

**การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบที่มีใยอาหารสูงจากรั้วพืช****Development of High Fiber Cereal Cracker****จันทร์ทิพา หิรัญญ์ วรรณญา จุ้ยสุ้ย และ ธิติมา จันทโกศล<sup>1</sup>****Jantipa Hiran Wanna Juisui and Thitima Jantakoson****บทคัดย่อ**

การศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบที่มีใยอาหารสูงจากรั้วพืชของกลุ่มแม่บ้านบ้านในไร้ต.รัตภูมิ อ.ควนเนียง จ. สงขลา โดยการนำรั้วพืช ได้แก่ ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว ถั่วแดง ถั่วเขียวซีก ลูกเดือย และงาขาว มาทำการผลิตผลิตภัณฑ์โดยใช้อัตราส่วนของรั้วพืชที่แตกต่างกัน 3 สูตร จากนั้นทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีเรียงลำดับความชอบ พบว่าผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบที่มีใยอาหารสูงจากรั้วพืชสูตรที่มีอัตราส่วนของถั่วเขียวซีกในส่วนผสมมากกว่าสูตรอื่นๆ ได้รับการยอมรับมากที่สุด เมื่อทำการศึกษาความหนาของแผ่นขนมอบกรอบที่มีใยอาหารสูงจากรั้วพืชและระยะเวลาในการอบกรอบที่เหมาะสมต่อการยอมรับของผู้บริโภค พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปให้มีความหนา 0.5 มิลลิเมตร ทำการอบแห้งที่สภาวะอุณหภูมิ 70 °C นาน 120 นาที และทำการอบกรอบที่สภาวะอุณหภูมิ 250 °C นาน 4 นาที ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดโดยผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีปริมาณใยอาหารร้อยละ 3.34 เมื่อทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในถุงลามิเนตอลูมิเนียมฟอยล์ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น พบว่าสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่สภาวะอุณหภูมิห้องได้นาน 56 วัน และผลิตภัณฑ์ยังมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของขนมข้าวกรอบ (มผช.1239/2549)

**คำสำคัญ :** ขนมอบกรอบ รั้วพืช ใยอาหารสูง ขนมขบเคี้ยว บรรจุภัณฑ์

<sup>1</sup> โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

Food Science and Technology Program, Faculty of Agricultural Technology, Songkhla Rajabhat

University, Muang, Songkhla 90000 Thailand.

## บทนำ

“ขนมอบกรอบหรือขนมขบเคี้ยว (Snack food) คือ ผลิตภัณฑ์อาหารชนิดหนึ่งที่บริโภคได้ง่าย มีลักษณะกรอบ สามารถรับประทานได้ทันทีหรืออาจมีการปรุงแต่งเล็กน้อยก่อนการบริโภค โดยปกติมักรับประทานเป็นอาหารว่าง (Tettweil, 1991)” ขนมขบเคี้ยวมักผลิตจากแป้งชนิดต่างๆ ในปริมาณที่สูง จึงทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานและโรคอ้วนได้ง่าย ทางกลุ่มแม่บ้านบ้านในไร่จึงมีแนวความคิดในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวรูปแบบใหม่ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยการนำธัญพืชซึ่งมีใยอาหารสูงมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบเพื่อเพิ่มใยอาหารให้กับผลิตภัณฑ์ และตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ เนื่องจาก “ใยอาหารเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ถูกย่อย และไม่ถูกดูดซึมในบริเวณลำไส้เล็กของมนุษย์ (McCleary and Prosky, 2001 อ้างโดย อภิรักษ์, 2550)” “ช่วยป้องกันการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ ลดระดับคอเลสเตอรอล และลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ (ไพโรจน์ และเบญจวรรณ, 2539 อ้างโดย อภิรักษ์, 2550)” แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ของกลุ่มแม่บ้านยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากผลิตภัณฑ์ยังมีลักษณะเหนียวไม่กรอบ ซึ่งมีสาเหตุมาจากสูตรและกรรมวิธีในการผลิตยังไม่เหมาะสม ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงทำการพัฒนาสูตรกระบวนการผลิต และบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

### วัสดุ

ข้าวเหนียวพันธุ์เขียวชู ถั่วแดง ถั่วเขียวชีก งาขาวและลูกเดือย คราไรท์พิช ข้าวเจ้าพันธุ์หอมเหนียง น้ำตาล กะทิ เกลือ ถุงพลาสติกลามิเนตอลูมิเนียมฟอยล์ ขนาด  $8 \times 6.5$  นิ้ว และสารดูดความชื้น (ซิลิกาเจล) สารเคมี และอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่างๆ

### อุปกรณ์

เครื่องปั่นตรา Panasonic รุ่น MX-795 N, เตอบไฟฟ้าตรา Tom Chandley Oven รุ่น M34, ตู้อบลมร้อน, เครื่องวัดค่าสีตรา Hunter Lab รุ่น Color Flex CX0994, เครื่องชั่งตรา OHAUS รุ่น SCOUT, ชุดเครื่องมือและอุปกรณ์วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีปริมาณจุลินทรีย์ และอุปกรณ์ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

### วิธีการทดลอง

#### 1. ศึกษากรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยกลุ่มแม่บ้านบ้านในไร่

ทำการศึกษากรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ โดยใช้วิธีการสอบถามและสัมภาษณ์กลุ่มแม่บ้าน

## 2. ศึกษาชนิดของธัญพืชที่มีศักยภาพในการผลิตผลิตภัณฑ์

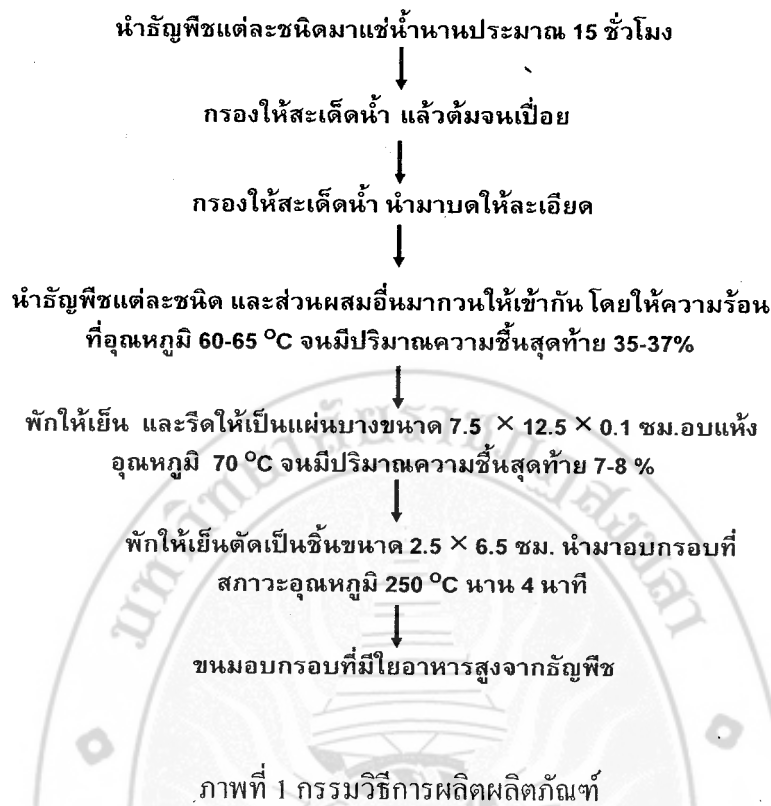
ทำการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ โดยใช้ธัญพืชชนิดต่างๆ เพื่อหาชนิดของธัญพืชที่มีศักยภาพในการนำมาขึ้นรูปให้เป็นแผ่นบางและสามารถผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้ และทำการวิเคราะห์หาปริมาณใยอาหาร (Dietary fiber) ในธัญพืชแต่ละชนิดที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิต

## 3. ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์

ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบที่มีใยอาหารสูงจากธัญพืช โดยการนำธัญพืชที่ได้คัดเลือกจากข้อ 2.3.2 มาผลิตผลิตภัณฑ์โดยกำหนดอัตราส่วนของธัญพืชที่ใช้ในการผลิตที่แตกต่างกัน 3 สูตรดังตารางที่ 1 ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ตามกรรมวิธีการผลิตดังภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์

ส่วนผสม	น้ำหนัก (กรัม)		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ข้าวเจ้า	120	120	120
ข้าวเหนียว	120	120	120
ถั่วแดง	30	60	30
ถั่วเขียวชีก	60	30	30
ลูกเดือย	30	30	60
น้ำตาล	60	60	60
กะทิ	63	63	63
เกลือ	0.5	0.5	0.5
งาขาว	8	8	8



นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทำการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ และทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบเรียงลำดับความชอบ (Preference ranking test)

#### 4. ศึกษากรรมวิธีในการผลิตผลิตภัณฑ์

##### 4.1 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งและอบกรอบผลิตภัณฑ์

ทำการอบแห้งผลิตภัณฑ์ให้มีอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 60, 70 และ 80 °C โดยควบคุมปริมาณความชื้นให้ได้ 7-8 % นำมาอบกรอบที่สภาวะอุณหภูมิ 200 และ 250 °C นาน 4 นาที ทำการสังเกตลักษณะปรากฏ และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

##### 4.2 ศึกษาความหนาของแผ่นขนมอบกรอบ และระยะเวลาในการอบกรอบที่เหมาะสมต่อการยอมรับของผู้บริโภค

ทำการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ให้เป็นแผ่นที่มีขนาดความหนา 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิเมตร และทำการอบกรอบที่อุณหภูมิ 250 °C นาน 2, 4 และ 6 นาที ในแต่ละ ระดับความหนา ทำการวัดค่าสีในระบบ CIE Lab และทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนาเชิงปริมาณ (QDA) ในด้านสี ความแข็ง ความกรอบ และทดสอบความชอบแบบ Hedonic scale (9 คะแนน) ในด้านสี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวม ทำการคัดเลือกระยะเวลาในการอบกรอบที่เหมาะสมเพียง 1 ชุดการทดลอง

ในแต่ละระดับความหนา จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการคัดเลือกมาทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบเรียงลำดับความชอบ

### 5. ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ทำการวัดค่าสี โดยใช้ระบบ CIE Lab และวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ความชื้น เถ้า เยื่อใย (A.O.A.C., 1999) โยอาหาร ค่าAw และ ค่าพลังงาน

### 6. สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคทั่วไป

นำผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ผลิตได้ มาทำการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน โดยใช้

แบบสอบถาม

### 7. ศึกษาบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์มาเก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิห้องนาน 63 วัน ในบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ ถุงพลาสติกลามิเนตอลูมิเนียมฟอยล์ และถุงพลาสติก ลามิเนตอลูมิเนียมฟอยล์ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้น โดยบรรจุผลิตภัณฑ์ลงในถุงพลาสติกถุงละ 25 ชิ้น (45 กรัม  $\pm$  1) สุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบคุณภาพทุกๆ 7 วัน ในด้านเคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส

### ผลการทดลองและอภิปรายผล

#### 1. ผลการศึกษากรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยกลุ่มแม่บ้านบ้านในไร่

จากการศึกษากรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ของกลุ่มแม่บ้าน โดยการสัมภาษณ์ พบว่าธัญพืชที่กลุ่มแม่บ้านนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ข้าวเหนียว ข้าวเจ้า ถั่วเขียวซีก และถั่วแดง ทำการผลิตผลิตภัณฑ์โดยการอบแห้งด้วยแสงแดด ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะปรากฏและลักษณะเนื้อสัมผัสไม่ดี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาวะในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ยังไม่มีที่เหมาะสม อีกทั้งสูตรที่ใช้ในการผลิตยังมีอัตราส่วนของข้าวเหนียว และข้าวเจ้าในปริมาณน้อย ทำให้ไม่สามารถขึ้นรูปให้เป็นแผ่นบางได้ เนื่องจาก “ข้าวเหนียวมีปริมาณอะไมโลเพคตินเป็นส่วนใหญ่หรืออาจมากถึง 97 % (สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์, 2547)” ส่วน “ข้าวเจ้ามีปริมาณอะมิโลสประมาณร้อยละ 20-34 (อบเชย วงศ์ทอง และชนินฐา พูนผลกุล, 2544)” “เมื่อนำเมล็ดสตาร์ชที่มีส่วนของอะมิโลส และอะมิโลเพคตินอัดแน่นอยู่ภายในไปต้มจะทำให้เมล็ดสตาร์ชค่อยๆ ดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นและพองตัว ส่งผลให้ความหนืดเพิ่มขึ้น (ปราณี วราสวัสดิ์, 2549)” ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์จึงเกาะตัวกัน และรีดเป็นแผ่นได้ง่าย

## 2. ผลการศึกษาชนิดของธัญพืชที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตผลิตภัณฑ์

ธัญพืชที่สามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้มี 6 ชนิด คือ ข้าวเหนียว ข้าวเจ้า ถั่วแดง ถั่วเขียวซีก ถั่วเขียว และงาขาว และเมื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณใยอาหารในธัญพืชแต่ละชนิด พบว่าธัญพืชที่ใช้ในการผลิตมีปริมาณใยอาหารร้อยละ 1.48, 0.52, 20.62, 7.46, 2.45 และ 10.39 ตามลำดับ มีค่าใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ “ธรา และคณะ (2548) พบว่า ปริมาณใยอาหารของข้าวเหนียว ข้าวเจ้า ถั่วแดง ถั่วเขียวซีก และงาขาวที่ทำการวิเคราะห์ได้มีปริมาณร้อยละ 2.6, 0.6, 25.4, 14.0 และ 21.2 ตามลำดับ” ซึ่งจะเห็นได้ว่าแหล่งของใยอาหารที่สำคัญได้แก่ ถั่วแดง งาขาว และถั่วเขียวซีก ตามลำดับ

## 3. ผลการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์

จากการศึกษาอัตราส่วนของธัญพืชที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยใช้สูตรที่ 1 มากกว่าผลิตภัณฑ์สูตรอื่น เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีสีค่อนข้างเหลืองและมีเนื้อสัมผัสเรียบเนียน ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยใช้สูตรที่ 2 มีสีค่อนข้างแดงคล้ำ เนื่องจาก “เปลือกของถั่วแดงมีรงควัตถุในกลุ่มแอนโทไซยานินเป็นองค์ประกอบ (ไชยา เฟื่องอุ่น, 2541)” จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีค่อนข้างแดงคล้ำ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยใช้สูตรที่ 3 มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่หยาบกระทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

## 4. ผลการศึกษารวมวิธีในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบที่มีใยอาหารสูงจากธัญพืช

### 4.1 ผลการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งและอบกรอบผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 °C มีลักษณะปรากฏที่ใกล้เคียงกัน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 °C มีลักษณะแข็งและไม่กรอบ เนื่องจาก “อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งสูงเกินไปทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์เกิดการระเหยเฉพาะผิวด้านนอก แต่ภายในยังมีความชื้น จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแข็ง ซึ่งสามารถหลีกเลี่ยงโดยการไม่ใช้อุณหภูมิสูงเกินไป (สุคนธ์ชื่น ศรีงาม, 2549)” ดังนั้นอุณหภูมิที่มีความเหมาะสมในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ คือ 70 °C เนื่องจากการใช้ระยะเวลาในการอบแห้งผลิตภัณฑ์สั้นกว่าที่สภาวะอุณหภูมิ 60 °C ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบกรอบผลิตภัณฑ์ คือ 250 °C เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีลักษณะกรอบมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบกรอบที่อุณหภูมิ 200 °C

### 4.2 ศึกษาความหนาของแผ่นขนมอบกรอบและระยะเวลาในการอบกรอบที่เหมาะสมต่อการยอมรับของผู้บริโภค

- ระดับความหนา 0.5 มิลลิเมตร

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบกรอบนาน 4 นาที มีคะแนนความชอบในด้านความชอบรวม สี กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบกรอบนาน 2 นาที ( $p < 0.05$ ) เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีลักษณะกรอบกว่าและแข็งน้อยกว่า ( $p < 0.05$ )

- ระดับความหนา 1.0 มิลลิเมตร

ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ที่อบกรอบนาน 4 นาที ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ที่อบกรอบนาน 6 นาที ( $p \geq 0.05$ )

- ระดับความหนา 1.5 มิลลิเมตร

ผลิตภัณฑ์ที่อบกรอบนาน 6 นาที มีคะแนนความชอบในด้านความชอบรวม สี กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบกรอบนาน 2 และ 4 นาที ตามลำดับ ( $p < 0.05$ )

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบเรียงลำดับความชอบ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปให้มีความหนา 0.5 มิลลิเมตร และทำการอบกรอบที่อุณหภูมิ  $250^{\circ}\text{C}$  นาน 4 นาที ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุด ( $p < 0.05$ ) ดังนั้นจึงคัดเลือกกรรมวิธีในการผลิตดังกล่าวเป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์

#### 5. ผลการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์

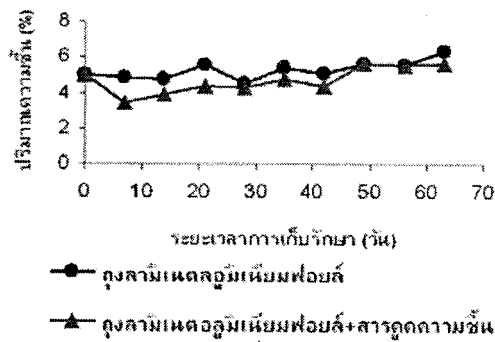
ผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบที่มีใยอาหารสูงจากธัญพืชมีลักษณะปรากฏภายนอกเป็นสีเหลืองทอง มีปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ความชื้น เถ้า เยื่อใย และใยอาหาร 8.41, 7.81, 77.63, 4.99, 1.16, 1.36 และ 3.34 % ตามลำดับ มีค่า  $A_w$  0.38 และพลังงาน 401.09 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ซึ่งผลิตภัณฑ์มีใยอาหารสูงกว่า “ผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวใยอาหารสูง ซึ่งมีปริมาณใยอาหารเพียง 2.40 % (เกษม นันทชัย, 2549)”

#### 6. สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคทั่วไป

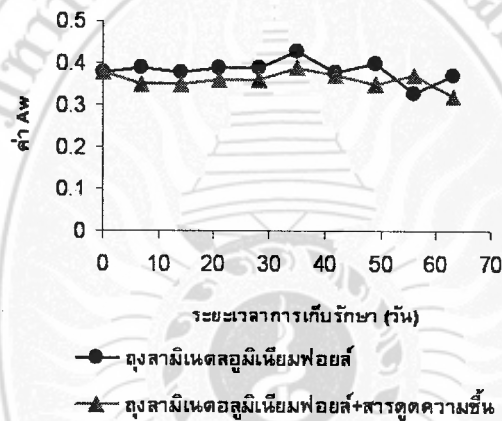
ผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ 100 % และผู้ทดสอบ 87 % ยินดีที่จะซื้อผลิตภัณฑ์หากมีการวางจำหน่ายในท้องตลาดในราคา 10 บาทต่อถุง 45 กรัม  $\pm 1$

#### 7. ผลการศึกษาระบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมต่ออายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

ปริมาณความชื้น และค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกลามิเนตอลูมิเนียมฟอยล์ ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้นมีแนวโน้มต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกลามิเนตอลูมิเนียมฟอยล์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 63 วัน (ดังภาพที่ 2 และ 3) ทั้งนี้เนื่องจาก “ซิลิกาเจลที่ใช้เป็นสารดูดความชื้นเป็นสารที่มีความสามารถในการดูดความชื้นได้ถึง 35 % ของน้ำหนักตัวและสามารถรักษาสภาพแห้งของบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุอาหารแห้งให้มีค่า  $A_w$  ได้ต่ำกว่า 0.2 (พรชัย ราชตะนะ พันธุ์ และเจิมขวัญ สังข์สุวรรณ, 2547)”



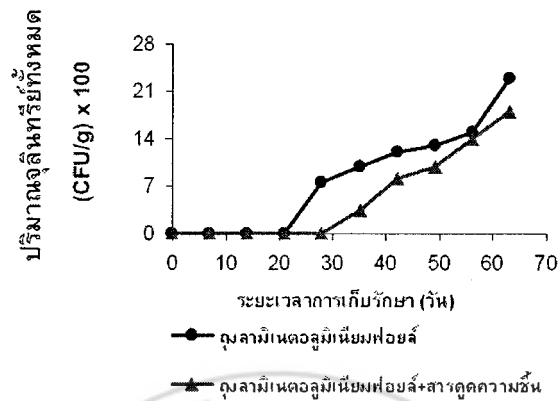
ภาพที่ 2 ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา



ภาพที่ 3 ค่า Aw ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

จากการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกลามิเนตอลูมิเนียมฟอสล์ร่วมกับการใช้สารดูดความชื้นมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บในถุงพลาสติกลามิเนตอลูมิเนียม-ฟอสล์ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ดังภาพที่ 4) แต่อย่างไรก็ตามยังไม่พบการเจริญของยีสต์และราตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา และผลิตภัณฑ์ยังมีปริมาณจุลินทรีย์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของขนมข้าวกรอบ (มพช.1239/2549) “ซึ่งกำหนดให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน  $1 \times 10^6$  CFU/g และปริมาณยีสต์และราได้ไม่เกิน 100 CFU/g (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของขนมข้าวกรอบ, 2549)” ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์มี “ค่า Aw ต่ำกว่า 0.6 จึงทำให้เกิดการเน่าเสียได้ยาก (ปรีชา วิบูลย์เศรษฐ์ และสุคต สาย ตริวานิช, 2549)” อีกทั้ง “ถุง ลามีเนตอลูมิเนียมฟอสล์มีคุณสมบัติช่วยป้องกันความชื้นจากภายนอกได้ดี (ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ, 2541)” จึงให้ทำผลิตภัณฑ์ยังคงมีลักษณะแห้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ร่วมกับสารดูดความชื้นก็จะทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญได้น้อยกว่า”





ภาพที่ 4 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในบรรจุภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบ QDA พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก ลามิเนตอลูมิเนียมพอยล์ร่วมกับการใช้สารลดความชื้น มีความหืนน้อยกว่า และมีความกรอบมากกว่า ผลิตภัณฑ์ที่เก็บในถุงพลาสติกลามิเนตอลูมิเนียมพอยล์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยผู้บริโภครู้สึกว่าการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่สภาวะอุณหภูมิห้องได้นาน 56 วัน

### สรุปผลการทดลอง

จากการพัฒนาสูตรและกรรมวิธีในการผลิตผลิตภัณฑ์ พบว่า ธัญพืชที่นำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์มี 6 ชนิด คือ ข้าวเหนียว ข้าวเจ้า ถั่วเขียวชีก ถั่วแดง ลูกเดือย และงาขาว สูตรที่เหมาะสมในการผลิต คือ สูตรที่มีอัตราส่วนของถั่วเขียวชีกมากที่สุด ทำการผลิตโดยการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ให้มีระดับความหนา 0.5 มิลลิเมตร ทำการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C นาน 120 นาที และอบกรอบที่อุณหภูมิ 250 °C นาน 4 นาที และผู้บริโภครู้สึกว่าการยอมรับ 100 % และผู้บริโภครู้สึก 87 % ยินดีซื้อผลิตภัณฑ์ในราคา 10 บาทต่อถุง 45±1 กรัม บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมในการเก็บรักษาขนมอบกรอบที่มีใยอาหารสูงจากธัญพืช คือ ถุงพลาสติกชนิดลามิเนต อลูมิเนียมพอยล์ร่วมกับการใช้สารลดความชื้น ซึ่งสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นาน 56 วัน

## เอกสารอ้างอิง

- เกษม นันทชัย. 2549. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยวอาหารสูง. ใน นวัตกรรมในอุตสาหกรรมอาหาร. หน้า 5. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการบริหารกองทุนพัฒนานวัตกรรม.
- ไชยา เฟื่องอ่อน. 2541. ถั่วและพืชคลุมดิน. สำนักพิมพ์ดี.
- ธรา วิริยะพานิช, อรพินท์ บรรจง, โสภา รมโชติพงศ์, พัศม์ย์ เอกก้านตรง, ชญานิชฐ์ วานิจจะกุล และ ปิยารัตน์ ดันเวชศิลป์. 2548. Food Composition Database for INMUCAL PROGRAM. สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ปรีชา วิบูลย์เศรษฐ์ และ สุดสาย ตริวานิช. 2549. จุลินทรีย์ในอาหาร. ใน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. หน้า 61. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปราณี วราสวัสดิ์. 2547. เคมีอาหาร. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. หน้า 40.
- ปุ่น คงเจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. บรรจุภัณฑ์อาหาร. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- พรชัย ราชชนะพันธุ์ และ เจิมขวัญ สังข์สุวรรณ. 2547. นวัตกรรมเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์. ใน เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร. หน้า 112. เชียงใหม่: คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อภิรักษ์ เพ็ชรมงคล. 2550. คุณสมบัติของเส้นใยอาหารผงที่ผลิตจากกากส้มและเปลือกในส้มโอ. อุตสาหกรรมเกษตร. 1: 1-12.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2549. มาตรฐานชุมชน: ข้าวอบกรอบ (มผช.1239/2549). กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.
- สุคนธ์ชื่น ศรีงาม. 2549. กระบวนการทำแห้ง. ใน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. หน้า 191. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุทัศน์ ศรีวัฒนพงศ์. 2547. ข้าว : ขบวนการของแผ่นดิน. สำนักพิมพ์มูลนิธิข้าวไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.
- อบเชย วงศ์ทอง และ ขนิษฐา พูลผลกุล. 2544. หลักการประกอบอาหาร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- A.O.A.C. 1999. Official Method of Analytical. 16<sup>th</sup> ed. Washington, D.C. The Association of Official Analytical Chemists.
- Tettweil, P. 1991. Snack food worldwide. Food Technol. 45: 58-62.