantity lotus-stem: Stabilizing agent) are following 1) 95:5, 2) 95:5 and 3) 95:5. Our study found that the ratio of lotus-stem:Tapiocastarch which appropriate to produces crispy lotus-stem were 95:5.Moreover, this ratio was accepted mostly and after tasted the water activity, a_w values = 0.349, the Crispyness values = 17.53 and the Spectrophotometer values = (L*) 34.39, (a*) 4.12, and (b*) 8.31 the chemical analysis found that fiber = 31.89% protein = 3.87% fat = 23.98% moisture = 2.65% and ash = 4.35%. The study of temperature and duration to bake crispy lotus-stem by drying oven at 60 70 and 80 degree Our results showed the appropriate temperature and duration to bake crispy lotus-stem by drying oven was 1 hour 30 minutes Crispy Lotus-stem products by Drying Oven can keep at room temperature degree Celsius for a period of 30 days.

Keywords: Lotus-stem (*Nymphaeapubescens*Willd.), Fried Products, Drying Oven

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบจากบัวพันธุ์บัวสายโดยกระบวนการอบแห้งแบบลมร้อน เป็นส่วนหนึ่งวิชาโครงงานพิเศษตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์ชมภูนุช เผื่อนพิภพ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ดร.วรลักษณ์ ปัญญาธิติพงศ์และอาจารย์ดวงกมล ตั้งสถิตพรกรรมการโครงงานพิเศษ ที่กรุณาเสียสละเวลาให้ความรู้ คำปรึกษาแนะนำตลอดจนข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการวางแผนโครงงานฉบับนี้ ขอกราบพระคุณพ่อและแม่ ที่ให้กำเนิดมา มีสติปัญญาที่สมบูรณ์ ต่อสู้ฟันฝ่าอุปสรรคนานา และยังสนับสนุนทุนการศึกษาอย่างเต็มที่ และขอขอบคุณโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 จนถึงบัดนี้ ขอบคุณนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครและผู้ทำการทดสอบทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการประเมินผล และช่วยเหลือในการทำแผนงานพิเศษนี้ ผู้วิจัยจึงตระหนักในพระคุณเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้หากผลดีของงานวิจัยนี้ได้เกิดขึ้นต่อคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร หรือต่อหน่วยงานอื่นใดที่เกี่ยวข้อง ข้าพเจ้าขอมอบความดีนี้ให้แก่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่กล่าวมา ส่วนความบกพร่องนั้นข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

พรรษพล แจงเล็ก
พรจิตต์ อินทร์โต
ชุติมา เย็นแดง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญแผนภูมิ	ช
สารบัญแผนภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 บัว	3
2.2 การอบแห้ง	4
2.3 สารให้ความคงตัว	8
2.4 การทอด	12
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	
3.1 วัตถุดิบ	15
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	15
3.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ	16
3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง	17
3.5 สถานที่ดำเนินงาน	22

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล	
4.1 ผลการเตรียมสายบัว	23
4.2 ผลการศึกษาชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของสารให้ความคงตัวในการผลิตสายบัวแผ่น	24
4.3 ผลการศึกษาสภาวะการอบที่เหมาะสมในการผลิตสายบัวแผ่นอบกรอบโดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อน โดยเครื่องอบลมร้อนแบบถาด	25
4.4 ผลการศึกษาสภาวะการอบไล่น้ำมันของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบโดยเครื่องตู้อบลมร้อนแบบถาด	26
4.5 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ	28
4.6 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี	29
4.7 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษา	29
4.8 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ	32
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	39
5.2 ข้อเสนอแนะ	40
เอกสารอ้างอิง	41
ภาคผนวก	44
ภาคผนวก ก วัตถุดิบ อุปกรณ์และกรรมวิธีการผลิต	45
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	52
ภาคผนวก ค แบบสอบถามพฤติกรรมของผู้บริโภค	54
ภาคผนวก ง วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ	59
ภาคผนวก จ วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี	65
ภาคผนวก ฉ ต้นทุนผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ	75
ภาพผนวก ช มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน	79
ประวัติผู้ศึกษา	84

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	แสดงการเปรียบเทียบสูตรทดลองในการใช้สารให้ความคงตัวต่อปริมาณสายบัว จำนวน 3 สูตร	18
4.1	คะแนนความชอบเฉลี่ยของสายบัวแผ่นอบกรอบที่ใช้สารให้ความคงตัว 3 ชนิด คือ แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลังและคาราจีแนน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale	24
4.2	ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบโดยกระบวนการอบแห้งด้วยลมร้อนแบบถาดที่ระดับอุณหภูมิ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส	25
4.3	คะแนนความชอบเฉลี่ยของสายบัวแผ่นอบกรอบที่ใช้อุณหภูมิ 60 70 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาทีให้การไล่น้ำมันภายในผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี 9-point hedonic scale	26
4.4	คะแนนความชอบเฉลี่ยของสายบัวแผ่นอบกรอบที่ใช้อุณหภูมิ 60องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 และ 10 นาที ด้วยวิธี 9-point hedonic scale	27
4.5	ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของสายบัวแผ่นอบกรอบ	28
4.6	ผลวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของสายบัวแผ่นอบกรอบ	29
4.7	ผลการวิเคราะห์หาค่าความชื้นและค่า a_w ในระยะเวลา 4 สัปดาห์ของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ	30
4.8	คะแนนความชอบเฉลี่ยของสายบัวแผ่นอบกรอบที่มีอายุการเก็บรักษาต่างกันในระยะเวลา 4 สัปดาห์ ด้วยวิธี 9-point hedonic scale	31

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ดอกบัว (*Nymphaea pubescens* Willd.)	3
2.2	สายบัวพันธุ์บัวสาย	4
2.3	เครื่องอบลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer)	6
2.4	การถ่ายเทความร้อนในตู้อบลมร้อนแบบอาศัยแรงโน้มถ่วง	7
2.5	แป้งสาลี	9
2.6	แป้งมันสำปะหลัง	10
2.7	ลักษณะเม็ดแป้งมันสำปะหลัง	10
2.8	ประเภทต่างๆ ของคาราจีแนน แบ่งตามจำนวนและตำแหน่งของหมู่ซัลเฟต	12
2.9	การถ่ายเทความร้อน การทอดแบบน้ำมันท่วม	13
3.1	การจัดเรียงสายบัวก่อนนำไปเข้าอบแห้งโดยตู้อบลมร้อนแบบถาด	19
3.2	การจัดเรียงสายบัวก่อนนำไปเข้าอบไล่น้ำมันโดยตู้อบลมร้อนแบบถาด	20
4.1	ลักษณะสายบัวหลังบีบน้ำ	23

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
4.1 แสดงถึงความรู้จักต่อผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน	32
4.2 แสดงถึงเพศของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน	33
4.3 แสดงถึงอายุของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน	33
4.4 แสดงถึงระดับการศึกษาของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน	34
4.5 แสดงถึงอาชีพของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน	34
4.6 แสดงถึงรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน	35
4.7 แสดงถึงการเคยรับประทานผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน	36
4.8 แสดงถึงความชอบการในรับประทานผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 63 คน	36
4.9 แสดงถึงการพบเห็น/ซื้อผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน	37
4.10 แสดงถึงการพบเห็น/ซื้อผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน	37
4.11 แสดงถึงการยอมรับผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน	38
4.12 แสดงถึงราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบบรรจุใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ซึ่งมีน้ำหนักสุทธิต่อซอง 20 กรัม ของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน	38

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่	หน้า
3.1 แสดงขั้นตอนการเตรียมสายบัว	17

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บัวเป็นพืชน้ำที่ถือได้ว่าเป็นของขวัญทางอาหารสมุนไพรที่สำคัญอย่างหนึ่งของมนุษย์มาช้านาน ซึ่งบัวมีการเจริญเติบโตได้ง่าย มีหลายสีหลายพันธุ์ คนในสมัยก่อนจึงไม่นิยมปลูกบัวเพราะว่าในแหล่งน้ำส่วนใหญ่ ก็จะมีการเจริญเติบโตของบัวเกิดขึ้นอยู่ตามธรรมชาติจำนวนมาก ต่อมาในปัจจุบันบัวได้กลายเป็นพืชที่ทำรายได้ให้กับเกษตรกรในหลายจังหวัด (บัว, 2555)

ส่วนประกอบของบัวมีประโยชน์ที่แตกต่างตามวัตถุประสงค์การนำมาประยุกต์ใช้ แต่ส่วนที่นิยมนำมาประกอบเป็นอาหารมากที่สุดคือสายบัว เป็นส่วนที่อยู่บริเวณจากโคนดอกถึงบริเวณโคนของกอบัวหรือ ที่เรียกว่าก้านบัว สายบัวที่นำมารับประทานจะมีดอกสีขาวอมชมพูเพราะเวลาทำให้สุกแล้วจะมีความนุ่มนวล ส่วนสายบัวของดอกสีอื่นเมื่อทำให้สุกแล้วก้านยังมีความแข็งกว่า อาหารที่นิยมใช้สายบัวเป็นส่วนประกอบเช่น แกงส้ม แกงคั่ว ผัดจืด ต้มกะทิ ต้มจิ้มกับน้ำพริกและขนมสายบัว(พิพิธภัณฑ์บัว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2551) เนื่องจากสายบัวมีทั้ง กากใยซึ่งช่วยในเรื่องของระบบการย่อยอาหาร แคลเซียมบำรุงเรื่องของกระดูกและฟันให้แข็งแรง ยังมีเบต้าแคโรทีนและวิตามินที่เป็นส่วนช่วยในการต้านทานโรคมะเร็งลำไส้(พิพิธภัณฑ์บัว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2551) แล้วสายบัวยังช่วยบรรเทาความร้อนในร่างกาย เช่น แก้อาการร้อนในได้ดี (อานนท์, 2553) นอกจากสายบัวจะมีประโยชน์ในด้านรักษาสุขภาพและในด้านนำมาปรุงอาหารแล้ว ยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สร้างรายได้ได้ดีอีกด้วย (อานนท์, 2553)

สายบัวมีประโยชน์มากมายเช่นนี้แต่สายบัวก็ยังเป็นปัญหาของคนที่ไม่นิยมรับประทานผัก เราจึงได้มีความคิดที่จะสร้างผลิตภัณฑ์ที่เอาใจคนที่รักสุขภาพแต่ไม่นิยมรับประทานผัก โดยมีการนำเอาสายบัวมาประยุกต์โดยการแปรรูปให้ง่ายต่อการเข้าถึงผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ แล้วแก้ปัญหาให้กับกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่รับประทานผัก

จึงได้นำเอาสายบัวจากบัวพันธุ์บัวสายชนิดสีขาวมาเป็นวัตถุดิบหลักในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ โดยมีการคิดค้นสูตรและกระบวนการผลิตสายบัวแผ่นอบกรอบโดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อน ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบและช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับสายบัว

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาสูตรและกระบวนการผลิตสายบัวแผ่นอบกรอบโดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อน

1.2.1.1 ศึกษาสัดส่วนสายบัวต่อสารให้ความคงตัว 3 ชนิด คือแป้งสาลี แป้งมันสำปะหลังและคาราจีแนน

1.2.1.2 ศึกษาสภาวะการอบโดยเครื่องอบลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer)

1.2.1.3 ศึกษาสภาวะการอบไล่น้ำมันโดยเครื่องอบลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer)

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ

1.2.3 เพื่อการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 สายบัวพันธุ์บัวสายชนิดสีขาว (*Nymphaea pubescens* Willd.)

1.3.2 กระบวนการอบแห้งศึกษาเฉพาะการอบลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบถึงสูตรและกระบวนการผลิตสายบัวแผ่นอบกรอบโดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อน

1.4.2 ทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพทางเคมีและทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ

1.4.3 ผู้บริโภคให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบทุกเพศทุกวัย

1.4.4 เพิ่มมูลค่าให้กับสายบัวและเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรที่ปลูกบัวสาย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บัวสาย

ภาพที่ 2.1 ดอกบัว*(Nymphaea pubescens* Willd.*)*
ที่มา: พิพิธภัณฑ์บัว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2551

2.1.1 นิยามบัวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *(Nymphaea pubescens* Willd.*)* ในวงศ์ *NYMPHAEACEAE* บัวเป็นพรรณไม้น้ำประเภทพืชล้มลุก มีลำต้นและหัวอยู่ในดิน ใต้น้ำการเจริญชูก้านใบและดอกขึ้นมาบนผิวน้ำ ใบมีลักษณะกลมกว้างใหญ่ ผิวใบเรียบ มีสีเขียวหรือน้ำตาลอ่อน ดอกเป็นกลีบซ้อนกันหลายชั้น ลักษณะดอกคล้ายรูปกรวย เวลาบานคล้ายกับร่ม ดอกมีสีขาว ชมพู เหลือง ผลคือส่วนที่อยู่ตรงกลางดอก ซึ่งมีเมล็ดประกอบอยู่ภายในจำนวนมาก ลักษณะ ขนาดสี ของใบและดอกขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ (นัฏชา, 2554)

2.1.2 สรรพคุณทางยาสายบัวจะช่วยลดอาการเกร็งของลำไส้และกระเพาะ ลดความเครียดทางสมองบรรเทาอาการท้องผูก ขับปัสสาวะ ดับพิษร้อนในกาย ส่วนไหลบัวเป็นยารสเย็นจืดแก้อ่อนเพลียและบำรุงหัวใจ มีเส้นใยอาหารมาก จึงช่วยแก้โรคท้องผูกได้ (พิพิธภัณฑ์บัว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2551)

2.1.3 สายบัวพันธุ์บัวสาย

ภาพที่ 2.2 สายบัวพันธุ์บัวสาย

ที่มา: พิพิธภัณฑ์บัว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2551

2.1.3.1 นิยามสายบัวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *(Nymphaea pubescens* Willd.*)* เป็นส่วนของก้านดอกบัวสาย เวลานำมากินต้องลอกเปลือกนอกออกก่อน จะมีความอ่อนนุ่มเพราะสายบัวจะมีเนื้อนุ่ม ฉ่ำน้ำ สายบัวมีน้ำเป็นส่วนประกอบถึงร้อยละ 97.6 (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556)

2.1.3.2 คุณค่าทางอาหารสายบัว ต่อ 100 กรัม จะได้รับ พลังงาน 6 แคลอรี่ คาร์โบไฮเดรต 1.1 กรัม โปรตีน 0.2 กรัม ไขมัน 0.1 กรัม เส้นใยอาหาร 0.4 กรัม น้ำ 97.6 กรัม วิตามินเอ 45 หน่วยสากล วิตามินบี1 0.02 มิลลิกรัม วิตามินบี2 0.02 มิลลิกรัม วิตามินบี3 0.4 มิลลิกรัม วิตามินซี 15 มิลลิกรัม ธาตุแคลเซียม 0 มิลลิกรัม ธาตุเหล็ก 0.2 มิลลิกรัม ธาตุฟอสฟอรัส 3 มิลลิกรัม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556)

2.1.3.3 ประโยชน์สายบัวช่วยบำรุงกระดูกและฟันของเราให้แข็งแรง และมีสารเบต้าแคโรทีนที่ต้านโรคมะเร็งในลำไส้ สรรพคุณยาไทย บัวสายมีรสจืด ช่วยบรรเทาความร้อนใน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556)

2.2 การอบแห้ง

2.2.1 นิยาม การอบแห้ง คือ การใช้ความร้อนระดับหนึ่งเพื่อไล่เอาน้ำออกจากอาหารให้เหลืออยู่ปริมาณน้อยที่สุด การอบแห้งทำได้หลายวิธี เช่น การตากแดด (Sun drying) การทำแห้งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar drying) ตู้อบแห้งแบบใช้ลมร้อน (Hot air drying) ตู้แห้งแบบสุญญากาศ (vacuum shelf drier) การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (Freeze drying หรือ Sublimation) ซึ่งจะลด Water activity ในอาหารให้น้อยลง ทำให้ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น เมื่ออาหารมีน้ำลดลงจะยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์และ Activity ของเอนไซม์ได้ นอกจากนี้การอบแห้งยังช่วยลดน้ำหนักทำให้ลดค่าใช้จ่ายระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง อาหารอบแห้งบางชนิดยังสามารถเก็บรักษาได้ที่อุณหภูมิห้องซึ่งวิธีการอบแห้งจึงเหมาะสมเป็นอย่างยิ่งสำหรับประเทศที่กำลังพัฒนา (ปาริชาติ, 2553)

2.2.2 การเปลี่ยนแปลงของอาหารเนื่องจากการอบแห้ง การอบแห้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอาหารมากหรือน้อยขึ้นกับธรรมชาติของอาหารและสภาวะที่ใช้ในการอบแห้งดังนี้

2.2.2.1 การหดตัวการเสียน้ำทำให้เซลล์อาหารหดตัวจากผิวน้อย ส่วนที่แข็งจะ คงสภาพได้ส่วนที่อ่อนแอกว่าจะเว้าลงไป อาหารที่มีน้ำมากจะหดตัวบิดเบี้ยวมาก การทำแห้งอย่างรวดเร็วจะหดตัวน้อยกว่าการทำแห้งอย่างช้า

2.2.2.2 การเปลี่ยนสีอาหารที่ผ่านการทำแห้งมักมีสีเข้มเนื่องจากความร้อนหรือปฏิกิริยาเคมีการเกิดสีน้ำตาลอุณหภูมิและช่วงเวลาที่อาหารมีความชื้อ 10-20 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อความเข้มของสี จึงควรหลีกเลี่ยงอุณหภูมิสูงในช่วงความชื้นนี้

2.2.2.3 การเกิดเปลือกแข็งเป็นลักษณะที่ผิวอาหารแข็งเป็นส่วนหุ้มส่วนในที่ยังไม่แห้งไว้ เกิดจากในช่วงแรกให้น้ำระเหยเร็วเกินไป น้ำจากด้านในเคลื่อนที่มาทีผิวไม่ทัน หรือ มีสารละลายของน้ำตาล โปรตีนเคลื่อนที่มาแข็งตัวที่ผิว สามารถหลีกเลี่ยงโดยไม่ใช้อุณหภูมิสูงและใช้อากาศที่มีความชื้นสูงเพื่อไม่ให้ผิวอาหารแห้งก่อนเวลาอันสมควร

2.2.2.4 การเสียความสามารถในการคืนสภาพอาหารแห้งบางชนิดต้องนำมา คืนสภาพแต่การคืนสภาพโดยการเติมน้ำจะไม่ได้เหมือนเดิมเพราะเซลล์อาหารเสียความยืดหยุ่นของ ผนังเซลล์ สตาร์ชและโปรตีน เสียความสามารถในการดูดน้ำอาหารที่ทำแห้งโดยการแช่เยือกแข็งจะมีความสารถมาในการคืนสภาพดีที่สุด เพราะไม่ได้ใช้ความร้อนที่จะทำลายผนังเซลล์หรือเปลี่ยนโครงสร้างของสตาร์ชและโปรตีน

2.2.2.5 การเสียคุณค่าอาหารและสารระเหยเกิดการเสื่อมสลายของวิตามินซีและแครอทีนจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นไรโบฟลาวินจากแสง ไทอะมีนจากความร้อน ยิ่งใช้เวลาทำแห้งนานการสูญเสียยิ่งมาก โปรตีนมีการสูญเสียบางส่วนด้วยความร้อนเช่นเดียวกัน การสูญเสียสารระเหยเนื่องจากความร้อนทำให้กลิ่นของอาหารแห้งลดน้อยลงหรือแตกต่างไปจากเดิม

2.2.3 น้ำในอาหารน้ำที่มีอยู่ในอาหารพบในหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับชนิดกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร โดยทั่วไปแบ่งชนิดของน้ำในอาหารเป็น 2 ชนิดคือ น้ำอิสระ (free water) เป็นน้ำที่มีสารอื่นๆ ละลายอยู่หรือแขวนลอยอยู่ น้ำชนิดนี้จะอยู่รอบๆเซลล์หรืออยู่ภายในเซลล์เป็นน้ำส่วนใหญ่ที่พบในอาหาร และสามารถแยกออกจากองค์ประกอบอื่นๆ ของอาหารได้ง่าย เช่น การระเหยจากการอบแห้ง การสกัดหรือคั้นออกจากอาหารได้ง่าย น้ำชนิดนี้มีผลต่อความสดของอาหารพวกผักและผลไม้ และมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหารและน้ำเกาะติดน้ำเกาะติด (bound water) เป็นน้ำที่จับ เกาะ หรือยึดอยู่กับโครงสร้างของสารอาหารอื่น แยกออกจากอาหารได้ยาก เกาะจับกับสารอื่นด้วยพันธะทางเคมีที่แข็งแรง เช่น เป็นน้ำในผลึก เป็นต้น น้ำชนิดนี้ไม่สามารถเป็นตัวทำละลายของสารอาหารอื่น และมีความหนาแน่นมากกว่า น้ำอิสระ

สามารถจัดกลุ่มอาหารตามค่า a_w เป็น 3 กลุ่ม คืออาหารที่มีความชื้นสูง อาหารที่มีความชื้นปานกลาง และอาหารที่มีความชื้นต่ำ (พิมพ์เพ็ญ, มปป.)

2.2.3.1 อาหารที่มีความชื้นสูง (high moisture foods : HMF) เป็นอาหารที่มีค่า a_w มากกว่าหรือเท่ากับ 0.95 หรือมีความชื้นมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์เช่น เนื้อสัตว์ อาหารทะเล ผักสด

2.2.3.2 อาหารที่มีความชื้นปานกลาง (intermediate moisture foods: IMF) เป็นอาหารที่มีค่า a_w ระหว่าง 0.65-085 หรือมีความชื้น 15 – 50 เปอร์เซ็นต์ เช่นได้แก่แยม ทุเรียนกวน กุ้งแห้ง น้ำผึ้ง ขนมเค้ก นมข้นหวาน เจลลี่

2.2.3.3 อาหารที่มีความชื้นต่ำ (Low moisture foods: LMF) เป็นอาหารที่มีค่า a_w น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.65 หรือมีความชื้นไม่มากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ เช่นอาหารแห้ง นมผง กาแฟ นมผง แป้งมัน

2.2.4 เครื่องอบลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer)

ภาพที่ 2.3 เครื่องอบลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer)

2.2.4.1 นิยามวิธีการทำแห้งด้วย ลมร้อน (Hot Air-Drying) เป็นวิธีที่ถูกปรับปรุงขึ้นเพื่อให้มีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้แสงอาทิตย์ โดยการใช้อุปกรณ์ช่วยทำให้ ผลิตภัณฑ์ที่ตากแห้งโดยวิธีนี้จะมีความสะอาดและลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ได้ดีกว่าการทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์แบบเก่า การทำแห้งด้วยลมร้อนที่นิยมใช้ คือ การใช้ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) และตู้อบแบบอุโมงค์ (Carbinet Dryer) โดยการตากผลิตภัณฑ์ในตู้ขนาดใหญ่ซึ่งมีลมร้อนเป่าผ่านจึงสามารถระเหยน้ำออกไปกับลมร้อนและปล่อยออกทางช่องระบายลมภายในตู้อบโดยใช้อุณหภูมิในการอบประมาณ 50-90 องศาเซลเซียส (ชูชาติ, 2555)

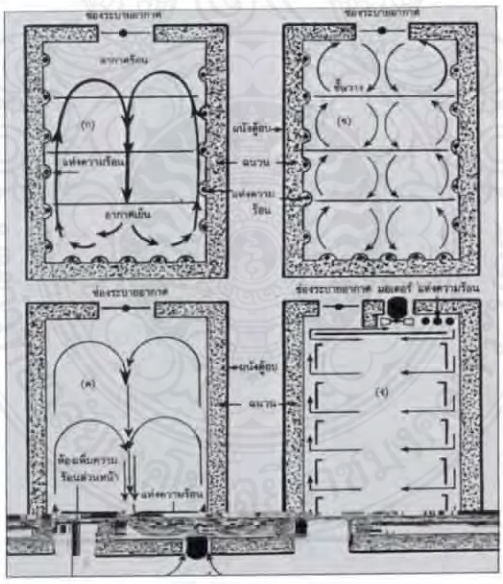
2.2.4.2 ลักษณะการทำงานความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนถูกถ่ายเทให้วัตถุโดยกระบวนการนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (convection) และการแผ่รังสี (radiation) ความร้อนที่ถูกควบคุมอย่างเหมาะสมด้วยตัวไวความร้อนและระบบควบคุมอุณหภูมิทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวจากของเหลวเป็นไอหรือจากของแข็งเป็นไอ ตู้อบลมร้อนมีองค์ประกอบหลักที่คล้ายกันแต่จะแตกต่างกันในส่วนของการออกแบบและวัสดุใช้ทำดังนี้

2.2.4.2.1 ผนังตู้อบ โดยทั่วไปจะออกแบบให้มีการกระจายความร้อนภายในได้ดี และป้องกันการสูญเสียความร้อนจากภายในสู่ภายนอก วัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นโลหะที่ไม่เป็นสนิม ไม่เปลี่ยนรูปร่างและทำความสะอาดง่าย

2.2.4.2.2 ตัวกำเนิดความร้อน การสร้างความร้อนไม่เกิน 1,000 เซนติเมตร นิยมใช้แท่งความร้อนหรือลวดความต้านทาน (Resistance Wire) ที่ทำจากโลหะผสมระหว่างนิเกิลกับโคเมียม (นิโครม) เนื่องจากมีความทนทานต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีกันสารหลายๆชนิด เช่น คลอรีน

2.2.4.2.3 ช่องระบายอากาศ (Air Damper) ส่วนใหญ่ติดตั้งที่ด้านบนของตู้อบ มีส่วนน้อยติดตั้งไว้ที่ด้านหลังตู้อบ มีหน้าที่ระบายควัน ไอน้ำ หรือไอสารเคมีออกจากตู้อบ ทั้งนี้เพื่อลดการสูญเสียความร้อน อันเนื่องมาจากการมีความชื้นในตู้อบมาก ช่องระบายอากาศส่วนใหญ่ปรับขนาดของรูระบายได้เพื่อให้ไอน้ำระบายออกได้อย่างเหมาะสม โดยที่สูญเสียความร้อนออกทางช่องระบายอากาศน้อยที่สุด

2.2.4.3 ระบบถ่ายเทความร้อนที่นิยมใช้มีอยู่ 2 แบบคือ การพาความร้อนโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง (Gravity Convection) ทำงานโดยอาศัยความแตกต่างของน้ำหนักของอากาศที่ร้อนและเย็น ทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนอย่างช้าๆและ การพาความร้อนโดยใช้พัดลม (Mechanical Convection) นิยมใช้มอเตอร์หมุนพัดลมชนิดเหนี่ยวนำ (Induction Motor) ซึ่งไม่ต้องการ การดูแลมากเพราะไม่ได้ใช้แปรงถ่าน มอเตอร์ดังกล่าวจะทำหน้าที่หมุนพัดลม ซึ่งอาจถูกติดไว้ที่ส่วนล่างของตู้อบเพื่อเสริมการพาความร้อนในแนวดิ่ง



ภาพที่ 2.4 การถ่ายเทความร้อนในตู้อบลมร้อนแบบอาศัยแรงโน้มถ่วง
ที่มา: ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์, 2555

2.2.4.3.1 ตัวไวความร้อน (Temperature Sensor) มีหน้าที่ป้อนสัญญาณให้วงจรหรือระบบควบคุมอุณหภูมิหรือป้อนสัญญาณให้ระบบอ่านค่าอุณหภูมิ ตัวไวความร้อนที่นิยมใช้มีหลายชนิด

2.2.4.3.2 ตัวควบคุมอุณหภูมิ (Temperature Controller) แบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบกลทำงานโดยการตัด (OFF) หรือต่อ (ON) กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับตัวกำเนิดความร้อน และแบบอิเล็กทรอนิกส์

2.2.4.3.3 ประตูตู้อบ ปกติจะมีประตู 1 บานแต่ถ้าต้องการรักษาอุณหภูมิภายในให้คงที่มากๆ ชั้นวาง อาจทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม เหล็กชุบนิเกิล แต่ควรเป็นชนิดที่ปรับระดับได้เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

2.2.4.3.4 นาฬิกาตั้งเวลา มีทั้งชนิดที่เดินด้วยลานหรือใช้กระแสไฟฟ้า มีช่วงการตั้งเวลาสูงสุดได้แตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน

2.2.4.3.5 สวิทช์ตัดการทำงานเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน มีความจำเป็นมากเนื่องจากเป็นระบบปลอดภัยเพื่อป้องกันการเกิดอัคคีภัย หรือไฟไหม้วัตถุภายในตู้อบ

2.2.4.3.6 ช่องดูดอากาศออก พบในตู้อบลมร้อนชนิดใช้สุญญากาศ ช่วยทำให้การระเหยของของเหลวเร็วขึ้น พบในตู้อบชนิดพิเศษบางแบบ อาจเติมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์หรือแก๊สไนโตรเจนเข้าในตู้อบตามวัตถุประสงค์ของงานนั้นๆ

2.2.4.3.7 อุปกรณ์หมุนเวียนอากาศภายใน เป็นพัดลมหมุนเวียนอากาศภายในตู้อบโดยไม่ได้ดูดเอาอากาศภายนอกเข้ามาร่วมหมุนเวียนด้วย พบเฉพาะในตู้อบที่มีขนาดใหญ่มาก (ชูชาติ, 2555)

2.2.4.4 ปัญหาที่พบในการอบแห้งแบบอบลมร้อนอุณหภูมิไม่คงที่เพราะตัวไวความร้อนสกปรกหรือเสื่อมสภาพ พัดลมกระจายความร้อนเสียหรือมีการทำงานที่ผิดปกติ ความร้อนเกิดช้าเพราะความร้อนรั่วออกนอกตู้อบมาก มีน้ำในวัตถุที่นำไปอบมาก การถ่ายเทความร้อนไม่มีวงจรควบคุมความร้อนเสีย

2.3 สารให้ความคงตัว

2.3.1 สารให้ความคงตัว

2.3.1.1นิยาม คือสารที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) เพื่อวัตถุประสงค์ทำให้อาหารมีความคงตัว เช่น ป้องกันการแยกชั้นของเหลว ป้องกันการสูญเสียกลิ่นรส คุณค่าทางโภชนาการส่วนใหญ่เป็นไฮโดรคอลลอยด์ ใช้เป็นส่วนผสมของไอศกรีม น้ำสลัด อาหารแช่แข็ง (พิมพ์เพ็ญ และคณะ, ม.ป.ป.)

2.3.1.2 ประโยชน์ป้องกันการแยกชั้นของเหลว ป้องกันการสูญเสียกลิ่นรส คุณค่าทางโภชนาการ

2.3.2 แป้งสาลี

ภาพที่ 2.5 แป้งสาลี
ที่มา: kanomqa, 2014

2.3.2.1 นิยาม แป้งสาลี (wheat flour) เป็นแป้งที่ได้จากเมล็ดของข้าวสาลีโดยใช้ส่วนที่เป็นเอนโดเสเปิร์ม นำมาโม่ (milling) ให้เป็นผงละเอียดโปรตีนในแป้งสาลี ทำให้แป้งสาลีมีสมบัติเฉพาะที่ต่างจากแป้งอื่น ประกอบด้วย โปรตีนกลูเตนิน (glutenin) และไกลอะดิน (gliadin) ในสัดส่วนเท่าๆ กัน จะสร้างพันธะไดซัลไฟด์ ทำให้ได้กลูเตน (gluten) ซึ่งมีลักษณะเหนียวและยืดหยุ่น สามารถเก็บกักก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ผลิตขึ้นโดยสารที่ทำให้ขึ้นฟู เช่น ยีสต์ (yeast) หรือผงฟู (baking powder) เอาไว้ได้ ทำให้รักษารูป(พิมพ์เพ็ญ และคณะ, ม.ป.ป.)

2.3.2.2 องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลี

แป้งสตาร์ช (Starch) 70 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน11 เปอร์เซ็นต์ น้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ แร่ธาตุ (เถ้า) 0.4 เปอร์เซ็นต์ไขมัน 1 เปอร์เซ็นต์อื่นๆ 2 เปอร์เซ็นต์ (จิตธนา และอรอนงค์, 2539)

2.3.2.3 ประโยชน์ แป้งสาลีใช้เป็นสารให้ความคงตัวช่วยเป็นตัวกลางในการทำให้ผลิตภัณฑ์ของอาหารบางชนิดสามารถจับตัวกันได้ เช่น ข้าวเกรียบ ผักแผ่นอบกรอบ และในทางอุตสาหกรรมแป้งสาลียังใช้ประโยชน์อีกมาก เช่น ทำขนมปัง ขนมเค้ก ขนมหวานที่ทำด้วยแป้งขึ้นฟู เป็นต้น

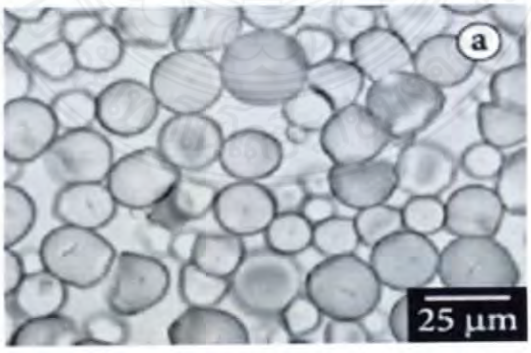
2.3.3 แป้งมันสำปะหลัง

ภาพที่ 2.6 แป้งมันสำปะหลัง

ที่มา: MySpiceSage, 2558

2.3.3.1 นิยาม เป็นแป้งที่ได้จากมันสำปะหลัง ลักษณะของแป้งมีสีขาว เนื้อเนียน ลื่น เป็นมันเมื่อทำให้สุกด้วยการกวนกับน้ำไฟอ่อนปานกลาง แป้งจะละลายง่าย สุกง่าย แป้งเหนียวติดภาชนะ หนืดข้นขึ้นเรื่อยๆ ไม่มีการรวมตัวเป็นก้อน เหนียวเป็นใย ติดกันหมด เนื้อแป้งใสเป็นเงา พอเย็นแล้วจะติดกันเป็นก้อนเหนียว ติดภาชนะ (จรรยา, 2542)

2.3.3.2 ลักษณะของเม็ด แป้งมันสำปะหลังเมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะมีรูปร่างเป็นเม็ดกลมหรือรูปไข่ และอาจมีรอยบุ๋มที่ปลายด้านหนึ่งของเม็ด (ภาพประกอบ ภาพที่ 2.6) เม็ดแป้งโดยส่วนใหญ่จะมีขนาดปานกลางคืออยู่ในช่วง 3-40 ไมครอน และมีขนาดโดยเฉลี่ยประมาณ 12-15 ไมครอน (กล้าณรงค์, 2550)



ภาพที่ 2.7 ลักษณะเม็ดแป้งมันสำปะหลัง

ที่มา: SCIELO, 2551

2.3.3.3 ส่วนประกอบทางเคมี แป้ง (Starch) เป็นโพลีแซคคาไรด์(Polysaccharide) ที่สำคัญที่สุดในธรรมชาติ เกิดจากโมโนแซคคาไรด์ (Monosaccharide) หลายๆ หน่วย มาต่อกัน สูตรทั่วไปคือ $(CH_2O)_n$ โดยปรกติแป้งจะมีอยู่ในเมล็ด, ราก และลำต้นของพืช ลักษณะของแป้งเป็นเม็ดเล็ก มีรูปร่างแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช แป้งมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

2.3.3.3.1 อัลฟา-อะไมเลส(Alpha-Amylose) ประกอบไปด้วยหน่วยของกลูโคส D (+) ประมาณ 500-2,000 มาเชื่อมต่อกันเป็นสายยาวด้วยพันธะ Alpha, 1-4 glycosidic linkage น้ำหนักโมเลกุลแตกต่างกันไปตั้งแต่ 2,000-500,000 โดยทั่วไปอะไมเลสจะไม่ละลายน้ำ แต่สามารถกระจายตัวอยู่ในน้ำเป็นไมเซลล์ และเมื่อรวมกับไอโอดีนจะให้สีน้ำเงิน มีอยู่ประมาณ 20-25 เปอร์เซ็นต์ ของแป้งทั้งหมด

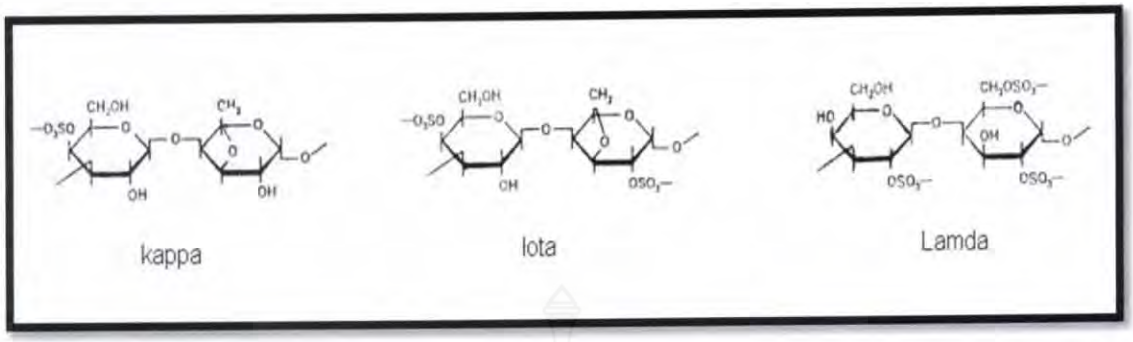
2.3.3.3.2 อะไมโลเพคติน (Amylopectin) เป็นแป้งที่มีโครงสร้างแตกแขนง โดยแต่ละแขนงจะประกอบไปด้วยหน่วยกลูโคสประมาณ 12 หน่วย แกนของอะไมโลเพคตินจะยึดกันด้วยพันธะ Alpha, 1-4 - glycosidic linkage แต่ละจุดที่มีการแตกแขนงจะยึดกันด้วยพันธะ Alpha,1-6 glycosidic linkage โดยทั่วไปปรกติอะไมโลเพคตินจะเป็นส่วนที่ไม่ละลายน้ำเมื่อรวมตัวกับไอโอดีนจะให้สีม่วงแดง มีอยู่ประมาณ 75-80 เปอร์เซ็นต์ ของแป้งทั้งหมด (โสภิตา, 2556)

2.3.3.4 ประโยชน์ แป้งมันสำปะหลังใช้เป็นสารให้ความคงตัวช่วยเป็นตัวกลางในการทำให้ผลิตภัณฑ์ของอาหารบางชนิดสามารถจับตัวกันได้ เช่น ข้าวเกรียบ ผักแผ่นอบกรอบ เป็นต้น

2.3.4 คาราจีแนน

2.3.4.1 นิยาม คือสารสกัดจากสาหร่ายทะเลนิยมใช้เพื่อให้เกิดเจล ในผลิตภัณฑ์อาหาร ทำให้อาหารมีความข้นหนืดโดยคาราจีแนนมีคุณสมบัติที่คล้ายเจลาตินแต่ไม่เหนียวและยืดหยุ่นตลอดจนคาราจีแนนจัดเป็นใยอาหารชนิดหนึ่ง (สถาบันฮาลาลสำนักวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ม.ป.ป.)

2.3.4.2 ส่วนประกอบทางเคมี โครงสร้างโมเลกุลของคาร์ราจีแนนเป็นพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) ประเภทเฮเทอโรพอลิแซ็กคาไรด์heteropolysaccharide ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง เป็นพอลิเมอร์ของกาแล็กโทส (galactose) และ 3,6-anhydrogalactose (3,6-AG) มีทั้งชนิดที่มีหมู่ซัลเฟต และไม่มีหมู่ซัลเฟตซึ่งทำให้คาร์ราจีแนน มีสมบัติด้านต่างๆ เช่น การละลาย (soluability) การเกิดเจล (gelation) แตกต่างกันไปแบ่งเป็น 3 ชนิดคือ แคปป้า (kappa, **K**) ไอโอต้า (iota, **I**) และแลมด้า (lambda, **λ**) (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, ม.ป.ป.)



ภาพที่ 2.8 ประเภทต่างๆ ของคาราจีแนน แบ่งตามจำนวนและตำแหน่งของหมู่ซัลเฟต
ที่มา: พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, ม.ป.ป.

2.3.4.3 ประโยชน์ ใช้สำหรับเพิ่มความหนืดในเครื่องดื่มเช่นนมเต้าหู้นมนมถั่วเหลือง นมช็อคโกแลตเยลลี่ไอศกรีม (ลดการละลาย) ไส้กรอกเนื้ออาหารสัตว์และเป็นสารเพิ่มเนื้อและยังเป็นอิมัลซิไฟเออร์ emulsifier ช่วยให้น้ำมันและไขมันกับน้ำผสมเป็นเนื้อเดียวได้ดี (สถาบันฮาลาลสำนักวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ม.ป.ป.)

2.4 การทอด

2.4.1 นิยามการทอด หมายถึงการทำอาหารให้สุกโดยการแปรรูปอาหารด้วยความร้อน โดยการส่งผ่านความร้อนจากตัวกลางคือน้ำมัน ไปยังอาหารอย่างรวดเร็ว เป็นการถนอมอาหารโดยใช้ความร้อนทำลายเชื้อจุลินทรีย์และเอนไซม์ในอาหาร และทำให้ค่าปริมาณน้ำอิสระที่ผิวหน้าหรือทั้งชิ้นของอาหารลดลง อายุการเก็บรักษาของอาหารทอดโดยส่วนใหญ่ขึ้นกับปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำมันในขณะที่เก็บรักษา ในระหว่างการทอดจะมีการระเหยของน้ำออกจากชิ้นอาหารและมีการฟอร์มตัวของเม็ดแป้งเกิด gelatinization ภายในอาหาร ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเนื้อสัมผัส และรสชาติเฉพาะ ทั้งนี้เวลาในการทอดจนได้ผลิตภัณฑ์จะใช้เวลาสั้นมาก ซึ่งพบว่าอาหารจะสุกในช่วงของการเพิ่มอุณหภูมิ โดยที่อุณหภูมิของอาหารยังมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำมันอยู่มาก การทอดเป็นกรรมวิธีการแปรรูปอาหารที่แตกต่างจากวิธีอื่นโดยทั่วไป ดังนี้

2.4.1.1 การทอดใช้เวลาสั้นมาก ส่วนใหญ่จะเสร็จภายใน 5-10 นาที เนื่องจาก

2.4.1.1.1 การทอดมีความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของแหล่งให้ความร้อน (น้ำมัน) และอุณหภูมิของอาหารมาก การทอดที่บรรยากาศจะมีความแตกต่างของอุณหภูมิมากกว่าการทอดที่สภาวะสุญญากาศ (Joslyn และHeid, 1964 อ้างโดย จริญญา, 2541)

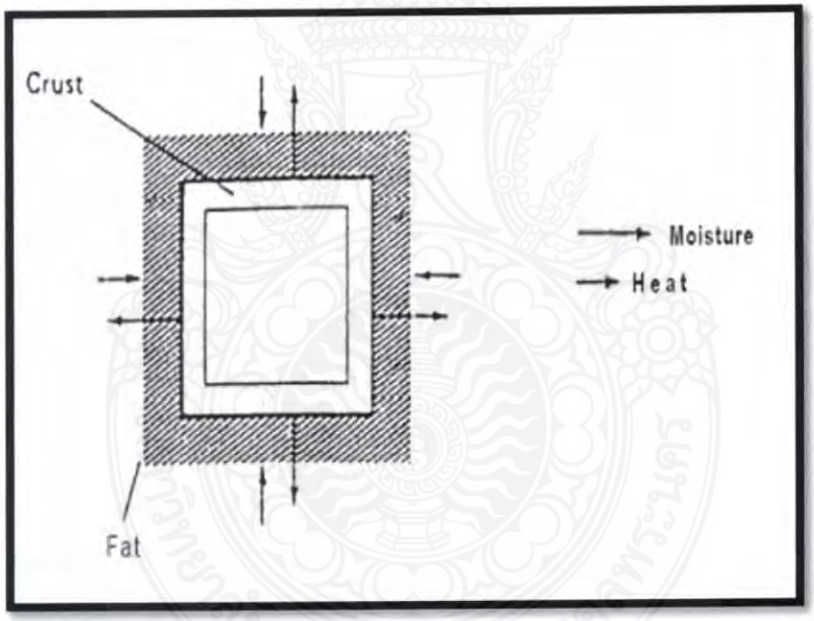
2.4.1.1.2 ขนาดของชิ้นอาหารที่ใช้ในการทอดส่วนใหญ่มีขนาดเล็กและมีน้ำหนักน้อย

2.4.1.2 ผลิตภัณฑ์อาหารทอดโดยทั่วไป จะมีน้ำมันอยู่ในผลิตภัณฑ์ประมาณ 10-40 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เช่น potato chips

2.4.1.3 ผลิตภัณฑ์อาหารทอดจะมีคุณลักษณะความกรอบมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปโดยส่วนใหญ่

2.4.2 วิธีการทอด โดยทั่วไปวิธีการทอดในอุตสาหกรรมอาหารมีด้วยกัน2 วิธี ซึ่งจำแนกโดยวิธีการถ่ายเทความร้อน ได้แก่การทอดแบบน้ำมันตื้น (shallow frying) และการทอดแบบน้ำมันท่วม (deep-fat frying) (วิไล รังสาดทอง, 2543, นิธิยา และไพโรจน์, 2547) โดยในกระบวนการผลิตสายบัวแผ่นอบกรอบเลือกการทอดแบบน้ำมันท่วม (deep-fat frying)

2.4.2.1 การทอดแบบน้ำมันท่วม(deep-fat frying) การทอดแบบน้ำมันท่วมเป็นการทอดอาหารในน้ำมันที่มีปริมาณมากเพียงพอที่จะท่วมอาหารทั้งชิ้น การถ่ายเทความร้อนโดยวิธีนี้เป็นทั้งการพาความร้อนในน้ำมันร้อนและการนำความร้อนจากภายในอาหาร ผิวของอาหารทั้งหมดจะได้รับความร้อนใกล้เคียงกัน ทำให้เกิดสีและลักษณะภายนอกที่สม่ำเสมอ (ภาพประกอบ ภาพที่ 2.9) การทอดแบบน้ำมันท่วมเหมาะสำหรับอาหารทุกรูปร่าง แต่อาหารที่มีรูปร่างไม่แน่นอนจะอมน้ำมันมากกว่า อาหารที่มีรูปร่างแน่นอนสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนก่อนเกิดการระเหยเท่ากับ 250-300 W/m2K และเพิ่มขึ้นเป็น 800-1000 W/m2K เนื่องจากเกิดเทอบุเลนซ์ของไอน้ำที่หนีออกจากอาหาร อย่างไรก็ตามถ้าอัตราการระเหยสูงเกินไปจะเกิดฟิล์มบางๆ ของไอน้ำอยู่บนผิวอาหาร ทำให้สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนลดลง (นิธิยา และไพโรจน์, 2547)



ภาพที่ 2.9 การถ่ายเทความร้อน การทอดแบบน้ำมันท่วม
ที่มา: นิธิยา และไพโรจน์, 2547

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วัฒนา ดำรงรัตน์กุล (2548) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นด้วยเครื่องอบลมร้อน พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างผักคะน้าและผักตำลึง คือ 75:25 และไม่ต้องเติมสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสเป็นผลิตภัณฑ์ผักแผ่นที่เหมาะสม ในส่วนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นด้วยเครื่องให้ความร้อนแบบกดทับ พบว่าผักแผ่นที่เติมแป้งสาลี 5 เปอร์เซ็นต์เป็นสิ่งทดลองที่เหมาะสมที่สุด จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ชอบผลิตภัณฑ์ผักแผ่น ต้องการให้ผักแผ่นมีรูปแบบเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าคล้ายสาหร่ายแผ่นปรุงรส และยินดีจะซื้อผลิตภัณฑ์ผักแผ่นที่ราคา 3 บาท/ 5 แผ่น อีกทั้งร้านสะดวกซื้อเป็นสถานที่ที่ผู้บริโภคสะดวกในการซื้อผักแผ่นที่สุด และสื่อโทรทัศน์เป็นสื่อที่สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์ผักแผ่นเป็นที่รู้จักได้ครอบคลุมทั้ง 3 กลุ่มอายุ (วัฒนา, 2548)

ปลาแผ่นปรุงรส จัดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทขนมขบเคี้ยว โดยนำเนื้อปลามาแปรรูปให้มีลักษณะเป็นแผ่น แล้วนำมาปรุงรส ปลาแผ่นปรุงรสทั่วไปมีส่วนประกอบหลักเป็นพวกปลา เนื้อปลา แป้ง เกลือ เป็นหลัก ปลาสวายเป็นปลาพื้นเมืองของคนไทย ที่น่าสนใจในการพัฒนาและมีจำนวนมาก เป็นปลาน้ำจืดที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ดังนั้นผู้ทดลอง จึงมีความคิดที่จะพัฒนาขนมขบเคี้ยวประเภทปลาแผ่นปรุงรส โดยใช้เนื้อปลาสวายมาเป็นส่วนผสมหลัก จากวิทยานิพนธ์ ปลาแผ่นปรุงรส โดย ประภาภร ต่ายแจ้ง มหาวิยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2544 ได้มีการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนประกอบของปลาแผ่นปรุงรสในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของส่วนผสมทั้งหมดในสูตรมาตรฐานปลาแผ่นกรอบ (ประภาภร, 2544)

การบริโภคอาหารขบเคี้ยวให้ได้ประโยชน์มากที่สุด จึงมีการคิดค้นที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว โดยการเสริมโปรตีนจากปลา วิตามิน เกลือแร่ และกากใย จากผักตำลึงให้ได้รับสารอาหารที่ครบถ้วนมากขึ้น ปลากรอบเสริมตำลึง การทำการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณตำลึงที่เหมาะสมในปลากรอบอัตราส่วน 100:10 , 100:20 , 100:30 และ 100:40 จากวิทยานิพนธ์ ปลากรอบเสริมตำลึง โดย มนัชยา อัมพุนันทน์ มหาวิยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร พ.ศ. 2542 ได้มีการใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นส่วนประกอบของปลากรอบเสริมตำลึงในปริมาณ 11.5 เปอร์เซ็นต์ ของส่วนผสมทั้งหมด (มนัชยา, 2542)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 สายบัวพันธุ์บัวสายชนิดสีขาว (*Nymphaea pubescens Willd*)จากตลาดท่าน้ำนนท์ ถนนประชาราษฎร์ ตำบลสวนใหญ่ อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี

3.1.2 แป้งสาลี ตราว่าว

3.1.3 แป้งมันสำปะหลัง ตรา ปลามังกร

3.1.4 คาราจีแนน ตรา CARRAGEENAN KL-805 FOOD

3.1.5 น้ำมันรำข้าว ตราคิง

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 เครื่องตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer) ยี่ห้อ BINDER รุ่น WBT 09-04077

3.2.2 เครื่องหั่นสไลด์เนื้อแช่แข็ง

3.2.3 เครื่องหม้อทอดไฟฟ้า ยี่ห้อ Princess รุ่น 182015

3.2.4 ตู้เย็น ยี่ห้อ EVERMED รุ่น BLCF 440 W

3.2.5 พิมพ์สแตนเลสรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง × ความยาว คือ 7 × 6 เซนติเมตร

3.2.6 เทอร์โมมิเตอร์วัดเนื้อสัตว์

3.2.7 เครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่งยี่ห้อ OHAUS รุ่น V11P3

3.2.8 นาฬิกาจับเวลา

3.2.9 ถาดสแตนเลสขนาดความกว้าง × ความยาว คือ 40× 50 เซนติเมตร

3.2.10 ตะแกรงสแตนเลสขนาดความกว้าง × ความยาว คือ 25×40 เซนติเมตร

3.2.11 ลังถึงสแตนเลสขนาด 28 เซนติเมตร

3.2.12 เตาแก๊ส

3.2.13 มีด

3.2.14 เขียง

3.2.15 ผ้าขาวบางขนาดความกว้าง × ความยาว คือ 45×60 เซนติเมตร

3.2.16 อ่างผสม

3.2.17 ตะกร้า

3.2.18 ที่คีบน้ำแข็งสแตนเลส

3.2.19 ถ้วย

3.2.20 กล่องพลาสติกที่ใส่ผลิตภัณฑ์ในการนำไปแช่ขนาดขนาดความกว้าง x ความยาวx ความสูง คือ 14 x24 x 7 เซนติเมตร

3.2.21 ถุงมือยาง ยี่ห้อ 3M

3.2.22 ถุงพลาสติกขนาดความกว้าง x ความยาว คือ 6x9 เซนติเมตร

3.2.23 กระดาษซับน้ำมัน

3.2.24 ถุงอลูมิเนียมฟอยด์สีทึบขนาดความกว้าง x ความยาว คือ15x 23 เซนติเมตร

3.3 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ

3.3.1 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.3.1.1 เครื่องวัดค่าเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ยี่ห้อ TAXA2i รุ่น Stable Micro Syste

3.3.1.2 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) ยี่ห้อ AQUA LAB รุ่น CX3TE

3.3.1.3 เครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer) ยี่ห้อ KONICA MINOLTA รุ่นCM-3500d โปรแกรมเวอร์ชั่น CM-S100 W1.70.0001

3.3.2 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.3.2.1 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ยี่ห้อ BINDER รุ่น FED

3.3.2.2 เครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่งยี่ห้อ OHAUS รุ่น V11P3

3.3.2.3 เตาเผา ยี่ห้อ CARBOLITE รุ่น cwf11/13

3.3.2.4 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

3.3.2.4.1 ชุดย่อย BUCHI Digestion Unit K-435

3.3.2.4.2 ชุดดูดจับไอกรด BUCHI Scrubber B-414

3.3.2.4.3 ชุดกลั่น BUCHI Distillation B-324

3.3.2.4.4 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมันFossSoxtec205

3.3.2.5 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย Foss Fibertec 1020 และFoss Cold Extraction Unit 1021

3.3.2.6 ตู้ดูดควัน Fume cupboard MODEL 252 S/N25366 TRAND international.co,Ltd

3.3.2.7 Desiccators

3.3.2.8 อื่นๆ ได้แก่ แคนพร้อมฝาปิดสำหรับหาปริมาณความชื้น ถ้วยกระเบื้อง ช้อนตักสารเคมีและครูซิเบิลแก้ว สำหรับวิเคราะห์เยื่อใย

3.3.3 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.3.3.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (Plate Count Agar)

3.3.3.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextrose Agar)

3.3.3.3 หม้อนึ่งฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน ยี่ห้อ sanyoรุ่น lado Autoclave

3.3.3.4 ตู้บ่มเชื้อ (incubator) ยี่ห้อ BINDER รุ่น BD 115

3.3.3.5 ตู้ปลอดเชื้อ ยี่ห้อ Heal Force รุ่น A2

3.3.3.6 เครื่องตีตัวอย่าง (Stomacher) ยี่ห้อ Seward รุ่น 400 Circulater

3.3.3.7 เครื่องเขย่าหลอดทดลอง ยี่ห้อ HERMONY รุ่น VTX-3000L

3.3.4 อุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพทางอายุการเก็บรักษา

3.3.4.1 เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) ยี่ห้อ AQUA LAB รุ่น CX3TE

3.3.4.2 ถุงอลูมิเนียมฟอยด์สีทึบขนาดความกว้าง x ความยาว คือ 15x 23 เซนติเมตร

3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง

3.4.1 ขั้นตอนการเตรียมสายบัว

สายบัวสดพันธุ์บัวสายชนิดสีขาว (*Nymphaea pubescens* Willd.)

↓

คัดแยกสายบัวสด (แสดงดังภาคผนวกแผนภูมิที่ ก.1)

↓

หั่นสายบัว ขนาดความยาวประมาณ 4-5 เซนติเมตรต่อชิ้น

↓

นึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือดเป็นเวลาประมาณ 5-10 นาที
โดยสายบัว 500 กรัม ต่อ น้ำ 3 ลิตร

↓

นำสายบัวไปบีบจนได้น้ำหนัก 100-105 กรัม

แผนภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการเตรียมสายบัว

3.4.2 การศึกษาชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของสารให้ความคงตัวในการผลิตสายบัวแผ่น

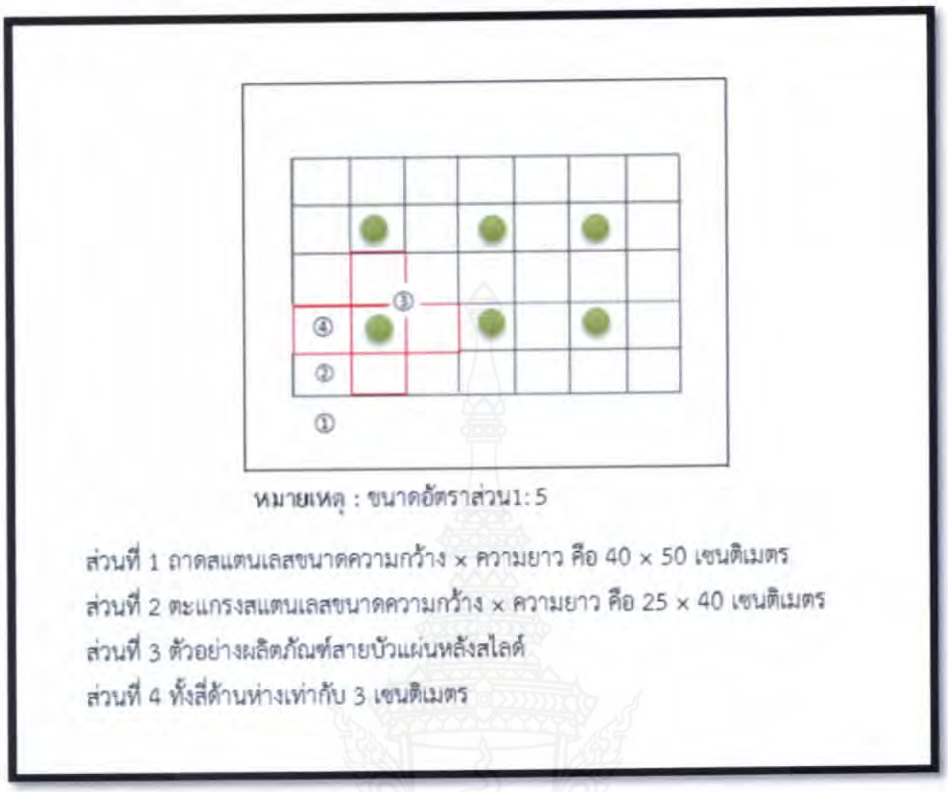
จากการค้นคว้างานวิจัย ได้นำเอางานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นด้วยเครื่องอบลมร้อน ที่ปริมาณผักคะน้าและตำลึง 95 เปอร์เซ็นต์ และ แป้งสาลี 5 เปอร์เซ็นต์ (วัฒนา, 2548) มาใช้ในการศึกษาหาชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของสารให้ความคงตัวในการผลิตสายบัวแผ่น จึงทำการศึกษาสารให้ความคงตัว 3 ชนิด มาใช้แทนในสูตรทดลอง ทั้ง 3 สูตร คือ สูตรที่ 1 ใส่แป้งสาลี สูตรที่ 2 ใส่แป้งมันสำปะหลัง และสูตรที่ 3 ใส่คาราจีแนน (แสดงดังตารางที่ 3.1) แล้วมาวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์บล็อก (Randomized Complete Block Design-RCBD) แล้วนำไปประเมินทางประสาทสัมผัสได้แก่ ลักษณะปรากฏ ลักษณะปรากฏ(ความมันบนผิวหน้า) สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน30 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) จากนั้นนำชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมไปศึกษาสภาวะการอบที่เหมาะสมต่อไป

ตารางที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบสูตรทดลองในการใช้สารให้ความคงตัวต่อปริมาณสายบัวจำนวน 3 สูตร

สูตร	ปริมาณสายบัว (เปอร์เซ็นต์)	ชนิดและปริมาณสารให้ความคงตัว(เปอร์เซ็นต์)		
		แป้งสาลี	แป้งมันสำปะหลัง	คาราจีแนน
1	95	5	-	-
2	95	-	5	-
3	95	-	-	5

3.4.3 การศึกษาสภาวะการอบที่เหมาะสมในการผลิตสายบัวแผ่นอบกรอบโดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อนโดยเครื่องตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer)

นำสูตรพื้นฐานจากข้อ 3.4.2 มาใช้ในการศึกษาอุณหภูมิการอบแห้งที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์บล็อก (Randomized Complete Block Design-RCBD) ทำการศึกษาอุณหภูมิในการอบแห้ง 3 ระดับ คือ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส แต่ระดับในอุณหภูมิการอบแห้งมีการสุ่มตัวอย่างสายบัวแผ่นออกมาวัดค่า Water activity,a_w ทุกครึ่งชั่วโมง จนครบระยะเวลา 3 ชั่วโมง เพื่อให้มีปริมาณ a_w น้อยกว่า 0.6 ซึ่งทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (พิมพ์เพ็ญและคณะ, มปป.) โดยทำการเตรียมสายบัวสดคัดแยก หั่นเป็นชิ้นขนาด 4-5 เซนติเมตร นึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที แล้วบีบเอาน้ำออก (แสดงดังแผนภาพที่ 3.1)จากนั้นผสมสายบัวกับ แป้งมันสำปะหลัง อัดลงพิมพ์น้ำหนัก 170 กรัมต่อหนึ่งพิมพ์ แล้วนำไปนึ่งเป็นเวลา 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นจากนั้นนำไปแช่ที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปสไลด์เป็นแผ่นบางๆ (แสดงดังแผนภูมิที่ ก.1) มาจัดเรียงใส่ลงตะแกรงสแตนเลสขนาดความกว้าง × ความยาว คือ 25×40 เซนติเมตร ที่วางอยู่บนถาดสแตนเลสขนาดความกว้าง × ความยาว คือ 40× 50 เซนติเมตร จัดเรียงสายบัวลงใส่ในถาดโดยที่แต่ละชิ้นมีขนาดห่างกันทั้งสี่ด้านเท่ากับ 3 เซนติเมตร (แสดงดังภาพที่ 3.1) แล้วนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดเพื่อหาสภาวะการอบที่เหมาะสมจากนั้นนำอุณหภูมิที่ได้ไปศึกษาการอบไล่น้ำมันต่อไป



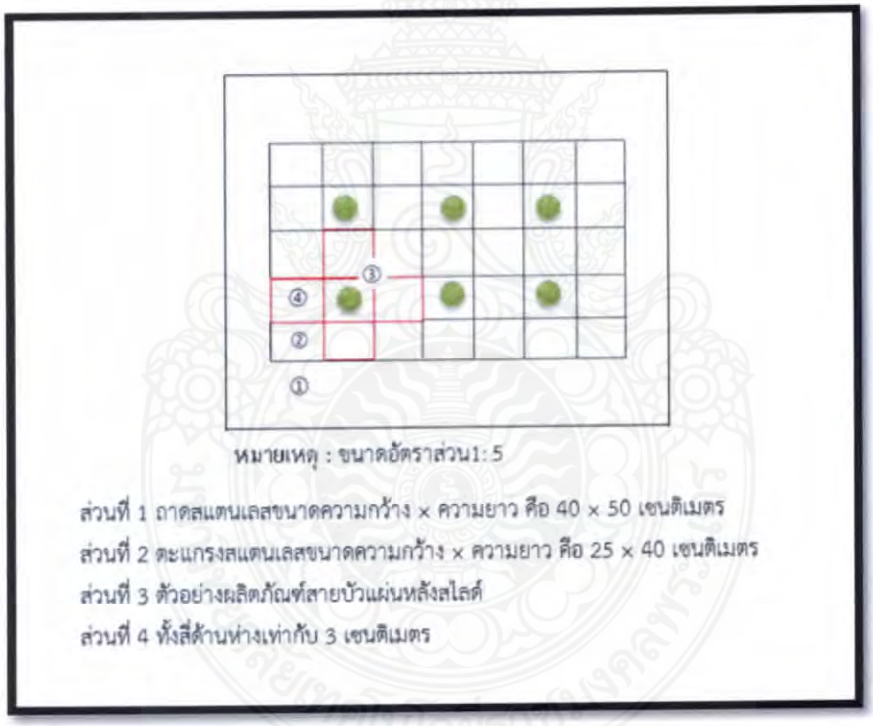
ภาพที่ 3.1 การจัดเรียงสายบัวก่อนนำไปเข้าอบแห้งโดยตู้อบลมร้อนแบบถาด

3.4.4 การศึกษาสภาวะการอบไล่น้ำมันของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบโดยเครื่องตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer)

นำสูตรที่ได้จากกระบวนอบแห้งที่เหมาะสมไปทอด ที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5-10 วินาที จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปศึกษาสภาวะการอบไล่น้ำมันของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบได้ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 กรณี

3.4.4.1 ศึกษาสภาวะการอบไล่น้ำมันที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียสและทุกระดับใช้เวลาในการอบที่ 5 นาที (ปาริชาติ, 2553) นำตัวอย่างที่ทอดเสร็จแล้วมาจัดเรียงใส่ตะแกรงสแตนเลสขนาดความกว้าง × ความยาว คือ 25×40 เซนติเมตร ที่วางอยู่บนถาดสแตนเลสขนาดความกว้าง × ความยาว คือ 40× 50 เซนติเมตร นำสายบัวแผ่นจัดเรียงใส่ในถาดโดยที่แต่ละชิ้นมีขนาดห่างกันทั้งสี่ด้านเท่ากับ 3 เซนติเมตร (แสดงดังภาพที่ 3.2) แล้วนำเข้าตู้อบลมร้อนแบบถาดศึกษาโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์บล็อก (Randomized Complete Block Design-RCBD) แล้วนำไปประเมินทางประสาทสัมผัสได้แก่ ลักษณะปรากฏ ลักษณะปรากฏ(ความมันบนผิวหน้า) สีกลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนด้วยวิธีANOVA (AnalysisofVariance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)จากนั้นนำอุณหภูมิที่ได้ไปศึกษาหาเวลาที่เหมาะสมในการอบไล่น้ำมันในข้อต่อไป

3.4.4.2 ศึกษาเวลาในการอบไล่น้ำมันที่ 2 ระดับ คือ 5 และ 10 นาที (ปาริชาติ, 2553) โดยนำตัวอย่างที่ทอดเสร็จแล้วมาจัดเรียงใส่ตะแกรงสแตนเลสขนาดความกว้าง × ความยาว คือ 25×40 เซนติเมตร ที่วางอยู่บนถาดสแตนเลสขนาดความกว้าง × ความยาว คือ 40× 50 เซนติเมตร นำสายบัวแผ่นจัดเรียงใส่ในถาดโดยที่แต่ละชิ้นมีขนาดห่างกันทั้งสี่ด้านเท่ากับ 3 เซนติเมตร (แสดงดังภาพที่ 3.2) แล้วนำเข้าตู้อบลมร้อนแบบถาดอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 และ 10 นาที แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA (Analysis of Variance)และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) แล้วนำไปประเมินทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะปรากฏ ลักษณะปรากฏ(ความมันบนผิวหน้า) สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวม โดยใช้วิธีการให้คะแนนความชอบ9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คนแล้วนำผลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA (AnalysisofVariance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) เพื่อนำสูตรที่ดีที่สุดไปใส่ บรรจุภัณฑ์แล้วทำการศึกษาอายุการเก็บรักษาต่อไป



ภาพที่ 3.2 การจัดเรียงสายบัวก่อนนำไปเข้าอบไล่น้ำมันโดยตู้อบลมร้อนแบบถาด

3.4.5 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมีและทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ

นำผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด จากการทดสอบความชอบด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน (ตามผลการทดลองข้อ 3.4.4) มาศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์

3.4.5.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ

3.4.5.1.1 คุณภาพทางเนื้อสัมผัส Texture Analyser (แสดงดังตารางผนวก ง.1)

3.4.5.1.2 ตรวจวัดWater activity, a_wยี่ห้อ AQUA LAรุ่น Series 3 TE

3.4.5.1.3 ตรวจวัดสี Spectrophotometer ยี่ห้อ KONIA MIOLTรุ่นCM-3500d ค่าที่วัด ได้แก่ สีL*(ค่าความสว่างมีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีดำ 100 หมายถึง วัตถุที่มีความสว่างสีขาว) a*(+ หมายถึง วัตถุมีสีแดง, - หมายถึง วัตถุมีสีเขียว) และ b*(+ หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง,- หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน)

3.4.5.2 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี

3.4.6.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ได้แก่ ปริมาณความชื้นโปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และ คาร์โบไฮเดรต ทั้งหมดตามวิธีการของ AOAC.(2000)

3.4.5.3 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางจุลินทรีย์

3.4.5.3.1 การตรวจสอบทางจุลินทรีย์โดยการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ตามวิธีการของ AOAC. (2000)

3.4.6 การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

ผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ปิดผนึกทำการตรวจสอบอายุการเก็บรักษาโดยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ มาวัดค่าความชื้นในวันที่ 0 1 3 5 7 14 21 24 27 และ 30 จนครบกำหนด 4 สัปดาห์เพื่อเปรียบเทียบการอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบได้ทำการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

3.4.6.1 หากทำการวัดค่าปริมาณความชื้น พบว่าค่าปริมาณความชื้นเกิน 12 เปอร์เซ็นต์ นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบไปตรวจทางด้านจุลินทรีย์ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักทอดกรอบ 1038, 2548)

3.4.6.2 หากทำการวัดค่าปริมาณความชื้น พบว่าค่าปริมาณความชื้นไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ นำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสคะแนนด้านความชอบด้านกลิ่น (หืน) ทดสอบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทุกครั้งที่วัดค่าความชื้นโดยมีมาตรฐานอ้างอิงอายุการเก็บรักษาตามผลิตภัณฑ์แห้วทอดกรอบปรุงรส (เชิญพร, 2555)

3.4.7 การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ โดยใช้วิธีการทดลองสุ่มแบบบังเอิญ (Accidental sampling) กับกลุ่มผู้บริโภคทั่วไป จำนวน 100 คน โดยใช้แบบสอบถามเพื่อการทดสอบพฤติกรรมของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ และหาค่าคะแนนเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์

3.5 สถานที่ดำเนินงาน

3.5.1 เชิงปฏิบัติการ ณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ห้องปฏิบัติการ 521, 621, 622

3.5.2 เชิงทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ณคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายผล

4.1 ผลการเตรียมสายบัว

ได้นำสายบัวสดจากตลาดท่าน้ำนนท์ ถนนประชาราษฎร์ ตำบลสวนใหญ่ อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี มาทำการหั่นเป็นขนาดประมาณ 4-5 เซนติเมตร แล้วนำไปนึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือดเป็นเวลาประมาณ 5-10 นาที โดยในการนึ่งหนึ่งครั้งต่อสายบัว 500 กรัม และนำไปบีบจนได้น้ำหนัก 100-105 กรัม

ภาพที่ 4.1 ลักษณะสายบัวพันธุ์บัวสายหลังบีบน้ำ

จากนั้นจึงนำสายบัวที่บีบน้ำออก แสดงดังภาพที่ 4.1 ไปทำการศึกษาสูตรพื้นฐานต่อไป เพื่อจะนำมาเป็นสายบัวแผ่นอบกรอบ

4.2 ผลการศึกษาชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของสารให้ความคงตัวในการผลิตสายบัวแผ่น

จากการค้นคว้างานวิจัย ได้นำเอางานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นด้วยเครื่องอบลมร้อน (วัฒนา, 2548) มาทดลองโดยการใช้แป้งสาลี 5 เปอร์เซ็นต์ กับสายบัวที่บีบน้ำออก 95 เปอร์เซ็นต์

จากผลการทดลองสูตรพื้นฐานพบว่า แป้งสาลีไม่สามารถช่วยให้สายบัวยึดเกาะกันได้เมื่อนำมาทอด ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเหนียว ไม่พองกรอบ จากนั้นจึงได้นำสูตรพื้นฐานไปทำการศึกษาชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของการใช้สารให้ความคงตัวในการผลิตสายบัวแผ่นต่อไป

จากการศึกษาสายบัวแผ่นอบกรอบโดยมีการเติมสารให้ความคงตัว 3 ชนิด คือ แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลังและคาราจีแนน มาทำการศึกษาสูตรที่ช่วยในการยึดเกาะและความคงตัวของสายบัวแผ่น จากนั้นทำการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของสายบัวแผ่นอบกรอบที่ใช้สารให้ความคงตัว 3 ชนิดคือ แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลังและคาราจีแนน แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนความชอบเฉลี่ยของสายบัวแผ่นอบกรอบที่ใช้สารให้ความคงตัว 3 ชนิด คือ แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลังและคาราจีแนน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale*(n=30)

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	ชนิดของสารให้ความคงตัว		
	แป้งสาลี	แป้งมันสำปะหลัง	คาราจีแนน
คุณลักษณะที่ปรากฏ	$5.66^{b} \pm 1.09$	$6.66^{a} \pm 1.12$	$6.13^{ab} \pm 1.30$
ความมันบนผิวหน้า^{ns}	5.53 ±1.77	6.16 ±151	5.33 ±1.64
สี^{ns}	6.33 ±1.12	6.00 ±1.66	6.36 ±1.42
กลิ่น^{ns}	5.76 ±1.52	6.16 ±1.26	6.06 ±1.48
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	$5.90^{b} \pm 1.64$	$7.10^{a} \pm 1.02$	$5.73^{b} \pm 1.48$
ความชอบโดยรวม	$5.96^{b} \pm 1.12$	$7.06^{a} \pm 1.08$	$6.16^{b} \pm 1.51$

หมายเหตุ : ตัวอักษร a,b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)
*n คือจำนวนผู้ทดสอบในการทดลอง

จากตารางที่ 4.1 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบที่ใช้สารให้ความคงตัว 3 ชนิด คือ แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลัง และคาราจีแนน พบว่า สารให้ความคงตัวต่างชนิดกันต่อความมันบนผิวหน้า สี และกลิ่น มีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีผลต่อคะแนนความชอบในปัจจัยด้านคุณลักษณะที่ปรากฏเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวม โดยมีคะแนนความชอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยการใช้สารให้ความคงตัวชนิด แป้งมันสำปะหลังผู้บริโภคให้ความชอบด้านคุณลักษณะที่ปรากฏความมันบนผิวหน้า เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) สี และกลิ่น ในระดับชอบปานกลาง ส่วนการใช้สารให้ความคงตัวชนิดแป้งสาลีและคาราจีแนน มีลักษณะภายนอกไม่เรียบเนียน ให้ความกรอบได้น้อย จึงทำให้ผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมน้อยจึงได้เลือกการใช้แป้งมันสำปะหลังที่ช่วยให้ลักษณะภายนอกมีผิวเรียบเนียนกว่าแป้งสาลีและคาราจีแนนจึงทำการเลือกสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลังไปศึกษาสภาวะการอบที่เหมาะสมต่อการผลิตต่อไป

4.3 ผลการศึกษาสภาวะการอบที่เหมาะสมในการผลิตสายบัวแผ่นอบกรอบโดยกระบวนการอบแห้งด้วยลมร้อนแบบถาด

นำสูตรพื้นฐานและกระบวนการผลิตที่เหมาะสม มาศึกษาอุณหภูมิการอบแห้ง ที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบโดยอบลมร้อนแบบถาด ที่อุณหภูมิในการอบแห้ง 3 ระดับ คือ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส และทำการสุ่มตัวอย่างสายบัวแผ่นอบกรอบมาวัดค่า a_w ทุกๆครึ่งชั่วโมง จนครบระยะเวลา 3 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบโดยกระบวนการอบแห้งด้วยลมร้อนแบบถาดที่ระดับอุณหภูมิ 60 70และ80องศาเซลเซียส *(n=3)

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าa_w		
	อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส
1:30	$0.971^{c}\pm0.001$	$0.966^{b}\pm0.001$	$0.246^{a}\pm0.001$
2:00	$0.911^{c}\pm0.004$	$0.432^{b}\pm0.004$	$0.159^{a}\pm0.004$
2:30	$0.383^{c}\pm0.004$	$0.215^{b}\pm0.004$	$0.155^{a}\pm0.004$
3:00	$0.246^{c}\pm0.006$	$0.186^{b}\pm0.006$	$0.127^{a}\pm0.006$

หมายเหตุ : ตัวอักษร a,b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)
*n คือจำนวนซ้ำในการทดลองแล้วหาค่าเฉลี่ย

จากตารางที่ 4.2 ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบโดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อน โดยเครื่องอบลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer) ที่ระดับอุณหภูมิ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบสายบัวแผ่นอบกรอบมีอิทธิพลต่อค่า a_w มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที ทำให้ปริมาณ a_w ของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบมีค่าน้อยกว่า 0.6 จึงทำให้จุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตในผลิตภัณฑ์อาหารแห้งไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144, 2535) เป็นเวลาเร็วที่สุดเมื่อเทียบกับอุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส

จากนั้นได้นำสายบัวอบแผ่น ที่อบลมร้อนด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ไปทอดโดยเครื่องหม้อทอดไฟฟ้า ในน้ำมันรำข้าว ที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส (ศัลยา, 2551) เป็นเวลา 5-10 วินาที จากนั้นจึงนำไปศึกษาหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการไล่น้ำมันต่อไป เพื่อที่จะทำให้สายบัวแผ่นมีความชื้นที่เหมาะสมต่อไป

4.4 ผลการศึกษาสภาวะการอบไล่น้ำมันของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบโดยเครื่องตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer)

นำสูตรพื้นฐานที่ได้จากกระบวนการอบแห้งที่เหมาะสมไปทอด ที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที โดยใช้สายบัว 30 กรัม ต่อการทอด 1 ครั้ง จากนั้นนำไปทำการอบไล่น้ำมันของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบที่อุณหภูมิ 3 ระดับ คือ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส และทุกระดับใช้เวลาในการอบที่ 5 นาทีโดยใช้การทดสอบความชอบจากผู้ทดสอบ 30 คน

ตารางที่ 4.3 คะแนนความชอบเฉลี่ยของสายบัวแผ่นอบกรอบที่ใช้อุณหภูมิ 60 70 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาทีให้การไล่น้ำมันภายในผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี 9-point hedonic scale*(n=30)

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	อุณหภูมิที่ใช้ในการอบไล่น้ำมัน เป็นเวลา 5 นาที		
	อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส
คุณลักษณะที่ปรากฏ^{ns}	6.93 ±2.09	6.36 ±2.02	6.03 ±1.97
ความมันบนผิวหน้า	7.23^{a} ±2.02	6.26^{ab} ±2.03	5.56^{b} ±2.19
สี^{ns}	6.53 ±1.83	6.26 ±1.55	5.90 ±1.76
กลิ่น^{ns}	6.43 ±1.79	5.83 ±1.57	5.56 ±1.59
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)^{ns}	6.76 ±2.09	6.26 ±1.76	6.16 ±1.78
ความชอบโดยรวม	7.20^{a} ±1.84	6.26^{b} ±1.65	6.00^{b} ±1.64

หมายเหตุ : ตัวอักษร a,b และ c ที่แตกต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)
*n คือจำนวนผู้ทดสอบในการทดลอง

จากตารางที่ 4.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ ที่ใช้อุณหภูมิในการอบไล่น้ำมัน 60 70 และ80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที พบว่าอุณหภูมิต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ต่อลักษณะปรากฏ สี กลิ่น และเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ต่อคะแนนความชอบในปัจจัยด้านความมันบนผิวหน้า และความชอบโดยรวมโดยการใช้อุณหภูมิ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ผู้ทดสอบให้ความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นและเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) ในระดับความชอบเท่ากัน ส่วนการใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที ในการอบไล่น้ำมันผู้ทดสอบมีความชอบมากที่สุดในเรื่อง คุณลักษณะความมันบนผิวหน้าและความชอบโดยรวม จึงได้เลือกใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ในการไล่น้ำมันเพราะหลังจากการทอดควรมีการอบที่อุณหภูมิต่ำ 60 องศาเซลเซียส 5 และ 10 นาที เป็นการไล่น้ำมันที่มีการตกค้างจากการอบไล่น้ำมันวิธีการนี้ใช้ในการทำให้ทุเรียนทอด กล้วยทอด มันทอด และขนุนทอด คงสภาพความกรอบได้ดี (ปาริชาติ, 2553)

เมื่อได้อุณหภูมิที่เหมาะสมจึงทำการศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมในการไล่น้ำมันต่อไปจากนั้นทำการอบไล่น้ำมันผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 และ 10 นาทีมาศึกษาโดยใช้การทดสอบความชอบจากผู้ทดสอบ 30 คน เพื่อหาระยะเวลาที่ใช้ในการอบไล่น้ำมันที่เหมาะสม แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 คะแนนความชอบเฉลี่ยของสายบัวแผ่นอบกรอบที่ใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 และ 10 นาที ด้วยวิธี 9-point hedonic scale*(n=30)

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	**เวลาที่ใช้ในการอบไล่น้ำมันของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ**	
	5 นาที	**10 นาที**
คุณลักษณะที่ปรากฏ^{ns}	6.83±1.01	6.70±1.26
ความมันบนผิวหน้า^{ns}	6.60±1.45	7.06±1.08
สี^{ns}	6.63±1.06	6.46±1.10
กลิ่น^{ns}	6.26±1.22	6.40±1.06
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)^{ns}	6.96±1.44	6.80±1.21
ความชอบโดยรวม^{ns}	7.96±0.99	7.10±0.80

หมายเหตุ : ns หมายถึง ค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$)

*n คือจำนวนผู้ทดสอบในการทดลอง

จากตารางที่ 4.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบที่ใช้อุณหภูมิในการอบไล่น้ำมัน 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 และ 10 นาที มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่เนื่องจากการอบไล่น้ำมันที่ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ใช้เวลาน้อยกว่า ซึ่งสามารถลดระยะเวลาในการผลิต ดังนั้นจึงได้ใช้อุณหภูมิในการอบไล่น้ำมันคือ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ในการผลิต ผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบจากบัวพันธุ์บัวสายโดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อน

4.5 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

นำสายบัวแผ่นอบกรอบมาทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพได้แก่ ด้านคุณภาพเนื้อสัมผัส Texture Analyser, ตรวจวัดค่า a_w และการตรวจวัดสี Spectrophotometer แสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของสายบัวแผ่นอบกรอบ *(n=3)

คุณภาพทางกายภาพ	สายบัวแผ่นอบกรอบ	ผักคะน้าแผ่น
ค่าสี		
- ค่าความสว่าง (L*)	34.39±1.23	28.8
- ค่าสีแดง (a*)	4.12±1.06	-8.6
- ค่าสีเหลือง (b*)	8.31±1.16	12.8
ค่าเนื้อสัมผัส		
- Hardness (N)	0.13±0.97	-
- Crispyness	17.53±4.42	6.28
ค่า a_w	0.34±1.01	0.27

หมายเหตุ : *n คือจำนวนซ้ำในการทดลองแล้วหาค่าเฉลี่ย
การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (อนุวัตร, 2548)

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของสายบัวแผ่นอบกรอบพบว่าสีที่ได้เป็นสีน้ำตาลอ่อนอมเหลือง ซึ่งเป็นลักษณะปรากฏปกติทั่วไปของอาหารทอดกรอบ (พิมพ์เพ็ญ, มปป.) ด้านเนื้อสัมผัสมีความกรอบเหนียวแต่ใช้แรงตัดน้อย ถ้าใช้แรงตัดน้อยแสดงว่ามีความเหนียวน้อยคือมีความกรอบมากกว่าความเหนียว ซึ่งความกรอบเป็นคุณลักษณะที่สำคัญในการแปรรูปและปริมาณน้ำอิสระระเหยออกไปได้มากจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความกรอบสูง (อรวัลภ์, 2556)

4.6 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีของสายบัวที่นำมาผลิตสายบัวแผ่นอบกรอบนั้นจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญได้แก่ อายุของสายบัว แหล่งเพาะปลูก สายพันธุ์และสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ที่ทำการเพราะปลูกนั้นๆ (สุกัญญา, 2556) องค์ประกอบทางเคมีและพลังงานทั้งหมดต่อ 100 กรัมของสายบัวแผ่นอบกรอบ แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ ในอัตราส่วนที่ทานได้ 100 กรัม

คุณภาพทางเคมี	สายบัวแผ่นอบกรอบ
พลังงานทั้งหมด(กิโลแคลอรี่)	491.90
ค่าปริมาณความชื้น (กรัม)	2.65
ค่าปริมาณโปรตีน (กรัม)	3.87
ค่าปริมาณไขมัน (กรัม)	23.98
ค่าปริมาณเส้นใยอาหาร(กรัม)	31.89
ค่าปริมาณเถ้า(กรัม)	4.35
ค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต (กรัม)	33.26

ที่มา : สถาบันอาหาร, 2558

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบพบว่า ให้พลังงานทั้งหมด 491.30 กิโลแคลอรี่ต่อปริมาณ 100 กรัม, ค่าปริมาณความชื้น 2.65กรัม ค่าปริมาณเส้นใยอาหาร 31.89 กรัม ค่าปริมาณไขมัน 23.98 กรัม และค่าปริมาณคาร์โบไฮเดรต 33.26 กรัม

4.7 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษา

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาพิจารณาจากการวัดค่าความชื้น โดยนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ 20 กรัม บรรจุถุงอะลูมิเนียมฟลอย์ปิดผนึกพร้อมถุงดูดความชื้น 2 กรัม มาวัดค่าความชื้น ค่าที่ได้ต้องไม่เกิน 12เปอร์เซ็นต์(มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักทอดกรอบ 1038, 2548) ที่การตรวจสอบ ในวันที่ 0 1 3 5 7 14 21 24 27 และ 30 จนครบกำหนด 4 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์หาค่าความชื้นและค่า a_w ในระยะเวลา 4 สัปดาห์ ของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ*(n=3)

ครั้งที่	อายุผลิตภัณฑ์	น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)	ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณa_w
1	อายุ 0 วัน	3.02±0.19	1.10±0.01	0.34±0.02
2	อายุ 1 วัน	3.03±0.25	1.15±0.49	0.34±0.01
3	อายุ 3 วัน	3.09±0.51	1.21±0.01	0.37±0.57
4	อายุ 5 วัน	3.03±0.15	1.70±0.12	0.34±0.05
5(1)	อายุ 7 วัน	3.03±0.15	1.71±0.31	0.35±0.48
6	อายุ 14 วัน	3.09±0.11	1.73±0.11	0.37±0.31
7(2)	อายุ 21 วัน	3.23±0.27	1.69±0.28	
8	อายุ 24 วัน	3.03±0.02	1.73±0.29	
9	อายุ 27 วัน	3.10±0.06	1.80±0.13	
10(3)	อายุ 30 วัน	3.04±0.19	1.81±0.29	

หมายเหตุ : *n คือจำนวนซ้ำในการทดลองแล้วหาค่าเฉลี่ย

(1) ระยะห่างของช่วงอายุผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ 2 วัน

(2) ระยะห่างของช่วงอายุผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ 7 วัน

(3) ระยะห่างของช่วงอายุผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ 3 วัน

จากตารางที่ 4.7 ความชื้นของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบเมื่อครบ 30 วัน มีค่าความชื้นไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์และปริมาณ a_w ไม่เกิน 0.6 จึงไม่ต้องนำไปตรวจทางด้านจุลินทรีย์ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2549)

เนื่องจากความชื้นภายในผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบที่มีอายุการเก็บรักษา 30 วัน มีความชื้นไม่เกิน 12 เปอร์เซ็นต์ จึงทำการศึกษาหาคะแนนความชอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ ดูลักษณะทางกายภาพโดยพิจารณาจากการ กลิ่นหืน ความกรอบ และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คนด้วยวิธี 9-point hedonic scale แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 คะแนนความชอบเฉลี่ยของสายบัวแผ่นอบกรอบที่มีอายุการเก็บรักษาต่างกันในระยะเวลา 4 สัปดาห์ด้วยวิธี 9-point hedonic scale*(n=30)

อายุของสายบัวแผ่นอบกรอบ	คุณลักษณะ		
	กลิ่นหืน	เนื้อสัมผัส(ความกรอบ)	ความชอบโดยรวม
อายุ 0 วัน	7.93^{a} ±1.08	8.16^{a} ±0.83	8.20^{a} ±0.88
อายุ 1 วัน	7.83^{ab} ±1.11	8.10^{a} ±0.80	8.16^{a} ±0.87
อายุ 3 วัน	7.76^{ab} ±1.07	8.06^{ab} ±0.78	8.16^{a} ±0.87
อายุ 5 วัน	7.63^{abc} ±1.03	8.00^{ab} ±0.74	8.10^{a} ±0.84
อายุ 7 วัน	7.60^{abcd} ±1.00	7.86^{abc} ±0.73	8.00^{ab} ±0.87
อายุ 14 วัน	7.36^{bcde} ±0.99	7.76^{abcd} ±0.72	7.80^{abc} ±0.84
อายุ 21 วัน	7.20^{cdef} ±0.96	7.66^{bcde} ±0.71	7.60^{bcd} ±0.81
อายุ 24 วัน	7.06^{def} ±0.78	7.56^{cde} ±0.56	7.50^{cd} ±0.68
อายุ 27 วัน	7.03^{ef} ±0.76	7.36^{de} ±0.66	7.20^{de} ±0.80
อายุ 30 วัน	6.80^{f} ±0.80	7.26^{e} ±0.63	7.03^{e} ±0.80

หมายเหตุ : ตัวอักษร a,b,c,d,e และ f ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

*n คือจำนวนผู้ทดสอบในการทดลอง

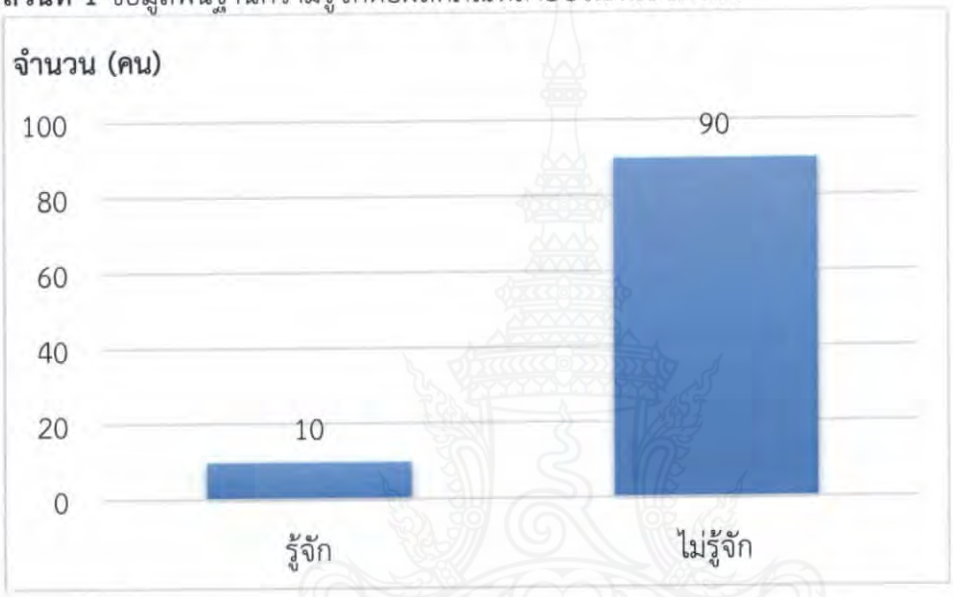
จากตารางที่ 4.8 การประเมินความชอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบที่อายุการเก็บรักษาต่างกันพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านกลิ่นหืนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่ผลิตภัณฑ์ อายุ 14 วัน ในด้านเนื้อสัมผัส(ความกรอบ) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่ผลิตภัณฑ์อายุที่ 21 วัน และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตั้งแต่ผลิตภัณฑ์อายุที่ 21 วัน

4.8 ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อสายบัวแผ่นอบกรอบ

4.8.1 แสดงผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบรอบจำนวน 100 คน

จากการตอบแบบสอบถามของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ในส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานความรู้จักต่อผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ไม่รู้จักผลิตภัณฑ์ คิดเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังแผนภูมิที่ 4.1

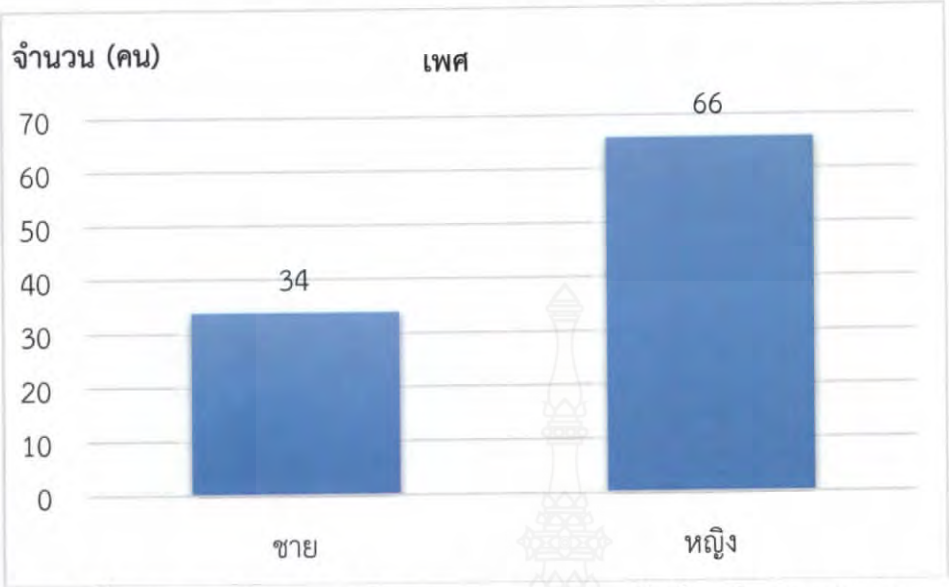
ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานความรู้จักต่อผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ



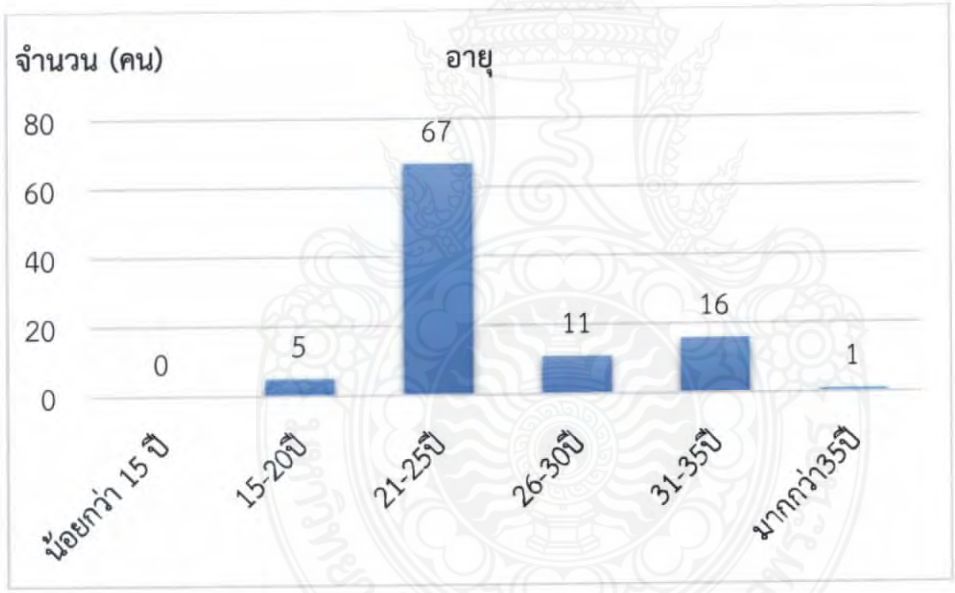
แผนภูมิที่ 4.1 แสดงถึงความรู้จักต่อผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลของผู้บริโภค

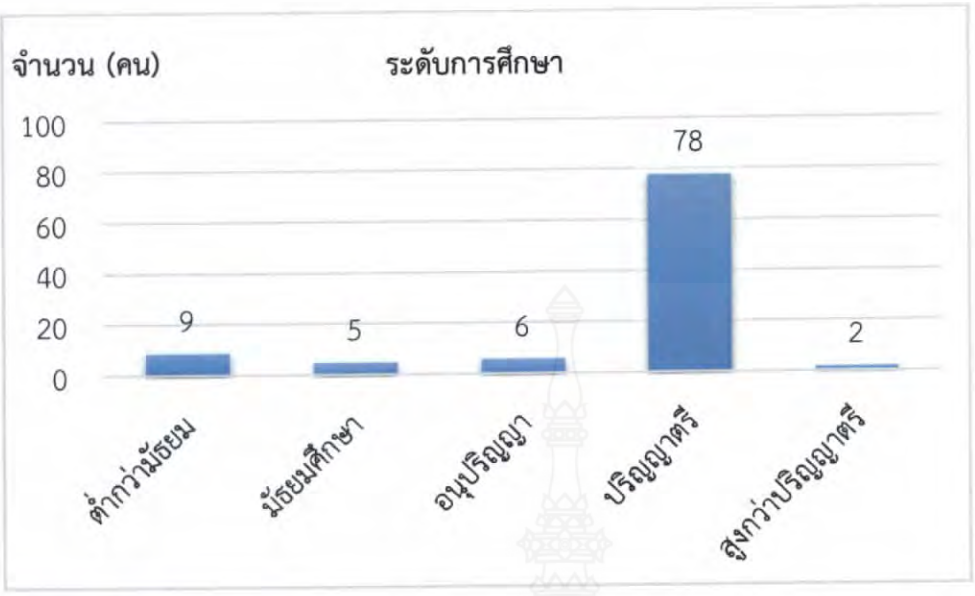
จากการตอบแบบสอบถามของผู้บริโภค จำนวน 100 คน ในส่วนที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลของผู้บริโภคพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็น 66 เปอร์เซ็นต์ อายุระหว่าง 21-25 ปี คิดเป็น 67 เปอร์เซ็นต์ ระดับการศึกษาสูงสุดปริญญาตรี คิดเป็น 78 เปอร์เซ็นต์ มีอาชีพนักเรียนนักศึกษา คิดเป็น 71 เปอร์เซ็นต์ และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนต่ำกว่า 5,000 บาท คิดเป็น 60 เปอร์เซ็นต์ แสดงดังแผนภูมิที่ 4.2 4.3 4.4 4.5 และ แผนภูมิที่ 4.6



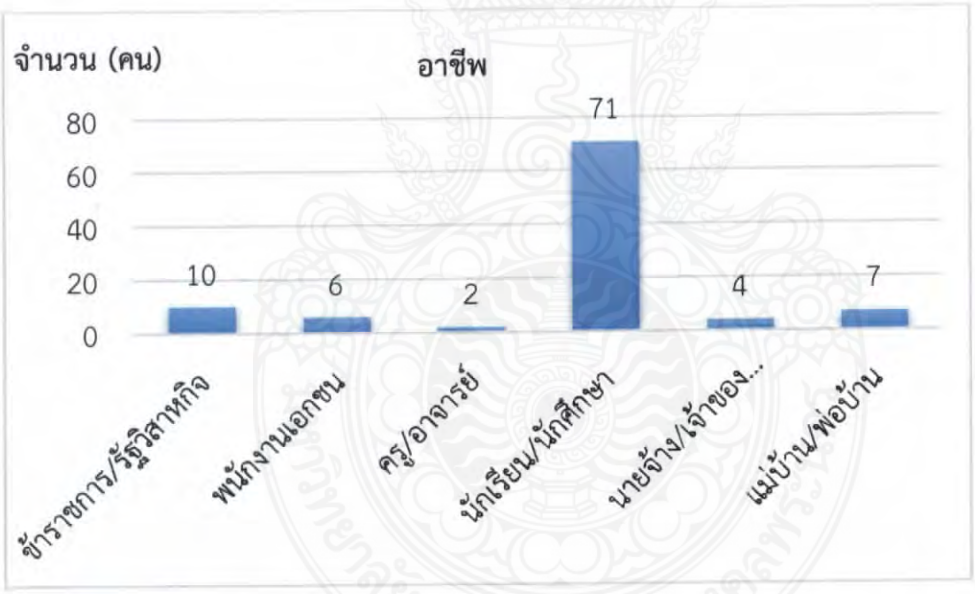
แผนภูมิที่ 4.2 แสดงถึงเพศของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน



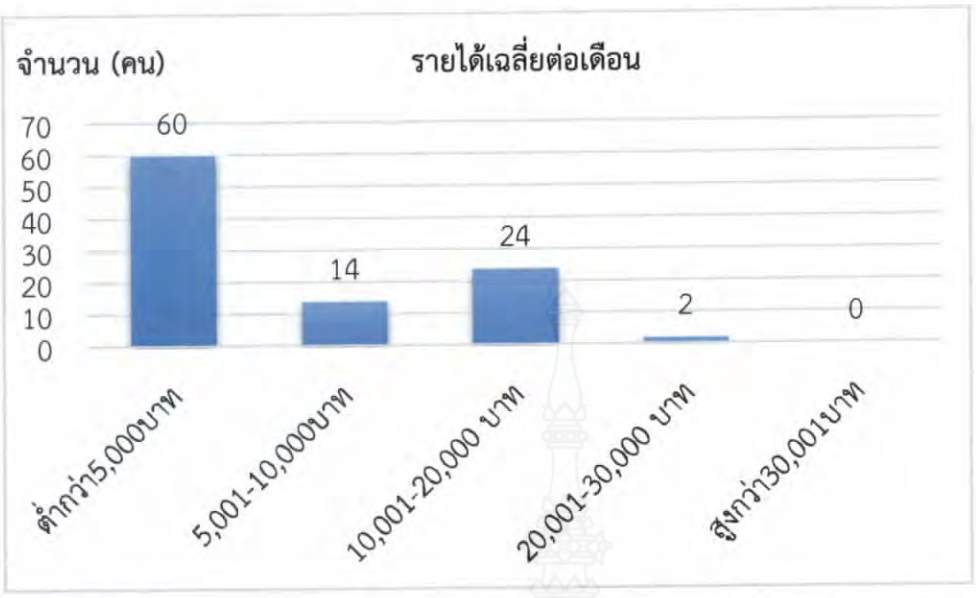
แผนภูมิที่ 4.3 แสดงถึงช่วงอายุของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน



แผนภูมิที่ 4.4 แสดงถึงระดับการศึกษาของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน



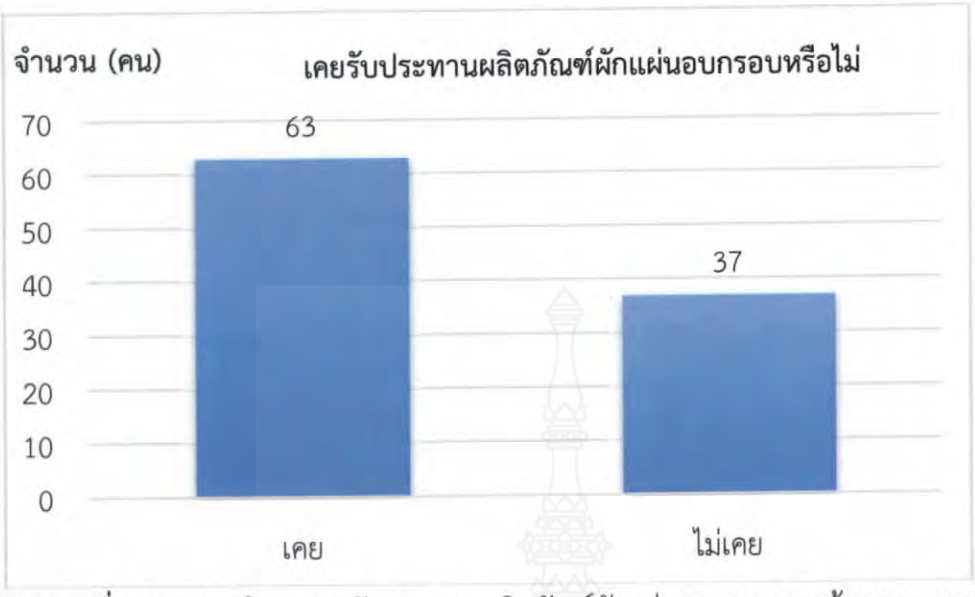
แผนภูมิที่ 4.5 แสดงถึงอาชีพของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน



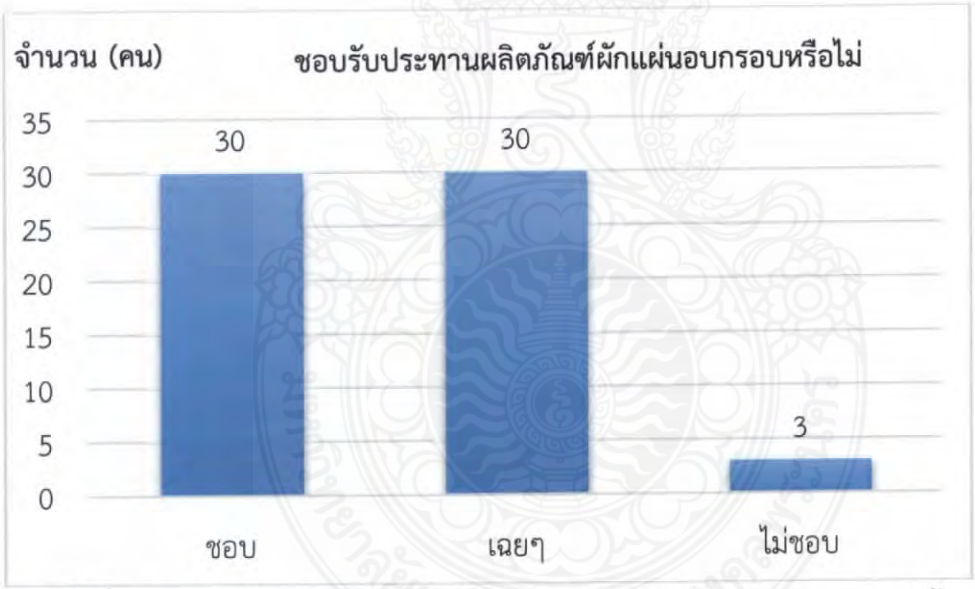
แผนภูมิที่ 4.6 แสดงถึงรายได้เฉลี่ยต่อเดือนของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน

ส่วนที่ 3 ข้อมูลพฤติกรรมของผู้บริโภค

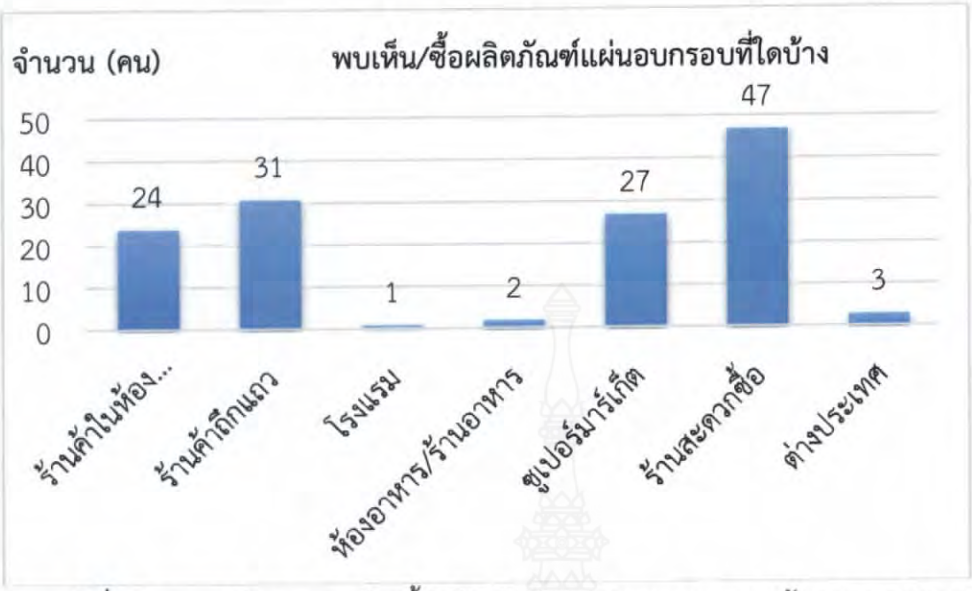
จากการการสำรวจข้อมูลพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ จำนวน 100 คน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ คิดเป็น 63 เปอร์เซ็นต์ และมีความชอบและเฉยๆในระดับเดียวกันคือ 30เปอร์เซ็นต์ ผู้บริโภคพบเห็นหรือซื้อผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบที่ร้านสะดวกซื้อคิดเป็น 47 เปอร์เซ็นต์ และต้องการเติมผงปรุงรสในผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบรสต้มยำคิดเป็น 65เปอร์เซ็นต์ แผนภูมิที่ 4.7 4.8 4.9 4.10 4.11และแผนภูมิที่ 4.12



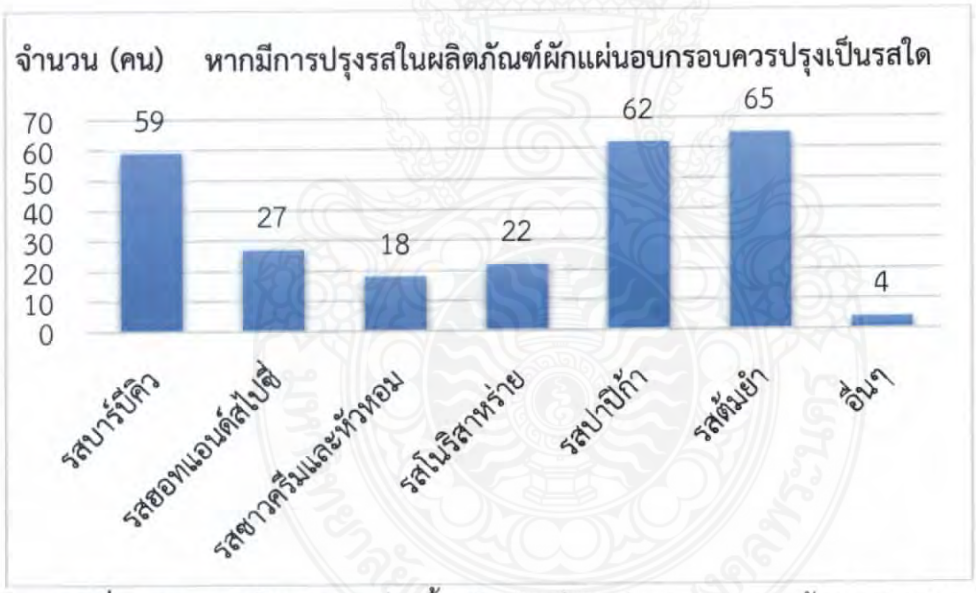
แผนภูมิที่ 4.7 แสดงถึงการเคยรับประทานผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน



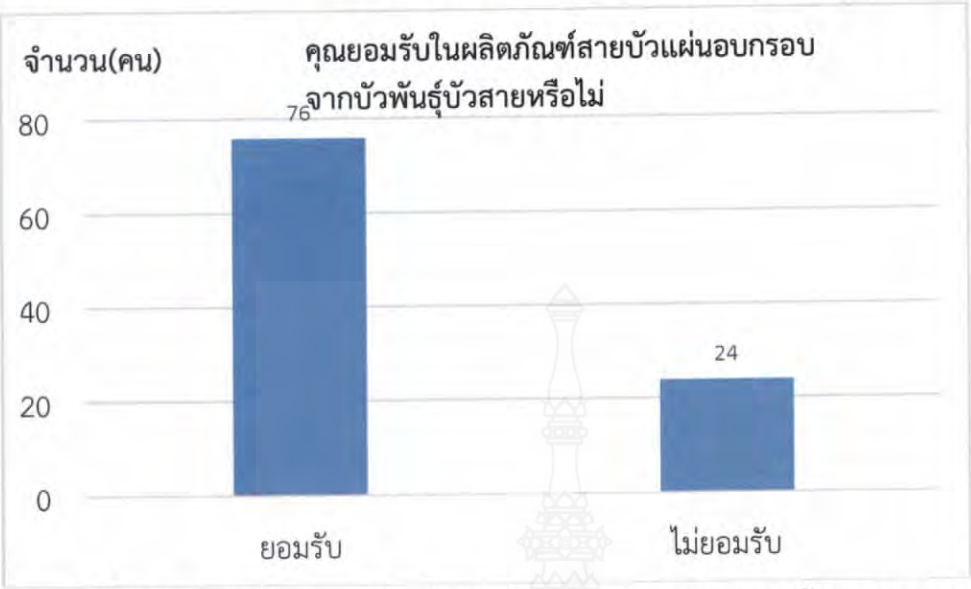
แผนภูมิที่ 4.8 แสดงถึงความชอบการในรับประทานผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 63 คนที่เคยรับประทานผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบ



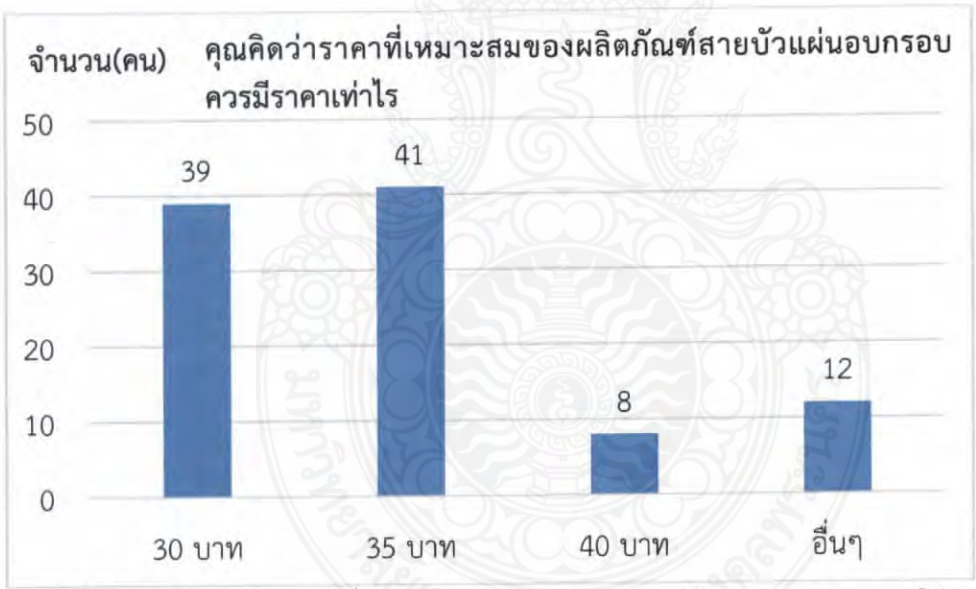
แผนภูมิที่ 4.9 แสดงถึงการพบเห็น/ซื้อผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน



แผนภูมิที่ 4.10 แสดงถึงการพบเห็น/ซื้อผลิตภัณฑ์ผักแผ่นอบกรอบของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน



แผนภูมิที่ 4.11 แสดงถึงการยอมรับผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน



แผนภูมิที่ 4.12 แสดงถึงราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบบรรจุใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ซึ่งมีน้ำหนักสุทธิต่อซอง 20 กรัม ของผู้ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 100 คน

จากการสำรวจข้อมูลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบจำนวน 100 คน พบว่าผู้ตอบแบบทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบคิดเป็น 76 เปอร์เซ็นต์ และมีราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบบรรจุใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ซึ่งมีน้ำหนักสุทธิต่อซอง 20 กรัม อยู่ที่ 35 บาทต่อซอง คิดเป็น 41 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 5
สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

5.1.1 จากการศึกษาสารให้ความคงตัวที่เหมาะสม3ชนิด คือ แป้งสาลี แป้งมันสำปะหลัง และคาราจีแนน ในอัตราส่วน 95:5 โดยเมื่อผ่านการบวนการผลิตและอบแห้งแบบอบลมร้อน พบว่า แป้งมันสำปะหลังสามารถทำให้สายบัวหลังบีบน้ำยืดเกาะกันได้และยังทำให้แผ่นสายบัวมีความเรียบเนียนเมื่อนำไปทำการทดสอบโดยใช้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบมากที่สุด คือ สารให้ความคงตัวชนิดแป้งมันสำปะหลัง ในเรื่องเนื้อสัมผัสด้านความกรอบ 7.10±1.02 ลักษณะปรากฏ 6.66±1.12 และความชอบโดยรวม 7.06±1.08

5.1.2 จากการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้ง โดยการอบแห้งด้วยลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer) พบว่าการใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1ชั่วโมง 30 นาที ทำให้ค่า Water activity ของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบมีค่าน้อยกว่า 0.6 เป็นเวลาเร็วที่สุด

5.1.3 จากการศึกษาสภาวะการอบไล่น้ำมันของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบที่ผ่านการทอดที่อุณหภูมิ 190 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5-10 วินาที และนำไปไล่น้ำมันโดยการอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ60 องศาเซลเซียส สามารถทำให้สายบัวแผ่นอบกรอบมีความมันบนผิวหน้าลดลง มีลักษณะแห้งเมื่อนำไปทำการทดสอบโดยใช้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบ ในเรื่องความมันบนผิวหน้าผลิตภัณฑ์ 7.23±2.02และความชอบโดยรวม 7.20±1.84

จากนั้นนำอุณหภูมิไปศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการอบไล่น้ำมัน โดยใช้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบ พบว่าเวลา 5 นาที และ 10 นาที มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากการอบไล่น้ำมันที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที นั้นใช้เวลาน้อยกว่า ซึ่งสามารถลดระยะเวลาการผลิต

5.1.4 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของสายบัวแผ่นอบกรอบพบว่า สีที่ได้เป็นสีน้ำตาลอ่อนอมเหลือง รสชาติมันและเค็มเล็กน้อย สามารถเห็นเส้นใยของสายบัวได้ชัดเจน ค่า Water activity ระเหยออกไปได้มากจึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่มีความกรอบและใช้แรงตัดน้อย

5.1.5 จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีปริมาณสารอาหารของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบพบว่า ให้พลังงานทั้งหมด 491.30 กิโลแคลอรี่ต่อปริมาณ 100 กรัม ปริมาณความชื้น 2.65 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเส้นใยอาหาร 31.89 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไขมัน 23.98 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณคาร์โบไฮเดรต 33.26 เปอร์เซ็นต์

5.1.6 จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อสายบัวแผ่นอบกรอบพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ให้การยอมรับคิดเป็น 76 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบบรรจุใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ซึ่งมีน้ำหนักสุทธิต่อซอง 20 กรัม อยู่ที่ 35 บาทต่อซอง คิดเป็น 41 เปอร์เซ็นต์

5.1.7 การประเมินความชอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบที่อายุการเก็บรักษาต่างกันพบว่า การประเมินความชอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบที่อายุการเก็บรักษาต่างกันพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านกลิ่นหืนมีความแตกต่างกันตั้งแต่ผลิตภัณฑ์ อายุ 14 วัน ในด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) มีความแตกต่างกันตั้งแต่ผลิตภัณฑ์อายุที่ 21 วัน และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันตั้งแต่ผลิตภัณฑ์อายุที่ 21 วัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการผลิตผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ ต้องการให้รับประทานแบบมีความกรอบและเพื่อไม่ให้เกิดกลิ่นหืน หรือมีลักษณะความกรอบลดลง ควรบริโภคทันทีหลังจากเปิดรับประทาน

5.2.2 สามารถนำผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบไปปรุงรสชาติอื่นๆได้ตามความชอบ

5.2.3 อาจมีการนำผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบไปต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆได้

5.2.4 ควรศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบให้นานกว่า 1 เดือน เนื่องจากผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบสามารถเก็บรักษาได้เป็นเวลานาน

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2548. **ผักทอดกรอบ.**ฉบับที่มผช. /2548. สานักงานมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ชุมชนกระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

กรมส่งเสริมการเกษตร.2556.**บัวสาย.**ผักพื้นบ้านในประเทศไทย. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://frynn.com/บัวสาย/(สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2557).

กล้าณรงค์ ศรีรอต.2550.**ลักษณะของเม็ดแป้งมันสำปะหลัง.**เทคโนโลยีของแป้ง.พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กัณฑ์ทริการ์ จักรสิงห์โต.2552.**การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นปรุงรสอบกรอบ.**มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

_____.**การทอด.**[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2586/7/293271_ch1.pdf (สืบค้นเมื่อวันที่ 24 มีนาคม 2558).

_____. ม.ป.ป.**การวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของอาหาร.**[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.sci.buu.ac.th/~food/www/img/doc/InstructionMedia-MeasuringTextureOfFood.pdf.(สืบค้นเมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม 2558).

_____. ม.ป.ป.**คาราจีแนน.**[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.halinst.psu.ac.th/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=11:carrageenan&id=2:brochures-institute-of-halal&Itemid=37(สืบค้นเมื่อวันที่ 22 ธันวาคม 2557).

_____. ม.ป.ป.**โครงสร้างโมเลกุลของคาราจีแนน.**[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1274 (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2557).

จรรยา สุบรรณ์. 2542.**แป้งมันสำปะหลัง.**ตำรับอาหารชุดพิเศษ.กรุงเทพฯ ศรีสยามการพิมพ์.

ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์. 2555.**ลักษณะการทำงานของเครื่องอบลมร้อน.**[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: home.kku.ac.th.(สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2557).

เชิญพร จันทรสนาม และคณะ.2555.**การพัฒนาผลิตภัณฑ์แห้วทอดกรอบปรุงรส.**[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:http://www.journal.ksu.ac.th/managefiles/file/pdf/9.pdf .(สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2558).

ณัฏชา นารถบุญ. 2554.**บัว.**[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: www.bedo.or.th. (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2557).

ณัฐพัฒน์ วัฒนกฤษฎา,เบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์,ผาณิต ไทยยันโต, และ สุทธิวัฒน์ แซ่ฮ้อ . 2554. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่คาราจีแนนสูตรน้ำผัก.**[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: www.car.chula.ac.th/readerwed/wed/reference_format.html

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

ปาริชาติ ช่อทองดี.2553.**การอบไล่น้ำมัน**.[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
http://nss-cooking.blogspot.com/2010/05/blog-post_6875.html
(สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2557).

ปาริชาติ ช่อทองดี.2553.**การอบแห้ง**.[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
http://nss-cooking.blogspot.com/2010/05/blog-post_6875.html
(สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2557).

ประภาภร ต่ายแจ้ง. 2554. **ปลาแผ่นปรุงรส.**โครงงานพิเศษ.
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีงานมงคลพระนคร.

พิพิธภัณฑ์บัว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. 2551.**ประโยชน์ของบัว.** [ออนไลน์]
เข้าถึงได้จาก:lotusbywuthikoen.wordpress.com. (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2557).

พิมพ์เพ็ญพรเฉลิมพงศ์ และคณะ. มปป.**การทอด**.[ออนไลน์]เข้าถึงได้จาก:
http://www.foodnetworksolution.com(สืบค้นเมื่อวันที่ 23 มีนาคม 2558).

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และคณะ. มปป.**น้ำในอาหาร.**[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0551/water-activity-
(สืบค้นเมื่อวันที่ 23 มีนาคม 2558).

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และคณะ. ม.ป.ป.**แป้งข้าวสาลี.**[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1604/all-purpose-flour
(สืบค้นเมื่อวันที่ 23 มิถุนายน 2558).

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์และคณะ. ม.ป.ป.**สารให้ความคงตัว.**[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:
http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1466/stabilizing-agent
(สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2557).

มนัชยา อัมพุนันทน์. 2542. **ปลาแผ่นเสริมตำลึง.**โครงงานพิเศษ.
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีงานมงคลพระนคร.

วัฒนาดำรงรัตน์กุล.2548.**การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่น.**มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์พัฒนาทรัพยากรการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.ม.ป.ป.ทฤษฎีทางเพศและพัฒนาการ
ทางเพศของมนุษย์.[ออนไลน์]เข้าถึงได้จาก:
http://www.elearning.msu.ac.th/.../0709451/page04_02_04.html
(สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2558).

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

สายฝนพิศนอก และหทัยทิพย์ แซ่เซียว. 2556. **องค์ประกอบทางเคมีของแป้งสาลี**. โครงงานพิเศษ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีงานมงคลพระนคร.

สมบัติ ขอทวีวัฒนา. 2529.**เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน.**กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ.2554.ค่าใช้จ่ายทั้งสิ้นเฉลี่ยต่อเดือนต่อคน.[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://service.nso.go.th/.../themes/files/socio1mpt54(6).pdf (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2558).

อนุวัตร แจ้งชัด.มปป. **crispyness.**ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุบลเกษตรพลังงาน.2557.**ประโยชน์แป้งมันสำปะหลัง.**[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: www.ubonbioethanol.com.(สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2557).

อรวัลภ์ อุปภัมภานนท. 2556.**การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผักแผ่นแคลเซียมสูงจากผักพื้นบ้าน**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วัตถุดิบ อุปกรณ์และกรรมวิธีการผลิต

วัตถุดิบ

ภาพที่ ก.1 สายบัวพันธุ์บัวสายชนิดสีขาว *(Nymphaeapubescens*Willd.*)*

ภาพที่ ก.2 แป้งสาลี ตราว่าว

ภาพที่ ก.3 แป้งมันสำปะหลัง ตรา ปลามังกร

ภาพที่ ก.4 คาราจีแนน ตรา CARRAGEENAN KL-805 FOOD

ภาพที่ ก.5 น้ำมันรำข้าว ตราคิง

อุปกรณ์

ภาพที่ ก.6 พิมพ์ขึ้นรูปสแตนเลสรูปทรงกระบอก
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง × ความยาว คือ 7 × 6 เซนติเมตร

ขั้นตอนการผลิต

สายบัวสด คัดแยก

↓

หั่นสายบัว ขนาด 4-5 เซนติเมตร

↓

นำสายบัวที่หั่นแล้วไปนึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือด เวลา 5-10 นาที

↓

ชั่งน้ำหนักสายบัวหลังนึ่ง แล้วนำไปเทใส่ผ้าขาวบาง บีบน้ำและชั่งน้ำหนักสายบัวหลังบีบน้ำ

↓

นวดผสมสายบัวกับแป้งมันสำปะหลังให้เป็นเนื้อเดียวกัน

↓

อัดลงพิมพ์ (รูปทรงกระบอกขนานเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.1 เซนติเมตร)
ขนานความกว้าง × ความยาว 5.1×7.7 เซนติเมตร ปริมาณ 170 ± 2กรัม/กระบอก

↓

นำไปนึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือด เวลา 30 นาที

↓

นำออกจากพิมพ์ แล้วตั้งพักไว้ที่อุณหภูมิห้องให้อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ลดลงเหลือประมาณ 32±2 องศาเซลเซียส

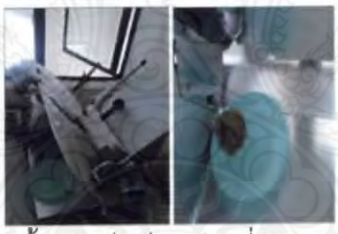
↓

นำผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 คืน
อุณหภูมิที่นำผลิตภัณฑ์ออกมาประมาณ -18 องศาเซลเซียส

↓

นำผลิตภัณฑ์ออกจากช่องแช่แข็งเพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้ผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิสูงขึ้น
จนอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ประมาณ 27 ± 2 องศาเซลเซียส

↓



นำไปสไลด์ด้วยเครื่องหั่นสไลด์เนื้อแช่แข็งเป็นแผ่น ที่ขนาดความหนา 0.2±0.1 เซนติเมตร
ขนาดน้ำหนัก5±1 กรัม

↓

เรียงบนตะแกรงสแตนเลส① ที่วางอยู่บนถาดสแตนเลส② นำเข้าไปอบ
ด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 80องศาเซลเซียส จนผลิตภัณฑ์มีค่าปริมาณน้ำอิสระน้อยกว่า 0.6

↓

นำมาทอดในน้ำมันรำข้าว ยี่ห้อ คิงโดยใช้เครื่องหม้อทอดไฟฟ้า ยี่ห้อ Princess รุ่น 182015ที่อุณหภูมิประมาณ 190 ± 5 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 5-10วินาที

↓

ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำมันแล้วซับน้ำมันด้วยกระดาษซับน้ำมัน

↓

เรียงบนตะแกรงสแตนเลส① ที่วางอยู่บนถาดสแตนเลส② นำเข้าไปอบ

↓

อบด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 5 ± 1นาที

แผนภูมิที่ ก.1 แสดงขั้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบจากบัวพันธุ์บัวสายโดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อน

หมายเหตุ

①ขนาดของตะแกรงสแตนเลส ความกว้าง×ความยาว 25×42 เซนติเมตร

② ขนานถาดสแตนเลส ความกว้าง × ความยาว 37× 49 เซนติเมตร

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ใบรายงานการทดสอบ

เรื่อง การให้คะแนนความชอบ

ผลิตภัณฑ์ สายบัวแผ่นอบกรอบ ชุดที่ .....

ชื่อ ..... วันที่ ..... เวลา .....

คำแนะนำ ตัวอย่างสายบัวแผ่นคือสายบัวที่ผ่านการกระบวนการนึ่ง แช่แข็ง และสไลด์เป็นแผ่นบางๆ มาจัดเรียงใส่ถาดนำไปอบ และทอดหลังจากนั้นทำการอบไล่น้ำมันอีกครั้ง กรุณาทดสอบตัวอย่างที่เสนอให้จากซ้ายไปขวาแล้วให้คะแนนความชอบตัวอย่างในแต่ละปัจจัยที่ใกล้เคียงกับความรู้สึกของท่านมากที่สุด โดยกำหนดให้

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

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	คะแนนความชอบ		
	รหัส	รหัส	รหัส .....
ลักษณะปรากฏ			
ลักษณะปรากฏ (ความมันบนผิวหน้า)			
สี			
กลิ่น			
ลักษณะเนื้อสัมผัส(ความกรอบ)			
ความชอบโดยรวม			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ขอบคุณ

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามพฤติกรรมของผู้บริโภค

แบบสอบถามการพัฒนาผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบจากบัวพันธุ์บัวสาย

โดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อน

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

เรื่อง แบบสอบถามการพัฒนาผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบจากบัวพันธุ์บัวสายโดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อน

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้ เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับการสำรวจพฤติกรรมและความคิดเห็นในการที่จะนำสายบัวแผ่นอบกรอบมาปรุงรส เพื่อประกอบการเรียนวิชา โครงงานพิเศษเรื่องการวิจัยและพัฒนาสายบัวแผ่นอบกรอบของนักศึกษาปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร จึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการตอบแบบสอบถาม เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการศึกษาวิจัยต่อไป โดยให้ (✓) ลงในช่องว่าง

แบบสอบถามแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 Pre-question

ส่วนที่ 2 Personal question

ส่วนที่ 3 Consumer question

ขอขอบพระคุณที่ให้ความร่วมมือ

นายพรรษพล แจงเล็ก
นางสาวพรจิตต์ อินทร์โต
นางสาวชุติมา เย็นแดง
ผู้วิจัย

แบบสอบถามการพัฒนาผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบจากบัวพันธุ์บัวสาย

โดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อน

ส่วนที่ 1 Pre-question

สายบัวแผ่บอบกรอบ คือ การนำเอาสายบัวสด คัดแยก หั่นเป็นชิ้น นำไปนึ่ง จากนั้นบีบน้ำออกจากสายบัวและนำสายบัวที่ได้ไปผสมกับ แป้งมันสำปะหลัง อัดลงพิมพ์ นำไปนึ่ง แช่แข็ง และสไลด์เป็นแผ่นบางๆ จัดเรียงใส่ลงตะแกรงสแตนเลสแล้วนำเข้าตู้อบลมร้อนแบบถาด หลังอบนำมาทอด แล้วอบไล่น้ำมันอีกครั้ง

☐ รู้จัก ☐ ไม่รู้จัก

ส่วนที่ 2 Personal question

กรุณาทำเครื่องหมายถูก ✓ ลงใน ☐ ตามลักษณะของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ

☐ แรกเกิด– 5 ปี ☐ 6 - 11 ปี ☐ 12 - 20 ปี

☐ 20 - 60 ปี ☐ มากกว่า 60 ปี

3. ระดับการศึกษา

☐ ต่ำกว่ามัธยมศึกษาตอนปลาย ☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.

☐ อนุปริญญา/ปวส. ☐ ปริญญาตรี

☐ สูงกว่าปริญญาตรี

4. อาชีพ

☐ ข้าราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ ☐ พนักงานบริษัทเอกชน

☐ ครู/อาจารย์ ☐ นักเรียน/นักศึกษา

☐ นายจ้าง/เจ้าของกิจการ ☐ แม่บ้าน/พ่อบ้าน

☐ อื่น.....

5. ระดับรายได้ต่อเดือน

☐ ต่ำกว่า 500 บาท ☐ 500 – 1,500 บาท
☐ 1,501–3,000 บาท ☐ 3,001–5,000 บาท
☐ 5,001 - 10,000 บาท ☐ 10,001 – 15,000 บาท
☐ 15,001 – 30,000 บาท ☐ 30,001 – 50,000 บาท
☐ มากกว่า 50,000 บาท

<u>ส่วนที่ 3</u> Consumer question

1. คุณเคยรับประทานผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวประเภทผักแผ่นอบกรอบหรือไม่

☐ เคย (ไปที่ข้อ 2-4) ☐ ไม่เคย (ไปที่ข้อ 4)

2. คุณชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวประเภทผักแผ่นอบกรอบหรือไม่

☐ ชอบ ☐ เฉย เฉย ☐ ไม่ชอบ

3. คุณพบเห็น/ซื้อผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวประเภทผักแผ่นอบกรอบที่ไหนบ้าง ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

☐ ร้านค้าในห้างสรรพสินค้า ☐ ร้านค้าตามตึกแถว
☐ โรงแรม ☐ ห้องอาหาร/ร้านอาหาร
☐ ซูเปอร์มาร์เก็ต ☐ ร้านสะดวกซื้อ
☐ ต่างประเทศ ☐ อื่นๆ (ระบุ).....

4. หากมีการเติมผงปรุงรสในผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวประเภทผักแผ่นอบกรอบ ควรเป็นผงปรุงรส อะไรบ้าง (อธิบาย: ผงปรุงรสอาหารเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้เพื่อเสริมรสหรือปรุงแต่งรสชาติอาหาร) ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ

☐ รสบาร์บีคิว
☐ รสฮอทแอนด์สไปซี่
☐ รสซาวด์ครีมและหัวหอม
☐ รสโนริสาหร่าย
☐ รสปาปิก้า
☐ รสต้มยำ
☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

5.คุณคิดว่าราคาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบบรรจุใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยล์ซึ่งมีน้ำหนักสุทธิต่อซอง 20 กรัม ควรมีราคาเท่าไร

☐ 30 บาทต่อถุง
☐ 35 บาทต่อถุง
☐ 40บาทต่อถุง
☐ อื่นๆโปรดระบุ.....

6. คุณยอมรับในผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบจากบัวพันธุ์บัวสายโดยกระบวนการอบแห้งแบบอบลมร้อนหรือไม่

☐ ยอมรับ ☐ ไม่ยอมรับ

จบแบบสอบถาม

ขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความกรุณาในการตอบแบบสอบถามเป็นอย่างยิ่ง

ภาคผนวก ง

วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพ

ค่าสี (Spectrophotometer) รุ่น CM-3500d

วิธีการวิเคราะห์

1. เปิดสวิตช์เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องวัดค่าสี
2. เข้าโปรแกรม Spectra Magic ที่หน้าจอเครื่องคอมพิวเตอร์
3. คลิกที่ปุ่ม Connect (ที่แถบข้างบน) เพื่อเป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องวัดค่าสีจากนั้นลองสังเกตที่แถบข้างล่างขวาเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียว
4. ทำการคาริเบตเครื่อง (Calibration) โดยคลิกที่ปุ่ม Calibration (ที่แถบข้างบน) ใส่แผ่นกระจกใสไว้ที่ช่องข้างบนภายใน Target Mask
5. เมื่อคาริเบตเสร็จแล้วให้คลิกที่ปุ่ม Measure Target ตั้งชื่อตัวอย่างใหม่พร้อมกับใส่ตัวอย่างชนิดแห้งหรือชนิดเหลวลงใน Target (ภาชนะที่ใส่ตัวอย่าง)
6. จากนั้นปิดด้วยกระบอกสีดำข้างบน (กรณีที่วัดการสะท้อนของวัตถุด้านบน), ปิดด้วยตลับสีขาวด้านบน (กรณีวัดการส่งผ่านของวัตถุด้านบน)
7. จากนั้นเข้าที่ปุ่ม Measure Targe ตั้งชื่อซ้ำของตัวอย่างเดิม (กรณีเป็นซ้ำของตัวอย่าง) จากนั้นทาตามข้อ 6 บันทึกผลการทดลองจากตารางในคอมพิวเตอร์ค่า L* a* b*

การแสดงค่าสี ประกอบด้วย

1. ค่า L* หมายถึงค่าความสว่างมีค่าจาก 0 คือสีดำถึง 100 คือสีเขียว
2. ค่า a* หมายถึงค่าความเป็นสีแดงและสีเขียวโดยค่าบวกแสดงถึงความเป็นสีแดงและค่าลบแสดงถึงความเป็นสีเขียว
3. ค่า b* หมายถึงค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินโดยค่าบวกแสดงถึงความเป็นสีเหลืองและค่าลบแสดงเป็นสีน้ำเงิน

ค่าปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) ยี่ห้อ AQUA LA รุ่น Series 3 TE

วิธีการวิเคราะห์

1. เปิดสวิตซ์เครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ ทิ้งไว้ 30 นาทีก่อนใช้เครื่อง
2. คาริเบตเครื่องด้วยน้ำเปล่า จนเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระอ่านค่าเป็น 1 a_w
3. นำตัวอย่างที่ต้องการวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ บดให้ละเอียด
4. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 2 กรัม ใส่ลงไปในภาชนะที่ใช้ใส่ตัวอย่างในการวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ แล้วนำไปเข้าเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ
5. รอเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ อ่านค่าจะมีเรื่องดัง และมีไฟสีเขียวกระพริบ
6. ทำการจดบันทึกค่าทำอีก 3 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

ค่าความชื้นแบบอินฟราเรด (Infrared Moisture Analyzer)ยี่ห้อ SARTORIUS รุ่น MA 150 C-000230V1

วิธีการวิเคราะห์

1. เสียบปลั๊กเครื่องอินฟราเรด
2. เตรียมตัวอย่างให้เป็นผง
3. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 3 กรัม ใส่ภาชนะใส่ตัวอย่างแล้วนำไปใส่เครื่องอินฟาเรดเพื่อวัดค่าความชื่น
4. รอเครื่องเสียงดังแล้วทำการอ่านค่าความชื่น
5. ทำการวัดค่า 3 ซ้ำ เพื่อหาค่าเฉลี่ย

ลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) รุ่น TAXA2i

เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) รุ่น TAXA2i ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Typical Texture Expert™ โดยใช้วิธีการวัดแบบ Measure Fore in Compression

การเตรียมตัวอย่างสายบัวแผ่นอบกรอบ

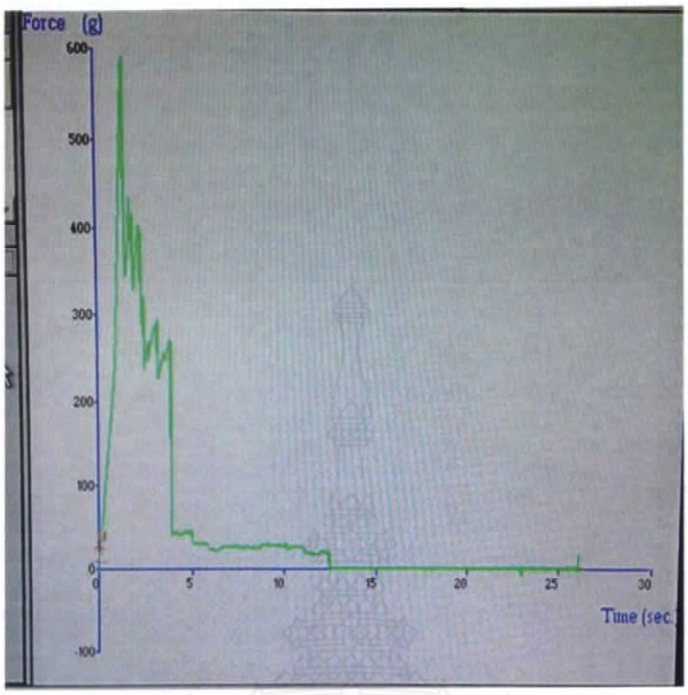
เตรียมตัวอย่างสายบัวแผ่นอบกรอบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.5 เซนติเมตร ขนาดความหนา 0.2 เซนติเมตร ต่อหัวP0.25S w"SPHERICAL STAINLESS เข้ากับเครื่องวัด กำหนดสภาวะในการทำงานของเครื่อง ดังแสดงในตารางผนวกง.1

ตารางผนวกง.1 สภาวะในการทำงานของเครื่อง

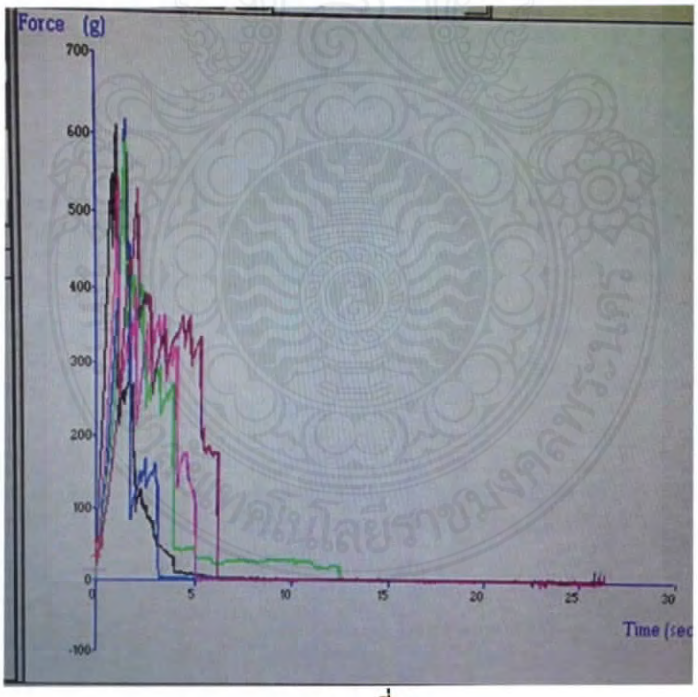
Caption	Value	Units
Pre-Test Speed	1.0	mm./sec.
Test Speed	1.0	mm./sec.
Post-Test Speed	10.0	mm./sec.
Distance	25	%
Time	3.00	sec
Trigger type	Auto -5	g
Data	500	pps

การวิเคราะห์

ทำการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่างแสดงผลเป็นค่าความแข็ง (Hardness) ค่าความกรอบ (Crispyness)



ภาพ ง. ที่ 1



ภาพ ง. ที่ 2

ภาคผนวก จ

วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น
(Determination of moisture content)

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้นตามวิธี (AOAC, 2005)

1. นำmoisture can อบในตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำมาใส่ในโถดูดความชื้น 30 นาที
2. ชั่งน้ำหนัก moisture can ให้ได้น้ำหนักคงที่
3. ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ moisture can
4. นำmoisture can เข้าตู้อบลมร้อน (Hot air oven) 2 ชั่วโมง จดน้ำหนักที่ได้แล้วนำตัวอย่างเข้าอบจนตัวอย่างมีน้ำหนักคงที่ หรือห่างกัน ≤ 0.05 กรัมนำค่าที่ได้ไปคำนวณ

<u>สูตร</u>

$$\text{ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{W}{W_S} \times 100$$

เมื่อ W = น้ำหนักความชื้น (กรัม) = $W_S - (W_T - W_B)$

W_S = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

W_T = น้ำหนักถ้วยที่มีตัวอย่างหลังอบแห้ง (กรัม)

W_B = น้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมเปล่า (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน
(Determination of crude fat)

วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันตามวิธี Acid Hydrolysis method (AOAC, 2005)

1. นำตัวอย่างที่ผ่านการอบไล่ความชื้นและทราบน้ำหนักที่แน่นอนชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 2 กรัมใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร
2. เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 2 มิลลิลิตรและกรดไฮโดรคลอริก (25 + 11) 10 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากัน ปิดขวดรูปชมพู่ด้วยกระจกนาฬิกา
3. นำไปให้ความร้อนบนอ่างควบคุมอุณหภูมิ 70 – 80 องศาเซลเซียสประมาณ 30 – 40 นาที คนสารเป็นระยะทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
4. ถ่ายสารละลายใสในกรวยแยกขนาด 100 มิลลิลิตร
5. ล้างขวดรูปชมพู่ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 10 มิลลิลิตรแล้วเทผสมในกรวยแยก
6. ล้างอีกรอบด้วยเอทิลอีเทอร์ 25 มิลลิลิตรแล้วเทผสมในกรวยแยก
7. ปิดจุกกรวยแยกแล้วเขย่า 1 นาทีและลดความดันในกรวยแยก
8. ล้างขวดรูปชมพู่ด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ 25 มิลลิลิตรปิดจุกและเขย่าอีก 1 นาทีและลดความดัน
9. ตั้งสารละลายให้แยกชั้น
10. ไขสารละลายชั้นล่างลงขวดรูปชมพู่และเทสารชั้นบนผ่านสำลีปราศจากไขมันลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
11. ทำการสกัดซ้ำอีก 2 ครั้งโดยใช้อีเทอร์และปิโตรเลียมอย่างละ 15 มิลลิลิตรในการสกัดแต่ละครั้งตามลำดับ
12. เมื่อทำการสกัดครบ 3 ครั้งแล้วนำบีกเกอร์ที่ได้ไประเหยบนอ่างน้ำเดือด
13. นำบีกเกอร์ที่ได้ไปอบในตู้อบความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสนาน 1 ชั่วโมง
14. ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาทีและชั่งน้ำหนักอบซ้ำและชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่หรือผลต่างของน้ำหนักต่างกัน ≤ 0.05 กรัม
15. เมื่อได้น้ำหนักคงที่แล้วนำบีกเกอร์มาล้างไขมันออกด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์
16. แล้วนำไปอบในตู้อบความร้อนแห้งนาน 1 ชั่วโมง
17. ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาทีและชั่งน้ำหนัก

<u>สูตร</u>

ปริมาณไขมัน (เปอร์เซ็นต์)

$$\text{ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{[W_T - W_B - B]}{W_S} \times 100$$

เมื่อ W_B = น้ำหนักบีกเกอร์เปล่าหลังอบ (กรัม)

W_T = น้ำหนักบีกเกอร์และไขมันที่ได้หลังอบ (กรัม)

B = ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตะกอนของแบลงค์ (กรัม)

W_S = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

วิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร
(total dietary fiber)

วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใยหยาบตามวิธี Enzymatic-Gravimetric Method (AOAC, 2005)

1. ชั่งตัวอย่าง 0.5 – 1 กรัม (ความละเอียด 0.0001 กรัม) ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร ทำ 4 ซ้ำและทาแบลงค์ 2 ใบน้ำหนักของตัวอย่างไม่ควรแตกต่างกันมากกว่า 20 มิลลิลิตรเติมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่มีค่าความเป็นกรด – ด่างเท่ากับ 6.0 จำนวน 50 มิลลิลิตรลงในบีกเกอร์แต่ละใบ (ตรวจสอบพีเอช 6.0 ± 0.2 ถ้าจำเป็น)

2. -amylase (heat-stable) ปริมาตร 50 ไมโครลิตรวาง magnetic sterring bar ลงในบีกเกอร์ปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ และวางลงไปในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ95 – 100 องศาเซลเซียส(โดยวางบีกเกอร์ให้ตรงกับตำแหน่งของ magnetic stirrer) นาน 30 นาทีโดยกวนอย่างช้าๆ

3. ยกบีกเกอร์ออกจากอ่างน้ำตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.275 นอร์มอล 10 มิลลิลิตรตรวจสอบพีเอชเท่ากับ 7.5 ± 0.2 เติมเอนไซม์ Protease ปริมาตร 50 ไมโครลิตรปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ ให้ความร้อนในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีโดยกวนอย่างต่อเนื่อง

4. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.325 โมลาร์ 10 มิลลิลิตร ตรวจสอบพีเอชให้เท่ากับ 4.0 – 4.6 เติม amyloglucosidase 150 ไมโครลิตรปิดบีกเกอร์ด้วยอลูมิเนียมฟอยล์และให้ความร้อนในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสนาน 30 นาทีกวนอย่างต่อเนื่อง

5. ยกบีกเกอร์ออกจากอ่างน้ำตกตะกอน dietary fiber ด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 250 มิลลิลิตรที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส (วัดปริมาตรก่อนให้ความร้อน) ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 60 นาที

6. กรองตะกอนด้วย fritted crucible ที่มี celite (ที่ทราบน้ำหนัก fritted crucible ที่แน่นอน) ทำ celite ให้เปียกด้วยเอทานอล 78 เปอร์เซ็นต์ก่อนกรอง

7. หลังจากกรองตะกอนแล้วให้ล้างตะกอนด้วยเอทานอล 78 เปอร์เซ็นต์ล้าง 3 ครั้งๆละ 20 มิลลิลิตรเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ล้าง 2 ครั้งๆละ 10 มิลลิลิตรและอะซิโตน 2 ครั้งๆละ 10 มิลลิลิตร

8. นำ fritted crucible มาอบข้ามคืนในตู้อบความร้อนแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสทำให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่งน้ำหนัก (ความละเอียด 0.0001 กรัม)

9. นำตะกอนที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนและปริมาณเถ้า (วิเคราะห์แบลงค์และตัวอย่างอย่างละ 2 ซ้ำ)

10. วิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยนำตะกอนที่ได้ถ่ายลงในหลอดกลั่น (distillation vessel) เติมตัวเร่งปฏิกิริยา (โพแทสเซียมซัลเฟต-ซีลีเนียม) จำนวน 2 เม็ดและเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 15 มิลลิลิตร

11. นำไปย่อยด้วยเครื่องย่อยสารจนกระทั่งได้สารละลายใสตั้งทิ้งไว้ให้เย็นหยดเมทิลเรดอินดิเคเตอร์ 1-2 หยด

12. นำหลอดกลั่นใส่ในเครื่องกลั่นเติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตรเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์จนมีความเป็นด่างจนเกินพอ (สารละลายเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง)

13. ในขวดรูปชมพู่ที่รองรับสารที่กลั่นได้ใส่สารบอริกเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 25 มิลลิลิตร และหยดอินดิเคเตอร์ผสม (เมทิลเรดและเมทิลีนบลู) 4 หยดทำการกลั่นและเก็บสารละลายที่กลั่นได้ให้ได้ปริมาตรประมาณ 200 มิลลิลิตร

14. ไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้ด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอลจนถึงจุดยุติ (สารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเทา)

15. วิเคราะห์หาปริมาณเถ้าโดยเผา fritted crucible ที่ 525 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 ชั่วโมงทิ้งไว้ในเตาเผาจนกว่าอุณหภูมิลดลง ≤ 250 องศาเซลเซียสทาให้เย็นในโถดูดความชื้นอย่างน้อย 45 นาทีและชั่งน้ำหนัก

<u>สูตร</u>

ปริมาณใยอาหาร (drain weight)

$$TDF_{dw} \text{ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{[W_B - A_S - P_S - B]}{W_S} \times 100$$

เมื่อ W_R = น้ำหนักตะกอนของตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

A_S = ปริมาณเถ้าของตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

P_S = ปริมาณโปรตีนของตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

W_S = น้ำหนักของตัวอย่าง (มิลลิกรัม)

ปริมาณใยอาหาร (wet weight)

$$TDF_{WW} \text{ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{TDF_{dw} \times TS}{100}$$

เมื่อ TS = ปริมาณของแข็งได้จาก 100 – ความชื้น (เปอร์เซ็นต์) – ไขมัน (เปอร์เซ็นต์) – น้าตาล (เปอร์เซ็นต์)

TS = ปริมาณของแข็งทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน
(Determination protein)

วิธีวิเคราะห์

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนตามวิธี Kjeldahl method (AOAC, 2005)

1. ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 0.5 – 2 กรัมถ้าตัวอย่างเป็นของแข็งให้ชั่งใส่ลงในกระดาษกรองปราศจากไนโตรเจนห่อและนาตัวอย่างใส่ลงในหลอดกลั่น
2. เติมตัวเร่งปฏิกิริยา (โพแทสเซียม-ซีลีเนียม) จำนวน 2 เม็ดและเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 15 มิลลิลิตร
3. สวม suction tube เข้ากับหลอดกลั่นและยึดหลอดกลั่นกับ suction tube ให้แน่นด้วยยางยืด
4. วางหลอดกลั่นลงในเครื่องย่อยสารที่ปรับปุ่ม power control ไว้แล้วที่หมายเลข 5 ซึ่งความร้อนที่ตั้งไว้จะไม่ทาให้ตัวอย่างเดือดแรงขึ้นไปจนถึงคอของหลอด
5. ย่อยตัวอย่างไปอย่างน้อย 20 นาทีหรือจนกระทั่งควันสีขาวเกิดขึ้นในหลอดแล้วปรับปุ่ม power control ไปที่หมายเลข 10 ย่อยตัวอย่างจนกระทั่งได้สารละลายใสและย่อยต่อไปอีกประมาณ 15 นาที
6. เมื่อย่อยตัวอย่างเสร็จตั้งทิ้งไว้ให้เย็นและจนไอแก๊สหายไป
7. กลั่นโดยเครื่องกลั่น Buchi 323 หรือ Buchi 324 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตรและเติมเมทิลเรดอินดิเคเตอร์ 1 หยด
8. ใส่กรดบอริกเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 25 มิลลิลิตรลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายอินดิเคเตอร์ผสม 4 หยดเขย่าให้เข้ากันและวางขวดไว้บนตำแหน่งรับสารละลายที่กลั่นได้ของเครื่องกลั่น
9. นำหลอดกลั่นใส่ในเครื่องกลั่นเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ จนมีความเป็นด่างเกินพอ (สารละลายเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเหลือง)
10. ทำการกลั่นและเก็บของเหลวที่กลั่นได้ในขวดรูปชมพู่ที่มีกรดบอริกอยู่ให้ได้ปริมาตรรวม 200 มิลลิลิตร
11. ไทเทรตของเหลวที่กลั่นได้ด้วยสารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 นอร์มอลที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนจนถึงจุดยุติ
12. ทำแบลงค์โดยใช้น้ำกลั่นแทนตัวอย่างและทำการทดสอบเหมือนตัวอย่าง

<u>สูตร</u>

ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง

$$A\ (\text{เปอร์เซ็นต์}) = \frac{(V_A - V_B) \times 1.4007 \times N}{W}$$

เมื่อ A = ปริมาณของไนโตรเจนที่ได้จากการทดสอบ (เปอร์เซ็นต์)

V_AและV_B = ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไทเทรตตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก (นอร์มอล)

1.4007 = มิลลิกรัมสมมูล (Milliequivalent weight) ของไนโตรเจน × 100

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

ปริมาณโปรตีนในตัวอย่าง

Protein (เปอร์เซ็นต์) = A × F

เมื่อ A = ปริมาณไนโตรเจนในตัวอย่าง (เปอร์เซ็นต์)

F = factor ที่ใช้คำนวณโปรตีน

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า
(Determination of ash)

<u>วิธีวิเคราะห์</u>

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าตามวิธี Direct method (AOAC, 2005)

1. เผาถ้วยครูซิเบิลพร้อมฝาชั่งจนได้น้ำหนักคงที่
2. ชั่งตัวอย่างใส่ในถ้วยครูซิเบิลที่ทราบน้ำหนักแน่นอน
3. วางถ้วยครูซิเบิลบนเตาไฟฟ้าจนน้ำระเหยออกหมด
4. วางบนเตาหลุมจนหมดควัน
5. ปิดฝาถ้วยครูซิเบิลนำใส่ในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสนาน 2 ชั่วโมง
6. ถ้าเถ้าไม่ขาวให้หยดน้ำกลั่น 2 - 3 หยดวางถ้วยครูซิเบิลบนเตาไฟฟ้าจนน้ำแห้ง
7. วางถ้วยครูซิเบิลบนเตาหลุมเผาจนแห้ง
8. นำถ้วยครูซิเบิลออกจากเตาเผาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นอย่างน้อย 45 นาทีชั่งน้ำหนัก
9. ปิดฝาถ้วยครูซิเบิลนำใส่ในเตาเผาอีกครั้งและชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่หรือน้ำหนักสองครั้งสุดท้ายต่างกัน ≤ 0.0010 กรัมให้ใช้ค่าน้ำหนักที่ต่ำสุดจากการอบซ้ำจนน้ำหนักคงที่มาคำนวณ

<u>สูตร</u>

$$\text{เถ้า (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{W}{W_S} \times 100$$

เมื่อ W = น้ำหนักเถ้า (กรัม) = WT – WB

W_T = น้ำหนักถ้วยครูซิเบิลที่มีเถ้าหลังเผา (กรัม)

W_B = น้ำหนักถ้วยครูซิเบิล (กรัม)

W_S = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต
(Determination of Carbohydrates)

วิธีวิเคราะห์

คำนวณโดยใช้ความแตกต่างของน้ำหนักตัวอย่างแห้งละปริมาณขององค์ประกอบอื่นๆ ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (เปอร์เซ็นต์) = 100 - (เปอร์เซ็นต์ของโปรตีน + เปอร์เซ็นต์ของเถ้า+ เปอร์เซ็นต์ของความชื้น + เปอร์เซ็นต์เส้นใย)

ภาคผนวก ฉ
ต้นทุนผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ

ราคาต้นทุนของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ 1 สูตร

ตารางที่ฉ.1 แสดงต้นทุนการผลิตสายบัวแผ่นอบกรอบต่อ 1 สูตร

ส่วนประกอบ	ราคาส่วนประกอบที่ใช้ (บาท/กิโลกรัม)	จำนวนที่ใช้ (เปอร์เซ็นต์)	ราคา (บาท)
สายบัว	18	95	9
แป้งมันสำปะหลัง	32	5	0.16
	รวม		9.16

ราคาต้นทุนของผลิตภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ 1 สูตร

ปริมาณส่วนผสม 1 สูตร เท่ากับ 100 กรัม = 9.16 บาท

ถ้า ปริมาณส่วนผสม ต่อ 1 ครั้ง เท่ากับ 170 กรัม = $\frac{170 \times 9.16}{100}$ บาท

= 15.57 บาท

แต่มีส่วนเหลือทิ้ง

สายบัวแผ่น 170 กรัม = 15.75 บาท

จะได้สายบัวแผ่น 110 กรัม = $\frac{110 \times 15.75}{170}$ บาท

= 10.19 บาท

ดังนั้น ส่วนเหลือทิ้งคิดเป็น 15.75-10.19 = 5.56 บาท

ภาพที่ฉ.1 ลักษณะบรรจุภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ (ด้านหน้า)

ภาพที่ฉ.2ลักษณะบรรจุภัณฑ์สายบัวแผ่นอบกรอบ (ด้านหลัง)

ภาพผนวก ช
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน1038/2548
ผักทอดกรอบ

1. ขอบข่าย

1.1มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมผักทอดกรอบที่บรรจุในภาชนะบรรจุ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้มีดังต่อไปนี้
2.1ผักทอดกรอบหมายถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผักที่อยู่ในสภาพดีเช่นแครอทฟักทองเห็ดมาทำให้มีขนาดและรูปร่างตามต้องการนำไปทอดอาจอบแห้งด้วยก็ได้อาจปรุงรสด้วยเครื่องปรุงรสเช่นเกลือน้ำตาลเนยเนยเทียมปาปริก้า

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1ลักษณะทั่วไป
ต้องแห้งไม่เกาะติดกันอาจมีชิ้นหักได้บ้างเล็กน้อย
3.2สี
ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของผักทอดกรอบสม่ำเสมอไม่ไหม้เกรียม
3.3กลิ่นรส
ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของผักทอดกรอบปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์
3.4ลักษณะเนื้อสัมผัส
ต้องกรอบไม่เหนียวหรือแข็งกระด้าง
เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ8.1แล้วต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคนไม่น้อยกว่า3คะแนนและไม่มีลักษณะใดได้1คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง
3.5สิ่งแปลกปลอม
ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้เช่นเส้นผมดินทรายกรวดชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์
3.6ความชื้น
ต้องไม่เกินร้อยละ12โดยน้ำหนัก

3.7ค่าเพอร์ออกไซด์
ต้องไม่เกิน30มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม
3.8วัตถุเจือปนอาหาร
3.8.1ห้ามใช้สีสังเคราะห์และวัตถุกันเสียทุกชนิด
3.8.2หากมีการใช้วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสและสารกันหืนให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

3.9จุลินทรีย์
3.9.1จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน1 × 10^3โคโลนีต่อตัวอย่าง1กรัม
3.9.2ราต้องไม่เกิน100โคโลนีต่อตัวอย่าง1กรัม

4. สุขลักษณะ

4.1สุขลักษณะในการทำผักทอดกรอบให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวกก.

5. การบรรจุ

5.1ให้บรรจุผักทอดกรอบในภาชนะบรรจุที่สะอาดปิดได้สนิทและสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้
5.2น้ำหนักสุทธิของผักทอดกรอบในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1ที่ภาชนะบรรจุผักทอดกรอบทุกหน่วยอย่างน้อยต้องมีเลขอักษรหรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน
(1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์เช่นผักทอดกรอบแครอททอดกรอบฟักทองทอดกรอบเห็ดทอดกรอบ
(2) ส่วนประกอบที่สำคัญ
(3) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)
(4) น้ำหนักสุทธิ
(5) วันเดือนปีที่ทำและวันเดือนปีที่หมดอายุหรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วันเดือนปี)”
(6) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา
(7) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำพร้อมสถานที่ตั้งหรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1รุ่นในที่นี้หมายถึงผักทอดกรอบที่มีส่วนประกอบเดียวกันทำในระยะเวลาเดียวกัน
7.2การชักตัวอย่างและการยอมรับให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้
7.2.1การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอมการบรรจุและเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน3หน่วยภาชนะบรรจุเมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ3.5ข้อ5. และข้อ6. จึงจะถือว่าผักทอดกรอบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไปสีกลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัสให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ7.2.1แล้วจำนวน3หน่วยภาชนะบรรจุเมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ3.1ถึงข้อ3.4จึงจะถือว่าผักทอดกรอบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความชื้นค่าเพอร์ออกไซด์และวัตถุเจือปนอาหารให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน3หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวมโดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า300กรัมกรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนดเมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ3.6ถึงข้อ3.8จึงจะถือว่าผักทอดกรอบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.4การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน3หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวมโดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า200กรัมกรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนดเมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ3.9จึงจะถือว่าผักทอดกรอบรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างผักทอดกรอบต้องเป็นไปตามข้อ7.2.1ข้อ7.2.2ข้อ7.2.3และข้อ7.2.4ทุกข้อจึงจะถือว่าผักทอดกรอบรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1การทดสอบลักษณะทั่วไปสีกลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบผักทอดกรอบอย่างน้อย5คนแต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 เทตัวอย่างผักทอดกรอบลงในจานกระเบื้องสีขาวตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนนให้เป็นไปตามตารางที่1

ตารางที่1หลักเกณฑ์การให้คะแนน

(ข้อ8.1.3)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง
ลักษณะทั่วไป	ต้องแห้ง ไม่เกาะติดกัน อาจมีชิ้นหักได้ บ้างเล็กน้อย	4	3	2	1
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของผักทอดกรอบ สม่ำเสมอ ไม่ไหม้เกรียม	4	3	2	1
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของผักทอดกรอบ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	4	3	2	1
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ต้องกรอบ ไม่เหนียวหรือแข็งกระด้าง	4	3	2	1

8.2การทดสอบสิ่งแปลกปลอมภาชนะบรรจุและเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบความชื้นและวัตถุเจือปนอาหารให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.4 การทดสอบค่าเพอร์ออกไซด์ให้ใช้วิธีทดสอบตาม IUPAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การทดสอบจุลินทรีย์ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.6 การทดสอบน้ำหนักสุทธิให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

ประวัติผู้ศึกษา

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นามสกุล นาย พรรษพล แจงเล็ก
วัน เดือน ปีที่เกิด 4 มิถุนายน 2536
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 48/5 หมู่ 12ตำบลสวนหลวง อำเภอกระทุ่มแบน ถนนเลียบคลองแคราย จังหวัดสมุทรสาคร รหัสไปรษณีย์ 74110

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดหนองแขม	2547
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม	2550
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม	2553

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นามสกุล นางสาวพรจิตต์ อินทร์โต
วัน เดือน ปีที่เกิด 31 สิงหาคม 2535
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 29/43 หมู่ 7 ถนนสวนหลวงร่วมใจ ตำบลสวนหลวง อำเภอกระทุ่มแบนจังหวัด สมุทรสาคร รหัสไปรษณีย์ 74110

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	**ชื่อสถาบัน**	**ปีที่สำเร็จการศึกษา**
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดใหม่หนองพะอง (ทับทองวิทยาธาร)	2547
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม	2550
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม	2553

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ นามสกุล นางสาวชุติมา เย็นแดง
วัน เดือน ปีที่เกิด 27 ตุลาคม 2535
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 181 หมู่ที่ 5 ตำบลสลุย อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร รหัสไปรษณีย์ 86140

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านเหมืองทอง	2547
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ้านคัธทรัพย์	2550
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนมีนประสาทวิทยา	2553