



## การพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่โดยใช้แป้งข้าวเหนียวดำทดแทนแป้งสาลี Development of Brownie by Using Black Glutinous Rice Flour Instead of Wheat Flour

ไชยสิทธิ์ พันธุ์พูนจินดา<sup>1\*</sup> เลอลักษณ์ เสถียรรัตน์<sup>1</sup> และอรวัลภ์ อุปถัมภานนท์<sup>1</sup>

Received: July, 2016; Accepted: October, 2016

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่ โดยใช้แป้งข้าวเหนียวดำทดแทนแป้งสาลีตั้งแต่การเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมในการผลิตบราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำ ศึกษาคุณภาพทางเคมีและทางประสาทสัมผัสที่ได้จากผลิตภัณฑ์บราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำ พบว่า สูตรพื้นฐานที่เหมาะสมมีองค์ประกอบ แป้งสาลีอเนกประสงค์ เนยจืด น้ำตาลทราย ไข่ไก่ ผงโกโก้ เกลือ และกลิ่นวนิลลา ในปริมาณ 70 145 250 120 65 2 และ 3.2 กรัม ตามลำดับ ส่วนผลิตภัณฑ์บราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำที่ดีที่สุดคือสูตรพื้นฐานที่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำแทนแป้งสาลีร้อยละ 50 ซึ่งมีคะแนนความชอบรวมและค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) ไม่แตกต่าง ( $p > 0.05$ ) จากบราวนี่สูตรที่ใช้แป้งสาลีร้อยละ 100 คุณภาพทางเคมีของบราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ความชื้น โปรตีน เถ้า และกากใย ปริมาณร้อยละ 53.26 26.53 14.42 3.92 1.54 และ 0.31 ตามลำดับ ปริมาณแอนโทไซยานิน 5.33 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม คะแนนความชอบรวมของบราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำอยู่ในระดับชอบมาก และถ้ามีบราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำจำหน่ายผู้บริโภคจะซื้อร้อยละ 100

คำสำคัญ : ข้าวเหนียวดำ; บราวนี่; แป้งสาลี

<sup>1</sup> คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

\* Corresponding Author E - mail Address: [chaiyasit\\_p@rmutt.ac.th](mailto:chaiyasit_p@rmutt.ac.th)

## Abstract

The purpose of this research was to select the elementary formula, to study the optimum formula of brownie by adding black glutinous rice flour and to study the chemical and sensory quality of brownie by adding black glutinous rice flour. The result indicated the elementary formula in for wheat flour, unsalted butter, sugar, egg, cocoa powder, salt and vanilla as 70, 145, 250, 120, 65, 2 and 3.2 gram respectively. The optimum formula of brownie by adding black glutinous rice flour was adding 50% black glutinous rice flour. The overall liking score and the firmness were non-significant ( $p > 0.05$ ) with 100% wheat flour brownies. The chemical quality of brownie with 50% black glutinous rice consisting of carbohydrate, fat, moisture, protein, ashes and fiber were 53.26, 26.53, 14.42, 3.92, 1.54 and 0.31 respectively. Anthocyanin 5.33 milligram per 100 gram of sample. The overall liking of brownie with 50% black glutinous rice was “very well” and when the brownie with 50% black glutinous rice was launched, 100% of consumer would buy.

Keywords: Black Glutinous Rice; Brownie; Wheat Flour

## บทนำ

บราวนี่เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดหนึ่งที่มีการบริโภคอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ ลักษณะที่เด่นชัดของบราวนี่จะเป็นขนมอบที่มีเนื้อสัมผัสแน่น มีสีน้ำตาลเข้มซึ่งเกิดจากผงโกโก้ที่ใส่ลงไป ในส่วนผสมจะให้กลิ่นและรสเป็นเอกลักษณ์ [1] ในธุรกิจเบเกอรี่ประเทศไทย พบว่าบราวนี่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการจำหน่ายทำให้ตลาดของผลิตภัณฑ์บราวนี่เป็นที่ต้องการในกลุ่มผู้บริโภค [2] อีกทั้งพฤติกรรมการบริโภคของคนในเมืองที่มีชีวิตเร่งรีบต้องการความสะดวกสบาย นอกจากนี้การตลาดของเบเกอรี่มีการเข้าออกที่ค่อนข้างง่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคโซเชียลมีเดียครอบคลุมไปอย่างกว้างขวาง ทำให้ช่องทางการจัดจำหน่ายเบเกอรี่เป็นไปด้วยความง่ายดายมากขึ้น มูลค่ารวมของตลาดร้านเบเกอรี่ตามชุมชนเมืองเองก็มีอัตราการเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 9 ต่อปี [3] ในกลุ่มคนรักสุขภาพมองบราวนี่เป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยสารอาหารส่วนใหญ่ คือ คาร์โบไฮเดรตและไขมัน ส่งผลให้คุณค่าทางโภชนาการด้านอื่นมีไม่มากนัก

ข้าวจัดเป็นอาหารหลักของคนไทยทั้งในอดีตและปัจจุบัน ส่วนใหญ่เป็นที่รู้จักคือ ข้าวเจ้า ซึ่งในอดีตข้าวเจ้าเป็นข้าวพันธุ์จากต่างประเทศที่คนไทยในสมัยก่อนนำเข้ามาปลูกเพื่อบริโภค จึงทำให้ข้าวพันธุ์พื้นเมืองหรือข้าวเหนียวดำของไทย ไม่เป็นที่นิยมของคนไทยในสมัยนั้น [4] แต่ในปัจจุบันข้าวเหนียวดำพันธุ์พื้นเมืองของไทย กลับเป็นสินค้าที่ทำรายได้ให้กับประเทศไทยและกลุ่มผู้บริโภคสุขภาพมากขึ้น เพราะมีคุณประโยชน์ทางโภชนศาสตร์หลายประการ คนภาคเหนือและภาคอีสานเรียกข้าวเหนียวดำนี้ว่า ข้าวก่ำ เพราะลักษณะของข้าวเหนียวดำที่มีสีม่วง หรือสีแดงก่ำ สารสีในเมล็ดข้าวนี้อุดมไปด้วย คาร์โบไฮเดรต

โปรตีน ไขมัน สารพฤกษเคมี (Phytochemical Compounds) ทั้งที่เป็นสารปฐมภูมิ ทุติยภูมิ ได้แก่ วิตามิน และสารฟีนอลิก (Phenolics) และสารประกอบต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น แกมมา-ออริซานอล (Gamma Oryzanol) เบต้าแคโรทีน ( $\beta$ -carotene) กรดไฟติก (Phytic Acid) และแอนโทไซยานิน (Anthocyanins) โดยตรงควัตถุหลักที่พบ ได้แก่ ไซยานิดิน (Cyanidin) และพีโอนิดิน (Peonidin) ซึ่งเป็นสารที่ไม่พบในข้าวขาวทั่วไป มีหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระและมีสรรพคุณทางยามาก [5]

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำข้าวเหนียวค้ำมาผลิตบรารวนี้ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผู้บริโภคที่รักสุขภาพ เนื่องจากในข้าวเหนียวค้ำมีสารแอนโทไซยานินสูง นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มช่องทางการแปรรูปข้าว เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าข้าว หนึ่งในพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยอีกทางหนึ่งด้วย

## วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์บรารวนี้เสริมแป้งข้าวเหนียวค้ำ ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และทดสอบผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์บรารวนี้เสริมแป้งข้าวเหนียวค้ำ

### 1. วัสดุและอุปกรณ์

#### 1.1 วัตถุดิบ

1.1.1 แป้งสาลีอเนกประสงค์ ยี่ห้อ UFM

1.1.2 แป้งข้าวเหนียวค้ำ เตรียมโดยนำข้าวเหนียวค้ำลืมหั่ว มาแยกสิ่งสกปรก บดให้ละเอียดด้วยเครื่อง Multi-Purpose Swing Disintegrator ร้อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช

#### 1.2 สารเคมี

1.2.1 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ได้แก่ Sulfuric Acid ( $H_2SO_4$ ), Boric Acid, Selenium Mixture, Sodium Hydroxide (NaOH) และ Mixed Indicator (Methyl Red and Bromocresol Green)

1.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ได้แก่ ปีโตรเลียมอีเทอร์

1.2.3 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย ได้แก่ Sulfuric Acid ( $H_2SO_4$ ), Sodium Hydroxide (NaOH), Acetone, Antifoam

1.2.4 การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน ได้แก่ โปตัสเซียมคลอไรด์บัพเฟอร์ หรือ อะซีเตตบัพเฟอร์

#### 1.3 อุปกรณ์ในการทำบรารวนี้แป้งข้าวเหนียวค้ำ

1.3.1 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

1.3.2 ถ้วยตวงของเหลว

1.3.3 ถ้วยตวงของแห้ง

1.3.4 ช้อนตวง

1.3.5 ตะกร้อมือ

1.3.6 อ่างผสม

- 1.3.7 หม้อคุ่น
- 1.3.8 ที่ร่อนแป้ง
- 1.3.9 กระดาษไข
- 1.3.10 ถาดอบขนาด 8 × 8 นิ้ว
- 1.3.11 พายไม้ และพายพลาสติก
- 1.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพ
  - 1.4.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี
    - 1.4.1.1 เครื่องย่อยโปรตีน (Digestion Unit) ยี่ห้อ Buchi รุ่น K-435
    - 1.4.1.2 เครื่องกลั่นโปรตีน (Distillation Unit) ยี่ห้อ Buchi รุ่น K 314
    - 1.4.1.3 ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ยี่ห้อ Binder PD 53/E2
    - 1.4.1.4 เตาเผาอุณหภูมิสูง ยี่ห้อ Ney 2-525 Series II
    - 1.4.1.5 โถดูดความชื้น (Desiccator)
    - 1.4.1.6 จานคอนเวย์ (Conway Unit)
    - 1.4.1.7 อุปกรณ์วิเคราะห์ไขมัน ตามวิธี AOAC, 1995
    - 1.4.1.8 เครื่องแก้วต่าง ๆ ที่จำเป็นในการวิเคราะห์
    - 1.4.1.9 เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น AC2115
    - 1.4.1.10 เครื่อง High Performance Liquid Chromatography รุ่น Shimadzu รุ่น LC-10Avp
  - 1.4.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ
    - 1.4.2.1 เครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น Colour Flex
    - 1.4.2.2 เครื่องวัด Texture Analyzer รุ่น TA.XT2
  - 1.4.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส
    - 1.4.3.1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส แบบ 9 - Point Hedonic Scale
    - 1.4.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส เช่น ถ้วยพลาสติก หรือถาดพลาสติก ไม้จิ้มอาหาร กระดาษเช็ดปาก ปากกา แก้วน้ำ และกระดาษบอกรหัสตัวอย่าง
- 1.5 อุปกรณ์ในการประมวลผลข้อมูล
  - 1.5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์
  - 1.5.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS for Windows สำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) ถ้าพบนัยสำคัญทางสถิติ จะคำนวณค่าความแตกต่าง เพื่อทดสอบหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

## วิธีการวิจัย

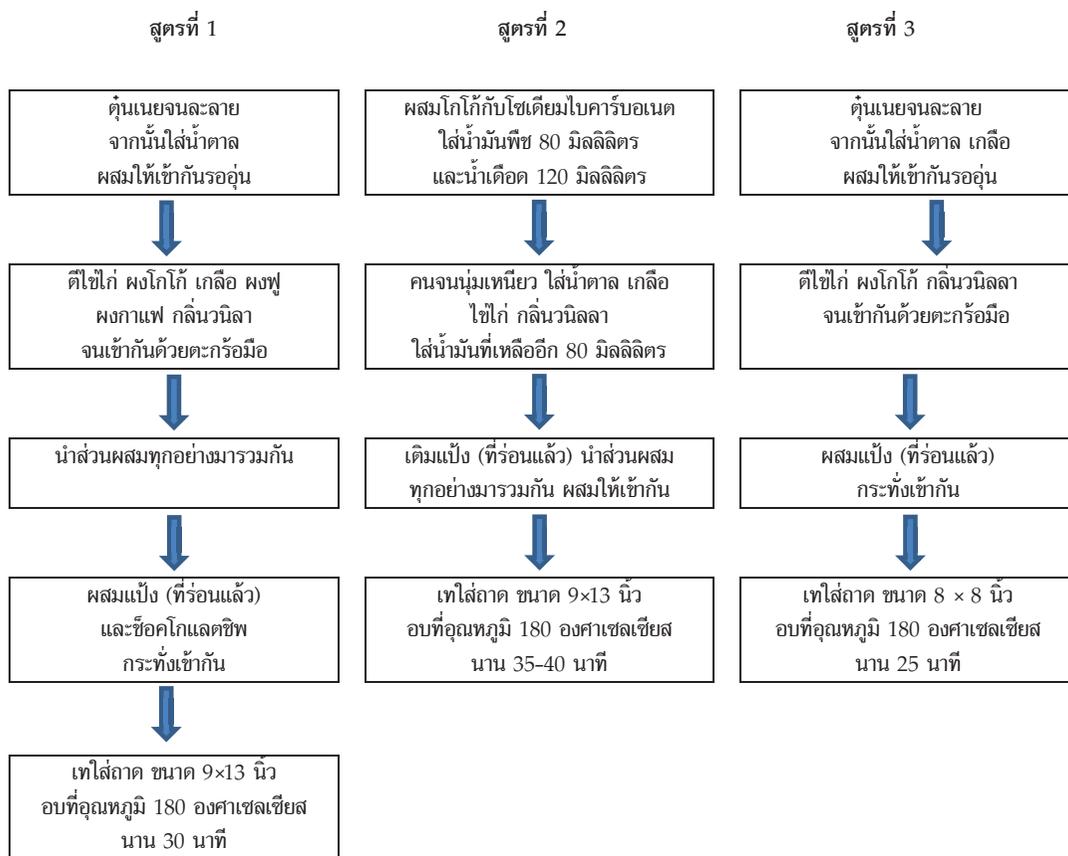
### 1. ขั้นตอนการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของบราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวคั่วที่เหมาะสม

การคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสมโดยการนำสูตรบราวนี่จำนวน 3 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 1 มาทำการผลิตบราวนี่ตามกระบวนการผลิตดังรูปที่ 1 หลังจากนั้นนำบราวนี่ที่ได้ทั้ง 3 สูตร มาทำการทดสอบความชอบของผู้บริโภค สถานที่ทดสอบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale จำนวน 50 คน วิธีการทดสอบแบบ Central Location Test ทดสอบในคุณลักษณะดังนี้ ลักษณะปรากฏโดยรวม สีของผลิตภัณฑ์ กลิ่นโดยรวม กลิ่นรสโดยรวม ความนุ่ม และความชอบโดยรวม นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test และคัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาสูตรบราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวคั่วต่อไป

ตารางที่ 1 สูตรมาตรฐานทั้ง 3 สูตรของบราวนี่

ส่วนประกอบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
แป้งสาลีเอนกประสงค์	140 กรัม	165 กรัม	70 กรัม
เนยจืด	190 กรัม	-	145 กรัม
น้ำมันพืช	-	200 กรัม	-
น้ำตาลทรายละเอียด	400 กรัม	400 กรัม	250 กรัม
ไข่ไก่	240 กรัม	120 กรัม	120 กรัม
ผงโกโก้	119 กรัม	65 กรัม	65 กรัม
เกลือ	5 กรัม	2 กรัม	2 กรัม
ผงฟู	2.6 กรัม	-	-
โซเดียมไบคาร์บอเนต	-	3.2 กรัม	-
ผงกาแฟ	1 กรัม	-	-
กลิ่นวนิลลาน้ำ	9.6 กรัม	3.2 กรัม	3.2 กรัม
น้ำเดือด	-	120 กรัม	-

ที่มา : [6] (สูตรที่ 1), [7] (สูตรที่ 2), [8] (สูตรที่ 3)



(ก) ตัดแปลงจาก

Wipaone, J. [6]

(ข) ตัดแปลงจาก

Nawarat, E. [7]

(ค) ตัดแปลงจาก

Prissana, B. [8]

รูปที่ 1 กรรมวิธีการผลิตบราวนี่ทั้ง 3 สูตร

2. ขั้นตอนการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตบราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำ

ในการศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตบราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำจะใช้สูตรพื้นฐานที่ผ่านการคัดเลือกแล้วจากข้อ 1 โดยปัจจัยที่ทำการศึกษา คือปริมาณแป้งข้าวเหนียวดำที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี โดยแปรเป็น 5 ระดับคือ ร้อยละ 0 25 50 75 และ 100 ของน้ำหนักแป้งข้าวสาลี ตามลำดับ ทำการผลิตตามกระบวนการผลิตดังรูปที่ 2



(ก) ตุ่นเนยให้ละลาย



(ข) เติมน้ำตาลและเกลือ



(ค) เทส่วนผสมลงในอ่างผสม



(ง) เติมหงโกโก้

(จ) คนจนอุณหภูมิลดลง  
เท่ากับอุณหภูมิต้อง

(ฉ) เติมไข่ไก่



(ช) เติมหกลิ่นวานิลลา

(ซ) เติมแป้งข้าวเหนียวดำ  
และแป้งสาลี

(ณ) อบที่อุณหภูมิ

180 องศาเซลเซียสนาน 25 นาที  
จะได้ผลิตภัณฑ์ตามต้องการ

## รูปที่ 2 กรรมวิธีการผลิตบราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำ

หลังจากนั้นนำบราวนี่ที่ผลิตได้ทั้ง 5 สูตร ไปทำการวิเคราะห์คุณภาพดังนี้

- คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ในระบบ ( $L^* a^* b^*$ ) ซึ่งค่า  $L^*$  แสดงถึงค่าความสว่างและความมืด มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100  $L^*$  มีค่า 0 หมายถึง สีดำ  $L^*$  มีค่า 100 หมายถึง สีขาว ค่า  $a^*$  แสดงค่าความเป็นสีแดง - สีเขียว  $a^*$  มีค่าบวก หมายถึง สีแดง  $a^*$  มีค่าลบ หมายถึง สีเขียว ค่า  $b^*$  แสดงค่าความเป็นสีเหลือง - น้ำเงิน  $b^*$  มีค่าบวก หมายถึง สีเหลือง  $b^*$  มีค่าลบ หมายถึง สีน้ำเงิน โดยใช้เครื่อง Hunter Lab รุ่น Colour Flex และวัดค่าเนื้อสัมผัส โดยวัดค่าความแน่นเนื้อด้วยเครื่อง Texture analyzer รุ่น TA.XT2

- การทดสอบทางประสาทสัมผัส ได้แก่ การศึกษาความชอบของผู้บริโภค โดยวิธี 9-Point Hedonic scale โดยทำการทดสอบด้านคุณลักษณะดังนี้ ลักษณะปรากฏโดยรวม สีของผลิตภัณฑ์ กลิ่นโดยรวม กลิ่นรสโดยรวม ความนุ่ม และความชอบโดยรวม นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Anova) และเปรียบเทียบ

ค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากคะแนนความชอบสูงสุด

### 3. การศึกษาคุณภาพของบราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำ

ทำการผลิตบราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำจากสูตรที่เหมาะสม จากข้อ 2 และผลิตตามกระบวนการผลิตตามรูปที่ 1 แล้วนำบราวนี่ที่ได้มาทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านต่าง ๆ ดังนี้

3.1 คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน ไขมัน กากใย คาร์โบไฮเดรต [9] รวมถึงวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานิน [10]

3.2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค ที่เป็นนิสิตและบุคลากรในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และบุคคลทั่วไป โดยการสุ่มแบบบังเอิญ จำนวน 100 คน ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale โดยในการทดสอบจะทดสอบแบบ Central Location Test

### 4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ANOVA เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 [11] ด้วยโปรแกรม SPSS for Windows

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การพัฒนาผลิตภัณฑ์บราวนี่โดยใช้แป้งข้าวเหนียวดำทดแทนแป้งสาลี โดยทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่เหมาะสม การพัฒนาสูตร และการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย ได้ผลดังนี้

### 1. การคัดเลือกสูตรพื้นฐาน

การศึกษาสูตรพื้นฐานโดยนำสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร มาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 50 คน ทดสอบตัวอย่าง จำนวน 3 ตัวอย่าง แล้วให้คะแนนความชอบโดยวิธี 9-Point Hedonic Scale (1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 9 = ชอบมากที่สุด) ในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏโดยรวม สีของผลิตภัณฑ์ กลิ่นโดยรวม กลิ่นรสโดยรวม ความนุ่ม และความชอบโดยรวมได้ผลทางการทดสอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบบราวนี่สูตรพื้นฐาน 3 สูตร (ที่ n = 50)

สูตรพื้นฐาน ที่ทำ การทดลอง	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส					
	ลักษณะ ปรากฏ โดยรวม	สีของ ผลิตภัณฑ์	กลิ่น โดยรวม	กลิ่นรส โดยรวม	ความนุ่ม	ความชอบ โดยรวม
สูตรพื้นฐาน 1	6.86 <sup>a</sup> ±1.26	7.18 <sup>a</sup> ±1.20	7.20 <sup>a</sup> ±1.34	6.90 <sup>a</sup> ±1.59	6.96 <sup>a</sup> ±1.37	7.32 <sup>a</sup> ±1.28
สูตรพื้นฐาน 2	6.16 <sup>b</sup> ±1.34	6.14 <sup>b</sup> ±1.38	5.96 <sup>b</sup> ±2.06	5.32 <sup>b</sup> ±2.22	6.16 <sup>b</sup> ±1.69	6.00 <sup>b</sup> ±1.67
สูตรพื้นฐาน 3	7.00 <sup>a</sup> ±1.27	7.06 <sup>a</sup> ±1.01	7.10 <sup>a</sup> ±1.23	7.04 <sup>a</sup> ±1.71	7.12 <sup>a</sup> ±1.28	7.38 <sup>a</sup> ±1.41

หมายเหตุ : <sup>a,b...</sup> หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนความชอบในทุกคุณลักษณะของสูตรพื้นฐานที่ 1 และสูตรพื้นฐานที่ 3 ไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) และได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด ผู้วิจัยจึงได้ทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่ 3 เพื่อเป็นสูตรในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์บราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวคั่ว เนื่องจากบราวนี่สูตรพื้นฐานที่ 3 มีขั้นตอนวิธีการทำที่ง่าย ทำให้ลดเวลาในการผลิต รวมถึงวัตถุดิบที่ใช้มีราคาต่ำกว่าสูตรพื้นฐานที่ 1 ทำให้สามารถลดต้นทุนในการผลิตได้ [12] นอกจากนี้สูตรพื้นฐานที่ 1 ยังใช้ปริมาณผงฟู วัตถุดิบมากกว่า ซึ่งถ้ารับประทานผงฟูมากเกินไป จะสะสมในร่างกายส่งผลต่อกลไกการเกิดโรคได้ทางหนึ่ง การที่มีคาร์บอนไดออกไซด์คั่งในเลือดมาก (Hypercapnia) ไม่ว่าจะจากการขาดออกซิเจนหรือได้รับคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปมากก็ตาม จะทำให้เลือดเป็นกรด (Acidosis) เกิดการขยายตัวของหลอดเลือด กระตุ้นระบบหายใจให้หายใจเร็วขึ้น ทำให้หัวใจเต้นเร็ว และกดสมอง [13]

## 2. การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตบราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวคั่ว

หลังจากที่ได้สูตรพื้นฐานที่ 3 เป็นสูตรที่เหมาะสมที่จะนำไปทดลองต่อไปแล้ว จึงนำสูตรพื้นฐานที่ 3 เติมแป้งข้าวเหนียวคั่วในปริมาณต่าง ๆ กัน 5 ระดับ (5 สูตร) แล้วผลิตบราวนี่ตามสูตรทั้ง 5 สูตร นำบราวนี่ที่ได้มาทำการวิเคราะห์คุณภาพ ด้านประสาทสัมผัส และคุณภาพด้านกายภาพ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 คะแนนการศึกษาความชอบในคุณลักษณะต่าง ๆ ของบราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวคั่วทั้ง 5 สูตร (ที่  $n = 100$ )

ปริมาณแป้งข้าวเหนียวคั่วที่ทดแทนแป้งสาลี (ร้อยละ) ในสูตรพื้นฐานสูตรที่ 3	คุณภาพทดสอบทางประสาทสัมผัส					
	ลักษณะปรากฏโดยรวม	สีของผลิตภัณฑ์	กลิ่นโดยรวม	กลิ่นรสโดยรวม	ความนุ่ม	ความชอบโดยรวม
0	7.33 <sup>a</sup> ±1.19	7.30 <sup>a</sup> ±1.18	7.62 <sup>a</sup> ±1.20	7.74 <sup>a</sup> ±1.18	7.34 <sup>a</sup> ±1.36	7.90 <sup>a</sup> ±1.06
25	6.44 <sup>c</sup> ±1.51	6.29 <sup>c</sup> ±1.71	6.73 <sup>b</sup> ±1.71	7.19 <sup>b</sup> ±1.77	6.97 <sup>ab</sup> ±1.82	7.14 <sup>b</sup> ±1.65
50	6.90 <sup>b</sup> ±1.39	6.82 <sup>b</sup> ±1.43	6.74 <sup>b</sup> ±1.55	7.28 <sup>b</sup> ±1.37	7.22 <sup>ab</sup> ±1.55	7.52 <sup>ab</sup> ±1.21
75	6.82 <sup>bc</sup> ±1.33	6.67 <sup>bc</sup> ±1.44	6.87 <sup>b</sup> ±1.39	7.06 <sup>b</sup> ±1.30	6.91 <sup>ab</sup> ±1.45	7.19 <sup>b</sup> ±1.35
100	6.77 <sup>bc</sup> ±1.56	6.90 <sup>ab</sup> ±1.46	6.63 <sup>b</sup> ±1.65	6.57 <sup>c</sup> ±1.97	6.77 <sup>b</sup> ±1.76	7.12 <sup>b</sup> ±1.66

หมายเหตุ: <sup>a,b...</sup> หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ )

จากตารางที่ 3 พบว่าบราวนี่ไม่เสริมแป้งข้าวเหนียวคั่ว และเสริมแป้งข้าวเหนียวคั่วร้อยละ 50 คุณลักษณะด้านความนุ่มและความชอบโดยรวมได้รับคะแนนความชอบที่ไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) แต่แตกต่างจากสูตรบราวนี่ที่มีแป้งข้าวเหนียวคั่วร้อยละ 75 และ 100 ( $p<0.05$ ) ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวเหนียวคั่วซึ่งไม่มีโปรตีนไกลอะดิน ที่จะสามารถไปจับกับโปรตีนกลูเตนินได้ จึงทำให้ไม่เกิดกลูเตน ผลิตภัณฑ์ที่ได้

จึงไม่มีการคงตัว ทำให้เนื้อแน่น ค่าคะแนนความชอบประสาทสัมผัสด้านความนุ่มจึงลดลงตามลำดับ อีกทั้งบรารนี้เสริมแป้งข้าวเหนียวดำร้อยละ 50 ยังมีแป้งสาลีในอัตราส่วนร้อยละ 50 ทำให้มีโปรตีนกลูเตน (Gluten) ที่เกิดขึ้นระหว่างการนวดแป้งสาลีด้วยน้ำ โดยเกิดจากการรวมตัวกันของโปรตีนไกลอะดีน (Gliadin) และโปรตีนกลูเตนิน (Glutelin) ทำให้เกิดเป็นกลูเตน ที่มีความเหนียว และมีความยืดหยุ่นสูง ซึ่งการยึดตัวของกลูเตนมีผลทำให้เกิดการอึดก๊าซ ดังนั้นผลิตภัณฑ์เกิดการขึ้นฟู และเมื่อนำไปอบความร้อน ทำให้โปรตีนกลูเตนเสียสภาพ เกิดการจับตัวกับส่วนที่เป็นแป้ง (Starch) เกิดเป็นโครงสร้างทำให้ผลิตภัณฑ์คงตัวไม่ยุบตัวหลังจากการอบจนสุก [14]

ตารางที่ 4 คะแนนการทดสอบทางกายภาพของบรารนี้เสริมแป้งข้าวเหนียวดำเมื่อใช้แป้งข้าวเหนียวดำที่ปริมาณต่าง ๆ กันแทนแป้งสาลี (เนื้อสัมผัส n = 5, สี n = 3)

ปริมาณแป้งข้าวเหนียวดำ (ร้อยละ)	คุณภาพทดสอบทางกายภาพ			
	Firmness (นิวตัน)	L*	a* <sup>ns</sup>	b* <sup>ns</sup>
0	5.74 <sup>c</sup> ±0.16	20.52 <sup>ab</sup> ±0.97	2.51±0.88	1.31±0.59
25	5.63 <sup>c</sup> ±0.21	21.16 <sup>a</sup> ±1.44	2.09±0.77	1.06±0.56
50	5.57 <sup>c</sup> ±0.18	19.44 <sup>ab</sup> ±0.93	2.73±0.96	1.66±0.95
75	6.45 <sup>b</sup> ±0.34	18.98 <sup>b</sup> ±0.20	3.24±0.39	2.07±0.33
100	7.33 <sup>a</sup> ±0.60	17.04 <sup>c</sup> ±0.53	2.95±0.22	1.65±0.20

หมายเหตุ: a,b,... หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันแถวแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าความแน่นเนื้อ (Firmness) มีค่าสูงขึ้นเมื่อปริมาณแป้งข้าวเหนียวดำเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากแป้งข้าวเหนียวดำโครงสร้างส่วนใหญ่เป็นอะไมโลเพกติน ซึ่งมีความชื้นหนืดเมื่อได้รับความชื้นและความร้อน อีกทั้งการที่โครงสร้างของแป้งข้าวเหนียวดำไม่มีอะไมโลสเป็นองค์ประกอบเลยจะส่งผลต่อการคืนตัว (Retrogradation) ซึ่งมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้านเนื้อสัมผัส ทำให้เนื้อสัมผัสมีความแน่นเนื้อที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ [15]

ค่า L\* แสดงถึงค่าความสว่างและความมืด มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 L\* มีค่า 0 หมายถึง สีดำ L\* มีค่า 100 หมายถึง สีขาว จากผลการทดลองค่า L\* พบว่าจะลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวเหนียวดำ ทั้งนี้เพราะตัวแป้งข้าวเหนียวดำจะมีสารแอนโทไซยานินซึ่งมีความเข้มข้นสูง [16] รงควัสดุกลุ่มนี้จะให้สีในเมล็ดข้าวแตกต่างกันไป ตั้งแต่สีชมพูจนถึงสีม่วงดำ จึงทำให้ค่าความสว่างลดลงตามลำดับ [17] ส่วนในสูตรที่ไม่มีข้าวเหนียวดำ L\* ยังอยู่ในระดับที่มีความสว่างต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากในบรารนี้มีการเติมผงโกโก้ที่มีสีน้ำตาล ทำให้ความสว่าง บรารนี้มีค่าค่อนข้างต่ำ a\* และ b\* ไม่มีความแตกต่าง (p<0.05) จากปริมาณการเพิ่มแป้งข้าวเหนียวดำ

## 3. การศึกษาคุณภาพบรวนนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวค้ำ

บรวนนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวค้ำ เมื่อศึกษาคุณภาพทางเคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของบรวนนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวค้ำ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5 และรูปที่ 3

## 3.1 คุณภาพทางเคมี

คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน ไขมัน กากใย คาร์โบไฮเดรต และ แอนโทไซยานิน ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 องค์ประกอบทางเคมีของบรวนนี่แป้งสาลี และบรวนนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวค้ำร้อยละ 50 (ที่  $n = 3$ )

คุณภาพทดสอบทางเคมี	บรวนนี่แป้งสาลี (ร้อยละ)	บรวนนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวค้ำ ร้อยละ 50 (ร้อยละ)
คาร์โบไฮเดรต <sup>ns</sup>	54.51	53.26
ไขมัน <sup>ns</sup>	26.30	26.53
ความชื้น <sup>ns</sup>	12.89	14.42
โปรตีน <sup>ns</sup>	4.26	3.92
ไขมัน <sup>ns</sup>	1.56	1.54
กากใย <sup>ns</sup>	0.45	0.31
แอนโทไซยานิน*	2.12 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม (ตัวอย่าง)	5.33 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม (ตัวอย่าง)

หมายเหตุ : \* หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

<sup>ns</sup> หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

จากตารางที่ 5 พบว่า คุณภาพทางเคมีทุกด้าน ยกเว้น ปริมาณแอนโทไซยานิน บรวนนี่จากแป้งข้าวเหนียวค้ำไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) กับบรวนนี่จากแป้งสาลี ทั้งนี้ เพราะในข้าวเหนียวค้ำมีสารสีโปรแอนโทไซยานิน สูงกว่าข้าวขาว 8 - 16 เท่า และจะมีค่าสูงสุดเมื่อเมล็ดข้าวแก่เต็มที่ [18] ค่าที่ได้จากการทดลองพบว่า เมื่อทำการเพิ่มแป้งข้าวเหนียวค้ำทดแทนแป้งสาลี ร้อยละ 50 ปริมาณสารแอนโทไซยานิน มีค่าที่สูงขึ้น 2.5 เท่า แสดงให้เห็นว่ายังมีการทดแทนแป้งข้าวเหนียวค้ำมากขึ้น สารต้านอนุมูลอิสระก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

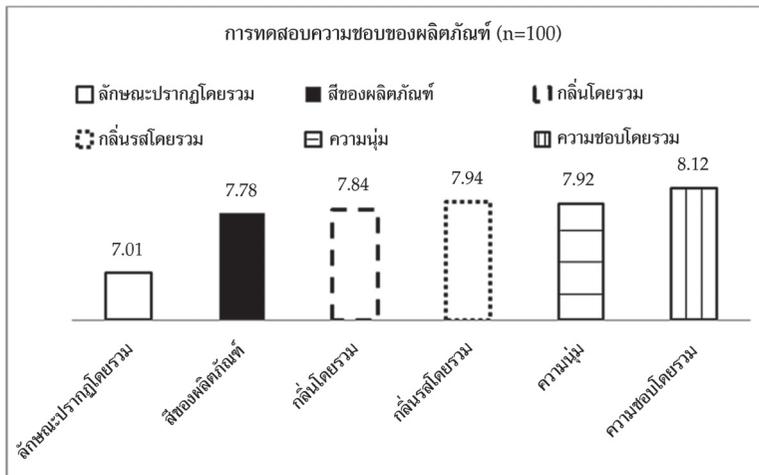
## 3.2 การทดสอบผู้บริโภค (Consumer Test)

## 3.2.1 ข้อมูลทางประชากรศาสตร์

จากการศึกษาข้อมูลทางประชากรศาสตร์ของผู้บริโภคจำนวน 100 คน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 73 อายุส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 15 - 24 ปี คิดเป็นร้อยละ 27 อาชีพส่วนใหญ่เป็นนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 65 การศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 81 รายได้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงต่ำกว่า 5,000 บาท/เดือน คิดเป็นร้อยละ 34

### 3.2.2 การทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์

จากการทดสอบความชอบของผู้บริโภคจำนวน 100 คน ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 คะแนนค่าเฉลี่ยความชอบของผลิตภัณฑ์บราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำ

จากรูปที่ 3 พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลางในทุกคุณลักษณะ (คะแนน 7.00 ถึง 7.99) ซึ่งคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏโดยรวมที่มีคะแนนต่ำที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องจากบราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำที่ได้มีสีเดียว โดยเราอาจทำการแก้ไขเพิ่มเติมเม็ดมะม่วงหิมพานต์เพื่อใช้ในการตกแต่งผลิตภัณฑ์บราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีสีสัน อาจทำให้คะแนนความชอบด้านคุณลักษณะปรากฏเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากคุณลักษณะภายนอกจะเป็นปัจจัยแรกในการตัดสินใจของผู้บริโภคว่าชอบหรือไม่ แต่คุณลักษณะความชอบโดยรวมของบราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำอยู่ในระดับความชอบมาก (คะแนน 8.00 ถึง 8.99) และถ้ามีผลิตภัณฑ์บราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำออกจำหน่าย ผู้บริโภคที่ตอบแบบสอบถามทั้งหมดจะซื้อผลิตภัณฑ์ดังกล่าว (ร้อยละ 100) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีความเป็นไปได้ที่จะผลิตบราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำออกสู่ตลาด

### สรุปผลการทดลอง

การผลิตบราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำสามารถใช้แป้งข้าวเหนียวดำทดแทนแป้งสาลีได้ร้อยละ 50 และมีสารต้านอนุมูลอิสระ คือ แอนโทไซยานิน เพิ่มขึ้น 3.21 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม โดยผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก

#### ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินในแป้งข้าวเหนียวดำจากวัตถุดิบธรรมชาติก่อนนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์บราวนี่ รวมถึงอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์บราวนี่เสริมแป้งข้าวเหนียวดำว่าสามารถทำการเก็บรักษาได้นานกี่วันในสภาวะปกติ โดยไม่มีการเสื่อมเสีย

## References

- [1] Jittana, J., Aonanong, N. and Prissana, S. (2003). **Basic Baking Science and Technology**. Bangkok: Food Science and Technology. Kasetsart University.
- [2] Rathpiya, M. (2014). **Brownie Prop**. Bangkok Post online. Access (15 June 2016). Available (<Http://www.bangkokbiznews.com/news/detail/565398>)
- [3] Prawetwut, R. (2016). **Industrial Bakeries Thailand**. Institute of Food Industry Ministry. Access (9 June 2016). Available ([http://fic.nfi.or.th/foodindustry\\_ceo\\_view.php?smid=1126](http://fic.nfi.or.th/foodindustry_ceo_view.php?smid=1126))
- [4] Onanong, N. (2007). **Rice**. 2<sup>nd</sup> ed. Bangkok: Kasetsart University Publisher.
- [5] Manthana, N. and Maitree, S. (2012). Phytochemical in Rice Seeds and Good Benefits for Health. *Naresuan Phayao Journal*. Vol. 5. No. 1. pp. 28-35
- [6] Wipaone, J. (2012). **48 Brownies Recipe**. 1<sup>st</sup> ed. Bangkok: Thailand Quality Books Publishing.
- [7] Nawarat, E. (2007). **Pastries 2**. 2<sup>nd</sup> ed. Bangkok: Sangdad Publisher.
- [8] Prissana, B. (2005). **10 BEST BROWNIES**. 2<sup>nd</sup> ed. Bangkok: Wayladee Publisher.
- [9] AOAC. (2000). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17<sup>th</sup> ed., Maryland, USA.
- [10] AOAC. (2005). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 18<sup>th</sup> eds. Methods: 981.10, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- [11] Kanlaya, V. (2007). **Data Analysis SPSS for Windows**. 10<sup>th</sup> ed. Bangkok: Thamasan Publishers Ltd.
- [12] Suthilak, C. (2010). **The Business Plan Donis Bakery**. Master Faculty of Science Management. Sillapakorn University.
- [13] Jutharath, C. and Wiwat, E. (2012). **Carbon Dioxide**. Summacheeva Foundation. Thailand's Toxicological Profile Database (ThaiTox). Access (8 June 2016). Available ([http://www.summacheeva.org/index\\_thaitox\\_carbon\\_dioxide.htm](http://www.summacheeva.org/index_thaitox_carbon_dioxide.htm))
- [14] Duangrutai, T., Wipawan, J. and Rungthiwa, W. (2012). **Bread and Bakery Gluten Free**. Bangkok: Petchprakai Publishers Ltd.
- [15] Potjane, P., Vichai, H., Penkwan, C., Klanarong, S. and Thongchai, S. (2003). **The Use Rice Flour Instead of Wheat Flour in the Patongko Product**. pp. 398-406. The Symposium's. University No. 41. Bangkok: Kasetsart University. Ministry of Agriculture and Cooperatives Ministry of Science University Affairs Ministry of Education Commission National Research Fund Research.

- [16] Duanggamon, L., vittida, J. and Vichai, H. (2010). Extraction of Anthocyanin from Black Glutinous Rice (*Oryza sativa* L.). Kasetsart Journal 46<sup>th</sup> Major Agro-Industry.
- [17] Dumnern, K., Pantipa, P. and Sansanee, J. (2002). Black Glutinous Rice Heredity Ancient Rice Thailand: Thailand's Wisdom Should be Conserved. Chiangmai: Faculty of Agriculture Chiang Mai University.
- [18] Dumnern, K. (2011). Black Glutinous Rice. 1<sup>st</sup> ed. Chiangmai: Mingmuang Publisher. Institute Research Science and Technology Development. Faculty Agriculture Chiangmai University.