

การศึกษาสูตรที่เหมาะสมของการผลิตข้าวเกรียบมันแกว
The study on optimum of process Yam Bean Crispy
ชินจิต พงษ์พล¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมของการผลิตข้าวเกรียบมันแกว และศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมันแกวที่ได้ พร้อมทั้งการยอมรับของผู้บริโภค โดยศึกษาการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยเนื้อมันแกวบางส่วนที่ ร้อยละ 20 30 40 50 และ 60 ตามลำดับ นำมาผลิตตามขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบมาตรฐาน จากนั้นนำมาทดสอบคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัส พบว่าสูตรที่มีการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวที่ร้อยละ 30 ได้คะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุด การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมันแกวทั้ง 5 สูตร มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่สูง การศึกษาอายุการเก็บรักษาข้าวเกรียบมันแกวทั้งสำเร็จรูปและข้าวเกรียบมันแกวสำเร็จรูปเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 2.0×10^2 โคโลนีต่อกรัม และ 3.4×10^2 โคโลนีต่อกรัม และตรวจไม่พบเชื้อรา และยีสต์ ค่าเพอร์ออกไซด์มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ มันแกว, ข้าวเกรียบทั้งสำเร็จรูป, ข้าวเกรียบสำเร็จรูป

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

Abstract

The objective of this research was to investigate the optimum formulation of Yam Bean Crispy and the physical and chemistry properties including sensory evaluation. The cassava starch was replaced with Yam Bean at 20, 30, 40, 50 and 60 percent, respectively. Yam Bean Crispy at the replaced ratio of 30 percent was the most accepted by the panelist. The chemical properties of all treatment were high in carbohydrate content. The shelf life of pre-cooked Yam Bean Crispy and Yam Bean Crispy for 4 week was evaluated. This study found that the total micro-organism count was 2.0×10^2 cfu/g and 3.4×10^2 cfu/g, respectively. Yeast and Mold were not detected and peroxide value was 5.38 meq/kg for 4 week.

Keywords: Yam Bean, Pre-cooked crispy, Crispy

บทนำ

มันแกวเป็นพืชตระกูลถั่ว ปลูกมากในประเทศไทย ที่พบมี 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือพันธุ์หัวใหญ่กับพันธุ์หัวเล็ก ไม่มีชื่อเรียกที่แตกต่างกัน นอกจากเรียกตามชื่อท้องถิ่นที่ปลูก โดยส่วนที่ใช้รับประทานคือส่วนหัวของมันแกว (รากแก้ว) ลักษณะภายนอกมีสีน้ำตาลอ่อนภายในมีสีขาว เมื่อเคี้ยว รู้สึกกรอบคล้ายลูกสาส์ต อีกทั้งยังมีรสคล้ายแป้งแต่ออกหวาน โดยทั่วไปจะนิยมรับประทานสดๆ เหมือนผลไม้ แต่มันแกวยังสามารถนำไปประกอบอาหารได้ทั้งคาวและหวาน เช่น เป็นส่วนผสมของไส้ซาลาเปา และทับทิมกรอบ ปัจจุบันปริมาณการบริโภคมันแกวภายในประเทศมีเพิ่มขึ้นทำให้มีการปลูกมันแกวเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งนอกจากใช้บริโภคภายในประเทศแล้วเรายังสามารถส่งมันแกวเป็นสินค้าออกโดยส่งไปขายยังประเทศใกล้เคียง เช่น ลาวและ มาเลเซียอีกด้วย (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2523) คุณค่าทางอาหารของมันแกว มันแกว 100 กรัม ให้พลังงาน 37 กิโลแคลอรี ประกอบด้วย น้ำ 90.5 กรัม โปรตีน 0.9 กรัม ไขมัน 0.1 กรัม คาร์โบไฮเดรต 8.2 กรัม แคลเซียม 9 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 16 มิลลิกรัม เหล็ก 0.5 มิลลิกรัม ทองแดง 0.03 มิลลิกรัม ไนอะซิน 3.0 มิลลิกรัม และวิตามินซี 9 มิลลิกรัม (กลุ่มส่งเสริมการเกษตร, 2555) ข้าวเกรียบจัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารว่างที่ได้รับความนิยมมากสำหรับคนไทย ปัจจุบันมีการพัฒนาข้าวเกรียบจากผักและผลไม้ขึ้นมาเป็นจำนวนมาก เช่น ข้าวเกรียบแตงโม ข้าวเกรียบแก้วมังกร ข้าวเกรียบกะเน้า ข้าวเกรียบมะละกอ ข้าวเกรียบฝักทอง ข้าวเกรียบมะม่วง เป็นต้น (สุรางค์, 2534) จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะเพิ่มมูลค่าของมันแกวโดยการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภคอีกทางเลือกหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมวัตถุดิบ

นำมันแกวมาปอกเปลือกล้างทำความสะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ จากนั้นนำไปปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น (Blender) ก่อนที่จะนำผสมในสูตรการผลิตข้าวเกรียบจะต้องนำน้ำมันแกวบละเอียดไปตั้งไฟให้น้ำมันแกวเดือด จับเวลา 5 นาที เพื่อให้แบ่งที่มีอยู่ในน้ำมันแกวเกิดเจลาตินในชั้นไปบางส่วนก่อน

2. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวบางส่วนในการผลิตข้าวเกรียบมันแกว

โดยนำน้ำมันแกวที่ได้จากข้อ 1. มาทดแทนแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วนน้ำมันแกวต่อแป้งมันสำปะหลัง ดังนี้คือ 20 30 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสูตร นำทั้ง 5 อัตราส่วนมาทำการผลิตตามขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบซึ่งมีส่วนผสมดังนี้คือ แป้งมันสำปะหลัง น้ำตาล เกลือ พริกไทย น้ำมันพืช และน้ำต้มสุก ในปริมาณ 64, 3.82, 2, 2, 2 และ 26.18 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นำส่วนผสมทั้งหมดผสมให้เข้ากันปั่นขึ้นรูปนำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60-90 นาที เมื่อก่อนโดนเย็นแล้วนำไปแช่เย็นทิ้งไว้ 1 คืน เมื่อครบกำหนดนำก้อนโดนมาหั่นเป็นแผ่นบางๆ แล้วนำไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที แล้วนำมาทอดในน้ำมันที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส (ดัดแปลงจาก ศิวพร และคณะ, 2555) จากนั้นนำผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ และทางประสาทสัมผัส

3. การตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ

นำข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวทั้ง 5 สูตรที่ผ่านการทอดในน้ำมันที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส มาทำการวัดค่าการพองตัวของข้าวเกรียบด้วยวิธี Seed displacement (ดัดแปลงจาก สุดารัตน์, 2547) วัดลักษณะเนื้อสัมผัส (ค่าแรงตัด) โดยใช้เครื่อง Texture analyzer โดยวิธี Texture profile analyzer วัดค่าสี L^* a^* และ b^* ด้วยเครื่อง Hunter's Color วิเคราะห์ปริมาณความชื้นด้วยเครื่อง IR moisture วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) และ

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4. ตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวทั้ง 5 สูตร โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการทดสอบความชอบแบบ 7- point hedonic scaling แล้วนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

5. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

นำข้าวเกรียบมันแกวที่ผ่านการทอดแล้วทั้ง 5 สูตรมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีของ AOAC (2000) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

6. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของข้าวเกรียบมันแกว

6.1 ศึกษาข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูป

นำข้าวเกรียบมันแกวสูตรที่ได้คะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุดจากข้อ 4. ที่ยังไม่ได้อัด บรรจุในถุงพลาสติกแก้ว (Oriented polypropylene, OPP) ที่ปิดสนิทและเก็บที่อุณหภูมิห้อง โดยสุ่มเก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 10, 20, 30 ตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ดังนี้ คือ วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) วิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value, PV) ตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count; AOAC, 2000) และปริมาณยีสต์และรา (yeast and mold; AOAC, 2000)

6.2 ศึกษาข้าวเกรียบสำเร็จรูป

นำข้าวเกรียบมันแกวสูตรที่ได้คะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุดจากข้อ 4. ที่ทอดในน้ำมันเดือดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส บรรจุในถุงพลาสติกแก้ว (Oriented polypropylene, OPP) เก็บที่อุณหภูมิห้องเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างทุก 2 สัปดาห์ มาตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ดังนี้ คือ วิเคราะห์ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) วิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide Value, PV) ตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count; AOAC, 2000) และปริมาณยีสต์และรา (yeast and mold; AOAC, 2000)

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวบางส่วนในการผลิตข้าวเกรียบมันแกว

ผลจากการนำเนื้อมันแกวมาเป็นส่วนผสมในการทำข้าวเกรียบ โดยการนำเนื้อมันแกวมาทดแทนแป้งมันสำปะหลังในอัตราส่วน เนื้อมันแกวต่อแป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ ดังนี้คือ 20 30 40 50 และ 60 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสูตร ผลิตตามขั้นตอนการผลิตข้าวเกรียบ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่ผ่านการทอดแล้วมาตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และทางประสาทสัมผัส ซึ่งพบว่าปริมาณความชื้น และค่าค่าวอเตอร์แอกติวิตี ดัง Table 1 พบว่า ข้าวเกรียบที่มีการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวในอัตราส่วนร้อยละ 20 มีปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตีที่สูงที่สุด คือ ร้อยละ 3.64 และ 0.50 ตามลำดับ

Table 1 Moisture and Water activity of crispy replace Tapioca starch with Yam Bean at various concentrations

Yam Bean : Tapioca starch (Ratio)	Moisture (%)	Water activity
20 : 80	3.64 ^a ± 1.55	0.50 ^a ± 0.20
30 : 70	3.08 ^b ± 1.27	0.34 ^c ± 0.14
40 : 60	2.65 ^{bc} ± 1.15	0.34 ^c ± 0.14
50 : 50	2.55 ^c ± 1.06	0.33 ^c ± 0.13
60 : 40	2.83 ^{bc} ± 1.19	0.36 ^b ± 0.15

(^{a,b,c}) Means in the same column with different letters are significant difference ($p \leq 0.05$)

จากการทดลองนำข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังบางส่วนด้วยมันแกวที่ระดับต่างๆ กัน มาทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส นำมาหาอัตราการพองตัวของผลิตภัณฑ์หลังทอดพบว่าอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบสูตรที่มีการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวร้อยละ 50 มีอัตราการพองตัวสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ที่ 2.50 เท่าของข้าวเกรียบก่อนทอด ส่วนสูตรที่มีการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวร้อยละ 60 มีอัตราการพองตัวต่ำที่สุด คือ 1.40 เท่าของข้าวเกรียบก่อนทอด Table 2 ซึ่งสอดคล้องกับ อรณูช และ คณะ (2546) ที่พบว่าอัตราการพองตัวของข้าวเกรียบใบหม่อนมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณใบหม่อนที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณโปรตีน และเส้นใยที่เพิ่มขึ้นทำให้อัตราการขยายตัวหรือการพองตัวของข้าวเกรียบลดลง เนื่องจากเป็นผลมาจากการที่โปรตีนและเส้นใยจากใบหม่อนไปจับกับแป้ง จึงทำให้แป้งไม่ขยายตัว อัตราการพองตัวจึงลดลงตามลำดับ เช่นเดียวกับปริมาณมันแกวที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้อัตราการพองตัวของข้าวเกรียบที่มีการทดแทนแป้งมันสำปะหลังบางส่วนด้วยมันแกวที่ระดับสูงขึ้นจึงมีการพองตัวที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับเพลินใจ ตั้งคณะกุล (2546) รายงานว่าข้าวเกรียบที่ผลิตจากแป้งมันสำปะหลังเพียงอย่างเดียว จะมีความหนาแน่นต่ำที่สุด คือจะมีการพองตัวดีที่สุดนั่นเอง จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะกรอบและเบาแต่จะกรอบไม่นาน *Colonna et al.*, 1989 รายงานว่าการพองตัวของผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จรูปเกิดขึ้นเนื่องจากการระเหยไอน้ำอย่างรวดเร็วภายในส่วนอัดฐานของโครงสร้างโมเลกุลของแป้ง เช่นเดียวกับ พรณิ วงศ์ไกรศรีทอง (2530) ได้รายงานว่ามีแผ่นข้าวเกรียบได้รับความร้อนสูง โดยอาศัยการสร้างไอน้ำและทำให้ก๊าซขยายตัวภายในแผ่นแป้งโด อากาศจะถูกกักเก็บอยู่ภายในจนเกิดแรงดันที่สูงมาก เมื่อแผ่นแป้งอ่อนตัวลง ไอน้ำจะระเหยออกไปอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการขยายตัวและเหลือเป็นโครงสร้างที่มีรูพรุนไว้ การที่ข้าวเกรียบจะพองตัวได้ดีขึ้นอยู่กับ การเกิดไอน้ำและการขยายตัวของก๊าซจะต้องเกิดขึ้นก่อนการอ่อนตัว ซึ่งจะต้องมีช่วงระยะเวลาที่เหมาะสม นั่นคือไอน้ำและการขยายตัวของก๊าซจะต้องเกิดขึ้นและต้องมีแรงดันสูงมากพอก่อนที่แผ่นแป้งจะอ่อนตัวลง การพองตัวจึงจะเกิดขึ้นมาก แต่ถ้าเกิดไอน้ำช้าเกินไป เช่นการใส่แผ่นแป้งลงไปในขณะที่อุณหภูมิของน้ำมันยังต่ำอยู่ ไอน้ำจะเกิดขึ้นก่อนการอ่อนตัวมาก ไอน้ำส่วนหนึ่งจึงหนีออกไปก่อน แรงดันที่เหลืออยู่จึงไม่มากนัก การพองตัวของข้าวเกรียบจึงมีน้อยลง การเกิดไอน้ำจะต้องรวดเร็วพอจนกระทั่งมีแรงดันมากพอก่อนการอ่อนตัวของแป้ง

Table 2 Expansion ratio of crispy replace Tapioca starch with Yam Bean at various concentrations

Yam Bean : Tapioca starch (Ratio)	Expansion ratio
20 : 80	2.10 ^{ab} ± 0.93
30 : 70	2.06 ^{ab} ± 0.77
40 : 60	1.73 ^{bc} ± 0.66
50 : 50	2.50 ^a ± 1.07
60 : 40	1.40 ^c ± 0.95

(^{a,b,c}) Means in the same column with different letters are significant difference ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพของข้าวเกรียบหลังทอดที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังบางส่วนด้วยมันแกวที่ระดับต่างๆ แสดงใน Table 3 พบว่า ค่าแรงตัดและค่าความกรอบของทั้ง 5 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) โดยสูตรที่มีการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวบางส่วนที่ร้อยละ 50 มีความกรอบมากที่สุดคือ 80.60 ส่วนสูตรที่มีการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวบางส่วนที่ร้อยละ 40 มีความกรอบน้อยที่สุดคือ 60.40 ส่วนค่าแรงตัดพบว่า สูตรที่มีการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวบางส่วนที่ร้อยละ 60 มีค่าแรงตัดมากที่สุดคือ 27.88 กิโลกรัม Mohamed *et al.* (1988) ได้ศึกษาว่าการพองตัวมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความกรอบแข็งของข้าวเกรียบ โดยข้าวเกรียบที่มีอัตราการพองตัวสูงมีผลให้โมเลกุลของแป้งที่ล้อมรอบช่องโปร่งอากาศมีความหนาแน่นน้อย ทำให้ข้าวเกรียบแตกได้ง่าย ความกรอบของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบเป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งความกรอบมีความสัมพันธ์กับการพองตัวของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ (Yu, 1991)

Table 3 Physical properties of crispy replace Tapioca starch with Yam Bean at various concentrations

Yam Bean : Tapioca starch (Ratio)	Force ^{ns} (Kg)	Crispness ^{ns}
20 : 80	24.93 ± 11.62	78.80 ± 52.87
30 : 70	19.88 ± 8.50	78.00 ± 36.25
40 : 60	22.76 ± 10.79	64.40 ± 34.64
50 : 50	21.99 ± 9.60	80.60 ± 43.44
60 : 40	27.88 ± 16.02	68.40 ± 38.69

(^{ns}) Not significant ($p \geq 0.05$)

จากการทดสอบค่าสีของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวบางส่วนที่ระดับต่างๆ แสดงใน Table 4 พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ของข้าวเกรียบมันแกวทั้ง 5 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ซึ่งพบว่าผลิตภัณฑ์มีความสว่าง (lightness) อยู่ในช่วง 69-71 ส่วนค่าสีเขียว (a*) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าเมื่อปริมาณมันแกวเพิ่มมากขึ้นแนวโน้มของผลิตภัณฑ์มีสีแดงเพิ่มมากขึ้น ส่วนค่าสีเหลือง (b*) พบว่าค่าสีเหลืองของข้าวเกรียบมันแกวทั้ง 5 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมันแกวมีแนวโน้มมีค่าสีเหลืองมากขึ้นเมื่อมีการทดแทนมันแกวในสูตรในปริมาณที่มากขึ้น

Table 4 The color of crispy replace Tapioca starch with Yam Bean at various concentrations

Yam Bean : Tapioca starch (Ratio)	Color Quality		
	L* ^{ns}	a*	b*
20 : 80	69.08 ± 28.26	0.62 ^{ab} ± .038	6.42 ^c ± 2.66
30 : 70	70.35 ± 28.87	-0.55 ^b ± 0.26	5.77 ^c ± 2.53
40 : 60	69.11 ± 28.31	0.40 ^b ± 0.33	9.17 ^b ± 3.82
50 : 50	69.95 ± 28.63	0.61 ^{ab} ± 0.47	8.42 ^b ± 3.53
60 : 40	71.14 ± 29.29	1.70 ^a ± 0.56	12.34 ^a ± 5.32

(^{a,b,c}) Means in the same column with different letters are significant difference ($p \leq 0.05$)

(^{ns}) Not significant ($p \geq 0.05$)

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยวิธีทดสอบแบบ Hedonic scale 7 point ของข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวบางส่วนที่ระดับต่างๆ แสดงใน Table 5 พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนด้านสี กลิ่น รสชาติ ความกรอบ และการยอมรับรวม ของข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวทั้ง 5 ระดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) คุณลักษณะด้านสีของข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวที่ร้อยละ 30 มีคะแนนความชอบมากที่สุดคือ 4.80 ส่วนผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวที่ร้อยละ 60 มีคะแนนชอบน้อยที่สุด เนื่องจากสีของผลิตภัณฑ์ค่อนข้างเข้ม คุณลักษณะด้านกลิ่นพบว่า การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวที่ร้อยละ 60 มีคะแนนน้อยที่สุดคือ 3.87 ส่วนอีก 4 สูตร คือ การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวที่ร้อยละ 20 30 40 และ 50 มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นไม่แตกต่างกัน คุณลักษณะด้านรสชาติพบว่า การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวที่ร้อยละ 40 มีคะแนนมากที่สุดคือ 5.07 ส่วนผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบที่ทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวที่ร้อยละ 60 มีคะแนนชอบน้อยที่สุด คุณลักษณะด้านความกรอบพบว่า การทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวที่ร้อยละ 30 มีคะแนนมากที่สุดคือ 5.87 และที่ระดับ 60 มีคะแนนน้อยที่สุด คือ 3.80 ทั้งนี้เนื่องมาจากปริมาณมันแกวที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมีความแข็งเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ ส่วนการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมันแกว พบว่าข้าวเกรียบที่ผลิตจากการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวที่ร้อยละ 30 มีคุณลักษณะในด้านต่างๆ ไม่แตกต่างจากสูตรอื่น แต่มีค่าอเวอเทรแอกติวิตีที่น้อยที่สุด ประกอบกับได้คะแนนการยอมรับรวมมากที่สุด นั่นคือ 5.47 จึงได้เลือกสูตรของการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวที่ร้อยละ 30 นี้ไปศึกษาอายุการเก็บรักษาต่อไป

Table 5 Sensory evaluation of crispy replace Tapioca starch with Yam Bean at various concentrations

Yam Bean (Ratio)	Properties				
	Color	Flavor	Taste	Crispsness	Overall
20	4.13 ^{ab} ± 1.52	4.47 ^a ± 1.33	3.93 ^b ± 1.35	5.20 ^{ab} ± 1.58	5.20 ^{ab} ± 1.62
30	4.80 ^a ± 1.41	4.73 ^a ± 1.50	4.93 ^a ± 1.54	5.87 ^a ± 1.67	5.47 ^a ± 1.70
40	4.20 ^{ab} ± 1.39	4.73 ^a ± 1.41	5.07 ^a ± 1.65	5.07 ^b ± 1.69	4.60 ^b ± 1.54
50	4.27 ^{ab} ± 1.41	4.47 ^a ± 1.38	4.60 ^a ± 1.40	4.93 ^b ± 1.78	4.80 ^b ± 1.51
60	3.87 ^c ± 1.36	3.87 ^b ± 1.36	3.80 ^b ± 1.35	3.80 ^c ± 1.55	3.93 ^c ± 1.37

(^{a,b,c}) Means in the same column with different letters are significant difference ($p \leq 0.05$)

2. ผลของการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี

นำข้าวเกรียบมันแกวทั้ง 5 สูตร นั่นคือ ข้าวเกรียบที่มีการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวที่อัตราส่วน มันแกวต่อแป้งมันสำปะหลัง ร้อยละ 20:80 30:70 40:60 50:50 และ 60:40 ตามลำดับ มาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีของ AOAC (2000) ได้ผลการทดลองดัง Table 6

Table 6 Proximate analysis of Yam Bean crispy at various concentrations

Yam Bean (Ratio)	Composition gram/100 gram					
	Moisture (g)	Crude Protein (g)	Crude Lipid (g)	Ash (g)	Crude Fiber (g)	Carbohydrate (g)
20	4.18 ^c	0.05 ^e	17.39 ^b	1.46 ^c	0.68 ^a	76.24 ^b
30	5.51 ^a	0.17 ^d	25.10 ^a	1.43 ^c	0.57 ^b	67.22 ^c
40	4.56 ^b	1.31 ^a	9.73 ^d	2.02 ^b	0.44 ^c	81.94 ^a
50	2.49 ^d	0.90 ^b	18.53 ^b	1.41 ^c	0.23 ^d	76.44 ^b
60	4.60 ^b	0.54 ^c	13.34 ^c	2.28 ^a	0.22 ^d	79.02 ^a

(^{a,b,c}) Means in the same column with different letters are significant difference ($p \leq 0.05$)

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบมันแกวทั้ง 5 สูตร พบว่า ข้าวเกรียบมันแกวร้อยละ 20 30 40 50 และ 60 มีปริมาณความชื้น 4.18 5.51 4.56 2.49 และ 4.60 มีปริมาณโปรตีน 0.05 0.17 1.31 0.90 และ 0.54 ปริมาณไขมัน 17.39 25.10 9.73 18.53 และ 13.34 ปริมาณเถ้า 1.46 1.43 2.02 1.41 และ 2.28 ปริมาณเส้นใย 0.68 0.57 0.44 0.23 และ 0.22 และปริมาณคาร์โบไฮเดรต 76.24 67.22 81.94 76.44 และ 79.02 ตามลำดับ ซึ่งจัดได้ว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมันแกวเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตสูง

3. ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของข้าวเกรียบมันแกว

จากการเก็บรักษาข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูปและข้าวเกรียบสำเร็จรูปเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยในทุกๆ สัปดาห์จะทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณเชื้อรา และยีสต์ ได้ผลดัง Table 7 และ Table 8 โดยพบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูปและข้าวเกรียบมันแกวสำเร็จรูปของสัปดาห์ที่ 4 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 2.0×10^2 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และ 3.4×10^2 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ และทั้งสองผลิตภัณฑ์ตรวจไม่พบปริมาณยีสต์ และรา ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.107/2554) ของข้าวเกรียบ คือ ถ้าเป็นข้าวเกรียบชนิดพร้อมบริโภค (ข้าวเกรียบสำเร็จรูป) จะต้องมีความจุลินทรีย์ทั้งหมด ไม่เกิน 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ส่วนข้าวเกรียบดิบ (ข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูป) ยีสต์และราต้องไม่เกิน 500 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม การที่ผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบสามารถเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลานานนั้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมีขั้นตอนของการอบแห้งซึ่งช่วยลดปริมาณน้ำอิสระ (ค่าวอเตอร์แอกติวิตี, a_w) ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ลงไปได้ จึงส่งผลให้จุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนมากับผลิตภัณฑ์เจริญเติบโตได้ช้าลงหรือไม่สามารถเจริญเติบโตได้

Table 7 Total micro-organism count, Yeast and Mold of pre-cooked Yam Bean crispy store for 4 week

Week	Pre-cooked Yam Bean Crispy	
	Total micro-organism (CFU/g)	Yeast and Mold (CFU/g)
1	<10	-
2	4.9×10^2	-
3	4.0×10^3	-
4	2.0×10^2	-

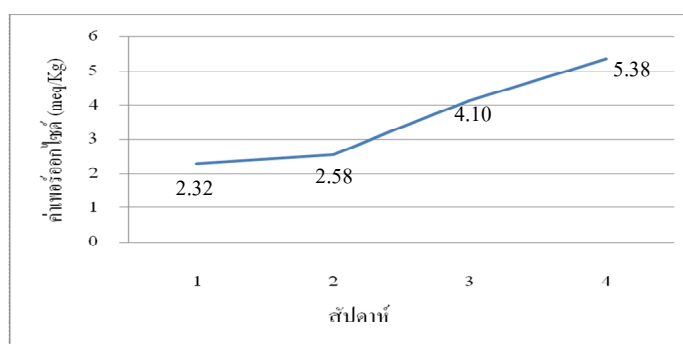
- Mean is no detect

Table 8 Total micro-organism count, Yeast and Mold of Yam Bean crispy store for 4 week

Week	Yam Bean Crispy	
	Total micro-organism (CFU/g)	Yeast and Mold (CFU/g)
1	<10	-
2	1×10^3	-
3	1×10^3	-
4	3.4×10^2	-

- Mean is no detect

เมื่อนำข้าวเกรียบสำเร็จรูปมาทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ แล้วนำมาตรวจวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value; P.V.) ทุกๆ 1 สัปดาห์ พบว่าค่าเปอร์ออกไซด์มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นจาก 2.32 เป็น 5.36 มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม แสดงดังกราฟที่ 4.1 ซึ่งค่าเปอร์ออกไซด์ที่วิเคราะห์ได้ยังไม่ได้เพิ่มจนเกินมาตรฐานกำหนด (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, มผช.107/2554) นั่นคือต้องไม่เกิน 30 มิลลิกรัมสมมูลเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม ค่าเปอร์ออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มมากขึ้นเป็นผลมาจากการผลิตข้าวเกรียบมันแฉะมีการเติมน้ำถ้าเหลือลงไปแล้วน้อยเพื่อให้สะดวกต่อการหั่นโดเป็นแผ่นบางๆ น้ำถ้าเหลือ จัดอยู่ในกลุ่มของน้ำมันที่มีกรดไขมันไม่อิ่มตัวนั้นคือ สามารถเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่าย



Picture 1 Peroxide Value of Yam Bean crispy store for 4 week.

สรุปผลการทดลอง

การศึกษ้อัตราส่วนที่เหมาะสมของการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวบางส่วนในการผลิตข้าวเกรียบมันแกว พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมันแกวที่ได้การยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดคือ สูตรที่มีการทดแทนแป้งมันสำปะหลังด้วยมันแกวที่ร้อยละ 30 องค์ประกอบทางเคมีของข้าวเกรียบมันแกว พบว่าผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบมันแกวทั้ง 5 สูตร มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่สูง ผลของการศึกษาอายุการเก็บรักษาจากการเก็บรักษาข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูปและข้าวเกรียบสำเร็จรูปเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูปและข้าวเกรียบมันแกวสำเร็จรูปของสัปดาห์ที่ 4 มีจำนวนเชื้อเท่ากับ 2.0×10^2 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม และ 3.4×10^2 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ตามลำดับ และทั้งสองผลิตภัณฑ์ตรวจไม่พบปริมาณยีสต์ และรา ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.107/2554) ของข้าวเกรียบ ส่วนค่าเพอร์ออกไซด์มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น แต่ยังไม่ได้เพิ่มจนเกินมาตรฐานกำหนด (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, มผช.107/2554) นั่นคือต้องไม่เกิน 30 มิลลิกรัมสมมูลเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ที่มอบทุนการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มส่งเสริมการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร. (2555). **มันแกว**. (e-book, ออนไลน์). แหล่งที่มา <http://agrimedia.agritech.doae.go.th/book/book-rice/rb039.pdf>. 10 มิถุนายน 2555.
- พรรณี วงศ์ไกรศรีทอง. (2530). **การผลิตข้าวเกรียบปลาโดยใช้เครื่องรีดแผ่น**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- เพลินใจ ตั้งคณะกุล. (2546). **การทำข้าวเกรียบเป็นผลิตภัณฑ์คุณภาพ**. ว. อาหาร.33(2) : 90-93.
- ศิวพร ชายชม และวิไลลักษณ์. (2555). **การศึกษากระบวนการผลิตข้าวเกรียบข้าวกล้องหอมนิลงอก**. ปัญหาพิเศษสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. (2523). **เรื่องที่ 5 พืชหัว**. แหล่งที่มา : <http://kanchanapisek.or.th/kp6/New/sub/book/book.php?book=5&chap=5&page=t5-5-infodetail03.html>
- สุดารัตน์ พริกบุญจันทร์. (2547). **การพัฒนาคุณภาพข้าวเกรียบปลา**. งานวิจัย. คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- สุรางค์ ลาเกลี้ยง. (2534). **การปรับปรุงคุณภาพข้าวเกรียบและกรรมวิธีการผลิตข้าวเกรียบอยุธยา**. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2530). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมข้าวเกรียบ**. มอก.7012530. กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.
- อรนุช สีหามาลา. (2546). **การศึกษาสูตรที่เหมาะสมของการผลิตข้าวเกรียบใบหม่อน**. กาฬสินธุ์. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตกาฬสินธุ์.

- AOAC. (2000). **Official Method of analysis**. Association of official analytical chemists, Washington DC.
- Colona, P., Buleon, A” and Mercier, C. (1987). **Extrusion cooking of starch and starchy products**. *In* Extrusion Cooking. (Mercier, C., Linko, P. and Harper, J. M., eds.) p. 247-319. The American Association of cerealeal Chemists. St. Paul.
- Mohamed, S., Abdullah, N. and Muthu, M.K. (1988). **Expansion, oil absorption, elasticity and crunchiness of keropok (fried crisps) in relation to the physico-chemical nature of starch flours**. *In* Food science and technology industrial development. Proceedings of the Food Conference. (Maneepun, S., Varangoom, P. and Phithakpol, B., eds.) Thailand, 24-26 October 1988. P. 108-113.
- Yu, S.Y. (1991). **Effect of fish: flour ratio on fish crackers (keropok)**. Asean Food J. 6(3) : 36.