

การพัฒนากระบวนการแปรรูปแผ่นข้าวอบกรอบ โดยไมโครเวฟ

Process Development of Rice Flake Produced by Microwave

วิจิตรา เหลียวตระกูล และ พชรินทร์ ระวังียน

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

ในการพัฒนากระบวนการแปรรูปแผ่นข้าวอบกรอบโดยไมโครเวฟ พบว่าการนึ่งโดที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที รีดโดให้มีความหนา 0.5 มิลลิเมตร และใช้ระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟระดับสูงสุด เป็นเวลา 75 วินาที จะทำให้ผู้ทดสอบชิมยอมรับในผลิตภัณฑ์มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ปริมาณความชื้นของโดร้อยละ 20.39 ก่อนผ่านกระบวนการไมโครเวฟ จะทำให้แผ่นข้าวอบกรอบมีความกรอบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบที่ผลิตโดยไมโครเวฟที่พัฒนาแล้วมีค่าความสว่าง (L) 56.35 ค่าสีแดง (a) 4.66 ค่าสีเหลือง (b) 14.37 ค่าแรงต้านการเจาะทะลุ 3.75 นิวตัน น้ำอิสระ 0.47 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 69.30 โปรตีนร้อยละ 8.81 เส้นใยร้อยละ 6.84 ความชื้นร้อยละ 6.02 น้ำตาลร้อยละ 4.91 ไขมันร้อยละ 0.55 จุลินทรีย์ทั้งหมด 120 CFU/กรัม ยีสต์และรา น้อยกว่า 10 CFU/กรัม และโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 3 MPN/กรัม ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนผลิตภัณฑ์สุดท้ายไม่ต่างกับผลิตภัณฑ์ในอุดมคติในด้านของสีเหลือง ความกรอบและรสหวานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

คำสำคัญ: แผ่นข้าวอบกรอบ / ไมโครเวฟ

Abstract

The overall acceptance of rice flake scaled by the panelists was affected by the preparation of dough and the conditions of microwave heating. The highest overall acceptance of rice flake was the one produced from steaming at 75 °C for 45 min, dough with the thickness of 0.5 mm and, then, heated by microwave at the highest level of power for 75 seconds. The highest crispness of rice flake was the one produced to retain 20.39% moisture content.

The developed rice flake has the Hunter color values (L, a and b) of 56.35, 4.66 and 14.37, respectively, crispness of 3.75 newton, water activity (A_w) of 0.47, 69.30% carbohydrate, 8.91% protein, 6.84% fiber, 6.02% moisture, 4.91% total sugar, 0.55% fat, total bacteria count of 120 CFU/g, yeast and mold < 10 CFU/g, and coliform < 3 MPN/g. There were no significant differences ($P > 0.05$) in yellowness, crispness and sweetness between the developed and the ideal rice flakes.

Keywords: Rice Flake / Microwave

1. บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญมากของประเทศ ประเทศไทยส่งออกข้าวได้มากเป็นอันดับ 1 ของโลกติดต่อกันมานานนับสิบปี และสามารถสร้างรายได้เข้าประเทศได้ปีละประมาณ 60,000-70,000 ล้านบาท แต่ในปัจจุบันการแข่งขันในตลาดข้าวมีความรุนแรงมากขึ้น ประเทศเวียดนามและพม่าได้กลายเป็นผู้ส่งออกข้าวแข่งกับไทย [1] สภาวะนี้ย่อมส่งผลต่อรายได้ของชาวนาไทยและเศรษฐกิจของประเทศ แต่หากสามารถนำข้าวมาแปรรูปเป็นสินค้ามูลค่าเพิ่มได้จะเป็นการสร้างรายได้ให้แก่ประชาชนและประเทศไทยมากขึ้น

การแปรรูปอาหารเข้าพร้อมบริโภคจากธัญชาติอาจทำได้โดยใช้กระบวนการทำให้แห้งและสุกด้วยเครื่องเอ็กสตรูเดอร์ (extruder) หรือการทำให้แห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (drum dryer) [2] กระบวนการแปรรูปทั้งสองวิธีนี้ใช้ความร้อนสูงจึงทำให้คุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตและวิตามินที่ไม่ทนความร้อนสูญเสียไปมาก [3] นอกจากนี้อาหารเข้าพร้อมบริโภคจากธัญชาติยังผลิตได้โดยใช้เตาอบแบบลมร้อน (hot air oven) ซึ่งทำให้คุณค่าทางอาหารลดลงมากเช่นเดียวกัน [4] การสูญเสียคุณค่าทางอาหารของโปรตีนจะเกิดขึ้นเมื่อได้รับความร้อน เนื่องจากการต่อะมิโน เช่น ไลซีนและเมไทโอนีนจะเข้าทำปฏิกิริยากับน้ำตาลรีดิวซ์ในปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไมไ่เซอไนซ์ ส่วนไขมันสูญเสียคุณค่าทางอาหารไป เนื่องจากการดัดไขมันลิโนเลนิกและลิโนเลอิกถูกทำลายโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน สำหรับคาร์โบไฮเดรตนั้นเมื่อได้รับความร้อนสูงจะเกิดการไหม้ [5]

การใช้ไมโครเวฟในการให้ความร้อนแก่อาหารแทนวิธีการหุงต้มตามปกติจะสามารถรักษาค่าทางอาหารและคุณค่าของวิตามินบีหนึ่ง วิตามินบีสอง วิตามินบีหกและวิตามินซี รวมทั้งกรดโฟลิกได้ดี เนื่องจากการเพิ่มอุณหภูมิหรือระดับพลังงานความร้อนให้ขึ้นถึงระดับที่ต้องการจะใช้เวลาสั้นกว่ามาก [6] และได้พบว่าการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟไม่มีผลต่อคุณค่าทางอาหารมากเท่ากับวิธีการหุงต้มทั่วไป สารอาหารบางชนิดโดยเฉพาะวิตามินที่ละลายในน้ำ จะมีการสูญเสีย เนื่องจากความร้อนโดยคลื่นไมโครเวฟน้อยมาก ทั้งนี้เป็นเพราะผลของเวลาที่สั้นและใช้ปริมาณน้ำน้อยกว่า [7]

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการแปรรูปแผ่นข้าวอบกรอบโดยใช้ไมโครเวฟ และศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลชีววิทยาและการยอมรับของผู้ทดสอบชิมของแผ่นข้าวอบกรอบที่ผลิตโดยไมโครเวฟ

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วัตถุดิบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

วัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย แป้งข้าวเจ้า และแป้งข้าวเหนียวตราพานตะวันผลิตโดยบริษัท ไทยอินเตอร์เนชั่นแนลไรซ์ฟลาว จำกัด จังหวัดนครปฐม น้ำตาลทรายขาวผลิตโดยบริษัท น้ำตาลวังขนาย จำกัด จังหวัดกาญจนบุรี เกลือตราปรุทวิทยผลิตโดยบริษัท อุตสาหกรรมเกลือบริสุทธิ์ จำกัด จังหวัดนครราชสีมา มอลต์สก็ดชนิดผงละเอียดผลิตโดยห้างหุ้นส่วนจำกัด นิวทริชั่น กรุงเทพฯ ฯ เลขิทีชนิดแคปซูลตราเมดิคราฟท์ผลิตโดยบริษัท เมดิแคป จำกัด จังหวัดสมุทรปราการ นมผงพร่องมันเนยตราแอนสันผลิตโดยบริษัท กิวิโคอฟเปอร์เรทิฟแคร์ จำกัด ประเทศนิวซีแลนด์ เนยชนิดเค็มตราอลาวรีผลิตโดยบริษัท ยูไนเต็แตร์ฟู้ด จำกัด กรุงเทพฯ ฯ และใช้เตาอบไมโครเวฟ ที่มีความถี่ของคลื่นไมโครเวฟ 2,450 เมกะเฮิร์ต ขนาดกำลังไฟฟ้า 850 วัตต์ และความต่างศักย์ 220 โวลต์ ตรา National รุ่น NN-K652 ผลิตโดยบริษัท มัตซึชิตะอิเล็กทริคอินดิสเทรียล จำกัด ประเทศญี่ปุ่น

2.2 กระบวนการแปรรูปแผ่นข้าวอบกรอบโดยไมโครเวฟ

กระบวนการแปรรูปแผ่นข้าวอบกรอบโดยไมโครเวฟทำได้ดังนี้

ตอนที่ 2.2.1 การเตรียมและชั่งน้ำหนักส่วนผสม จากนั้นผสมส่วนผสมทั้งหมดให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้มือผสม ใช้สูตรการแปรรูปแผ่นข้าวอบกรอบที่ได้จากการพัฒนาสูตรเบื้องต้นนี้ แป้งข้าวเจ้า แป้งข้าวเหนียว น้ำตาล มอลต์สก็ด เกลือ เลขิที และนมผงพร่องมันเนยร้อยละ 37.35, 30.56, 25.59, 3.44, 1.48, 0.30 และ 1.28 ตามลำดับ

ตอนที่ 2.2.2 นำโดมารีดให้เป็นแผ่นแบ่งหนา 3 มิลลิเมตร

ตอนที่ 2.2.3 นำโดไปนึ่งโดยใช้ลังถึงบนเตาแก๊ส

ตอนที่ 2.2.4 นำโดมารีดให้เป็นแผ่นบางโดยใช้เครื่องรีดระหมี่

ตอนที่ 2.2.5 ตัดโดที่ให้เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดกว้างและยาว 1.5 เซนติเมตรด้วยกรรไกร

ตอนที่ 2.2.6 นำโดที่ตัดเป็นชิ้น มาวางเรียงบนภาชนะจานเซรามิกนำไปเข้าเตาอบไมโครเวฟ จะได้แผ่นข้าวอบกรอบที่แปรรูปโดยไมโครเวฟ

2.3 วิธีการทดลอง

วิธีการทดลองแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

2.3.1 การหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการนึ่งโด

การหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการนึ่งโดตามตอนที่ 2.2.3 โดยวางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial experiment รวมกับ 3 center points กำหนดอุณหภูมิของโดที่ใช้ในการนึ่งโดคือ 75, 85 และ 95 องศาเซลเซียส และเวลาที่ใช้ในการนึ่งโดคือ 30, 45 และ 60 นาที โดยกำหนดให้รีดโดเป็นแผ่นบาง 0.25 มิลลิเมตร โดมีปริมาณความชื้นร้อยละ 31.40 และใช้ระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟสูงปานกลาง เป็นเวลา 1 นาทีในการอบแผ่นข้าวอบกรอบเป็นปัจจัยคงที่ นำแผ่นข้าวอบกรอบที่ได้มาวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส

2.3.2 การหาความหนาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์

การหาความหนาที่เหมาะสมของแผ่นข้าวอบกรอบตามตอนที่ 2.2.4 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block design กำหนดความหนาของแผ่นแป้งเท่ากับ 0.1, 0.25 และ 0.5 มิลลิเมตร โดยใช้อุณหภูมิและเวลาในการนึ่งที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองตอนที่ 2.3.1 และกำหนดให้โดมีปริมาณความชื้นร้อยละ 31.40 และใช้ระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟสูงปานกลาง เป็นเวลา 1 นาทีในการอบแผ่นข้าวอบกรอบเป็นปัจจัยคงที่ นำแผ่นข้าวอบกรอบที่ได้มาวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส

2.3.3 การหาปริมาณความชื้นของโดที่เหมาะสมก่อนผ่านกระบวนการไมโครเวฟ

การหาปริมาณความชื้นของโดที่เหมาะสมก่อนผ่านกระบวนการไมโครเวฟหลังจากขั้นตอนที่ 2.2.4 โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized design นำโดมาเข้าเตาอบแบบลมร้อนชนิดถาดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เพื่อลดความชื้นของโดให้มีปริมาณความชื้นร้อยละ 15.10, 20.39

และ 25.05 โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองตอนที่ 2.3.1 และ 2.3.2 และใช้ระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟสูงปานกลาง เป็นเวลา 1 นาทีในการอบแผ่นข้าวอบกรอบเป็นปัจจัยคงที่ นำแผ่นข้าวอบกรอบที่ได้มาวิเคราะห์ค่าแรงต้านการเจาะทะลุ

2.3.4 การหาระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟและเวลาที่เหมาะสมในการอบ

การหาระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟและเวลาที่เหมาะสมในการอบตามตอนที่ 2.2.6 โดยวางแผนการทดลองแบบ 2^2 Factorial experiment รวมกับ 3 center points กำหนดระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟคือ สูงสุด สูงปานกลาง และปานกลาง ซึ่งหมายถึง การทำงานของแมกนีตรอนร้อยละ 100, 75 และ 50 ตามลำดับ และเวลาที่ใช้ในการอบแผ่นข้าวอบกรอบคือ 45, 60 และ 75 วินาที โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการทดลองตอนที่ 2.3.1 ถึง 2.3.3 เป็นปัจจัยคงที่ นำแผ่นข้าวอบกรอบที่ได้มาวิเคราะห์ค่าสี ปริมาณความชื้น ค่าแรงต้านการเจาะทะลุและค่าทางประสาทสัมผัส

2.3.5 การหาคุณภาพของแผ่นข้าวอบกรอบที่แปรรูปโดยไมโครเวฟที่พัฒนาแล้ว

วิเคราะห์คุณภาพของแผ่นข้าวอบกรอบที่ผลิตโดยไมโครเวฟที่พัฒนาแล้วในด้านเคมีกายภาพจุลชีววิทยาและทางประสาทสัมผัส

2.4 การวิเคราะห์คุณภาพ

2.4.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี

วิเคราะห์ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณโปรตีน (N x 5.95) ปริมาณไขมัน ปริมาณเส้นใย ปริมาณเถ้าทั้งหมด ปริมาณคาร์โบไฮเดรต [8] และปริมาณน้ำอิสระโดยเครื่อง AQUA LAB

2.4.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ

วิเคราะห์ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) โดยเครื่องวัดสี Color Quest II Hunter Lab โดยทำการปรับมาตรฐานเครื่องวัดสีด้วยแผ่นสีขาว มาตรฐานที่มีค่าความสว่าง (L) เท่ากับ 97.67 ค่าสีแดง (a) เท่ากับ -0.18 และค่าสีเหลือง (b) เท่ากับ 1.84 และวิเคราะห์ค่าแรงต้านการเจาะทะลุโดยเครื่อง Instron รุ่น 5565 โดยใช้หัววัดแบบ puncture probe ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร กำหนด

อัตราเร็วของหัววัดที่เคลื่อนที่เท่ากับ 200 มิลลิเมตรต่อนาที และระยะห่างจากหัววัดถึงตัวอย่างแผ่นข้าว อบกรอบเป็น 62.5 มิลลิเมตร บันทึกค่า Peak Load หรือค่า แรงต้านการเจาะทะลุ หน่วยเป็นนิวตัน

2.4.3 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา

วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดโดยวิธี Total plate count ปริมาณยีสต์และราโดยวิธี Pour plate และเชื้อโคลิฟอร์ม (Coliform) โดยวิธี MPN [8]

2.4.4 การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ด้วยวิธี Ideal Ratio Profile technique [9] โดยนักศึกษานิเทศศาสตร์และเทคโนโลยีกาอาหาร คณะอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ผ่านการคัดเลือกจากพื้นฐานการบริโภคอาหารเข้าจากฤษฎีชาตินาน 15 คน ทำการสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ จากลักษณะของผลิตภัณฑ์ 7 ลักษณะได้แก่ สีเหลือง ความพอง ความกรอบ ความเหนียว รสหวาน กลิ่นข้าว และการยอมรับโดยรวม โดย การประเมินจากความรู้สึกรับรู้ของผู้ทดสอบที่มีต่อระดับ ความอ่อนนุ่มจากลักษณะของผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบ

2.5 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และนำผลการทดลองที่ได้มา เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรม SPSS วิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์ โดยวิธี Stepwise Regression โดยใช้โปรแกรม SPSS และ Mathcad 7 Professional และสร้างพื้นที่การตอบสนองจากสมการความสัมพันธ์ โดยวิธี Response Surface Area แบบ 3D Surface Plot โดยใช้โปรแกรม Statistica version 5.0

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 การหาอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการนึ่งโด

เมื่อนำผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ได้จากการศึกษาในตอนต้นที่ 2.3.1 นำมาวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์ ได้ดังสมการ 1-3 และพื้นที่การตอบสนองของการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบโดยรวมแสดงดังรูปที่ 1

$$\text{ความกรอบ} = 2.832 - 0.025 (\text{อุณหภูมิ}) \dots\dots\dots(1)$$

$$R^2 = 0.965$$

$$\text{ความเหนียว} = -2.336 + 0.036 (\text{อุณหภูมิ}) + 0.017 (\text{เวลา}) \dots\dots(2)$$

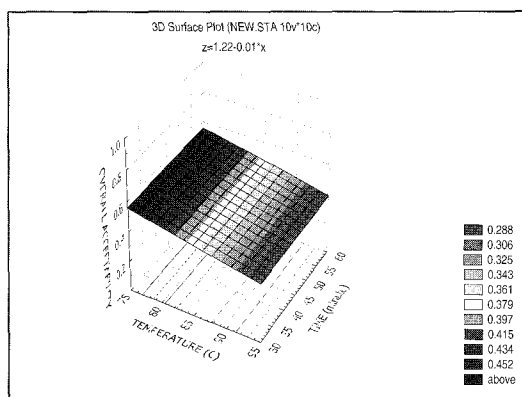
$$R^2 = 0.944$$

$$\text{การยอมรับโดยรวม} = 1.220 - 0.008 (\text{อุณหภูมิ}) \dots\dots\dots(3)$$

$$R^2 = 0.988$$

เมื่อนำค่าอุณหภูมิและเวลาแทนลงในสมการ 1-3 พบว่า การนึ่งโดที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส จะทำให้ผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบมีความกรอบมากที่สุดและผู้ทดสอบยอมรับในผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบมากที่สุด การนึ่งโดเป็นเวลา 45 นาที จะทำให้แผ่นข้าวอบกรอบมีความเหนียวน้อยที่สุด โดยเวลาจะมีผลร่วมกับอุณหภูมิต่อลักษณะความเหนียวของผลิตภัณฑ์ ตามสมการ 2 ดังนั้นการนึ่งโดที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที จึงเป็นสภาวะที่เหมาะสมในการนึ่งโด เนื่องจากทำให้ป้องกันการเจลาติไนซ์ที่สมบูรณ์ ทำให้ได้โดที่ไม่รวนและไม่เหนียวเป็นฟิล์ม ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิมโดยเฉพาะในด้านความกรอบของแผ่นข้าวอบกรอบ

การเกิดเจลาติไนซ์ของแป้งจะมีผลต่อเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ โดยถ้าแป้งเกิดเจลาติไนซ์ไม่สมบูรณ์ โดที่ได้จะร่วน ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเปราะ ส่วนแป้งที่เกิดการเจลาติไนซ์ที่สมบูรณ์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีการพองตัวที่ดี และเมื่อแป้งได้รับความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่เกิดเจลาติไนซ์แล้วถ้าให้ความร้อนต่อไปอีก จะทำให้เม็ดแป้งพองตัวและแตกออก โมเลกุลของอะไมโลสขนาดเล็กระจัดกระจายออกมา ทำให้เกิดลักษณะเจลเหนียวหนืดคล้ายฟิล์มหรือผลึก ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเหนียวไม่กรอบ [1]



รูปที่ 1 พื้นที่การตอบสนองของการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบโดยรวมเมื่อใช้อุณหภูมิและเวลาในการนึ่งโดต่างกัน

3.2 การหาความหนาที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์

จากการรีดโดที่มีความหนา 0.1, 0.25 และ 0.5 มิลลิเมตรและนำแผ่นข้าวอบกรอบที่ได้มาทดสอบทางประสาทสัมผัส ผลทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบที่มีความหนาแตกต่างกัน จะมีค่าทางประสาทสัมผัสแตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 1 โดยแผ่นแป้งที่มีความหนา 0.5 มิลลิเมตรจะทำให้สีเหลือง ความพองและการยอมรับโดยรวมมีค่าเข้าใกล้ 1 หรือได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ความหนาของผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบมีผลต่อการระเหยของน้ำไอน้ำในระหว่างการอบด้วยไมโครเวฟ ซึ่งมีผลต่อเนื้อสัมผัสและการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบโดยรวม

3.3 การหาปริมาณความชื้นของโดที่เหมาะสมก่อนผ่านกระบวนการอบโดยไมโครเวฟ

เมื่อนำโดมาลดปริมาณความชื้นได้ร้อยละ 15.10, 20.39 และ 25.05 และนำแผ่นข้าวอบกรอบที่ได้มาวิเคราะห์ค่าแรงต้านการเจาะทะลุ ซึ่งผลค่าแรงต้านการเจาะทะลุของแผ่นข้าวอบกรอบแสดงดังตารางที่ 2 พบว่าโดที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 20.39 จะทำให้แผ่นข้าวอบกรอบมีความกรอบมากที่สุด โดยมีค่าแรงต้านการเจาะทะลุต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับโดที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 15.10 และ 25.05 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื่องจากที่ปริมาณความชื้นของโดร้อยละ 15.10 มี

ปริมาณน้ำน้อยเกินไป จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งไม่กรอบ ส่วนโดที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 25.05 มีปริมาณน้ำมากเกินไป จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่กรอบมากนัก โดที่มีปริมาณน้ำเหมาะสมคือโดที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 20.39 ซึ่งการทำให้โดมีปริมาณความชื้นร้อยละ 20.39 ทำได้โดยการอบโดยใช้เตาอบแบบลมร้อนชนิดถาดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 11 นาที

3.4 การหาระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟและเวลาที่เหมาะสมในการอบ

ผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบที่แปรรูปโดยใช้ระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟและเวลาในการอบแตกต่างกัน มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบมีค่าทางเคมี ภายนอกภาพ และประสาทสัมผัสต่างกัน โดยเมื่อนำผลการวิเคราะห์ค่าสี ปริมาณความชื้น ค่าแรงต้านการเจาะทะลุและผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสมาวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์ได้สมการ 4-9 และพื้นที่การตอบสนองของการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบโดยรวมแสดงดังรูปที่ 2

ปริมาณความชื้น = $47.960 - 0.190$ (ระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟ) - 0.280 (เวลา).....(4)

$$R^2 = 0.973$$

ค่าแรงต้านการเจาะทะลุ = $11.710 - 0.035$ (ระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟ) - 0.049 (เวลา).....(5)

$$R^2 = 0.997$$

ค่าสีเหลือง (b) = $13.990 - 0.023$ (เวลา).....(6)

$$R^2 = 0.963$$

สีเหลือง = $0.610 + 0.0041$ (ระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟ).....(7)

$$R^2 = 0.976$$

ความกรอบ = $-0.485 + 0.0057$ (ระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟ) + 0.0095 (เวลา).....(8)

$$R^2 = 0.972$$

การยอมรับโดยรวม = $-0.267 + 0.0043$ (ระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟ) + 0.066 (เวลา).....(9)

$$R^2 = 0.995$$

เมื่อนำค่าอุณหภูมิและเวลาแทนลงในสมการ 4-9 พบว่า การอบแผ่นข้าวอบกรอบที่ระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟระดับสูงสุด เป็นเวลา 75 วินาทีจะทำให้ได้ค่าปริมาณความชื้น

และค่าแรงด้านการเจาะทะลุน้อยที่สุด และให้ค่าสีเหลือง (b) มากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าทำให้ผู้ทดสอบชิมยอมรับในผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบมากที่สุด แต่ในการศึกษาของ รองรัตน์ ซึ่งได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซีเรียลเฟลกโดยไม่โครเวฟพบว่าต้องใช้ระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟที่ระดับปาน

กลาง เป็นเวลา 2 นาที [10] ซึ่งมากกว่าการอบแผ่นข้าวอบกรอบที่ศึกษา เนื่องจากผลิตภัณฑ์ซีเรียลเฟลกที่ใช้มีความหนา 2 มิลลิเมตร ซึ่งหนากว่าผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบที่มีความหนาเพียง 0.5 มิลลิเมตร ดังนั้นการใช้ระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟและเวลาในการอบผลิตภัณฑ์จึงแตกต่างกัน

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแผ่นข้าวอบกรอบที่มีความหนาแตกต่างกัน

ความหนา (มม)	สีเหลือง	ความพอง	ความกรอบ	ความเหนียว	รสหวาน	กลิ่นข้าว	การยอมรับโดยรวม
0.1	0.56±0.17 ^c	0.50±0.11 ^c	0.85±0.13	1.10±0.12	0.98±0.05	0.90±0.16	0.47±0.12 ^b
0.25	0.75±0.09 ^b	0.69±0.16 ^b	0.69±0.16	1.17±0.17	0.98±0.05	0.92±0.16	0.50±0.11 ^{ab}
0.5	1.07±0.19 ^a	0.91±0.08 ^a	0.86±0.16	1.15±0.27	0.99±0.03	0.92±0.16	0.64±0.17 ^a

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ยของสัดส่วน + ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=15)

ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับความแตกต่างกันในแต่ละแถวในแนวดิ่ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.05

ตารางที่ 2 ผลค่าแรงด้านการเจาะทะลุของแผ่นข้าวอบกรอบ

สิ่งทดสอบ	ค่าแรงด้านการเจาะทะลุ (นิวตัน)
โดที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 15.10	6.76±0.12 ^c
โดที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 20.39	3.55±0.39 ^a
โดที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 25.05	4.63±0.19 ^b

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย + ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

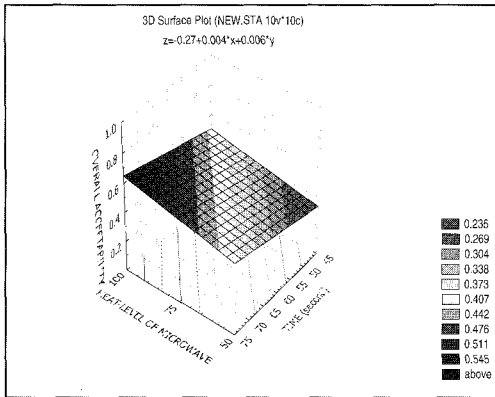
ตัวเลขที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับความแตกต่างกันในแต่ละแถวในแนวดิ่ง แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.05

3.5 การหาคุณภาพของแผ่นข้าวอบกรอบที่ผลิตโดยไม่โครเวฟที่พัฒนาแล้ว

จากการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบที่ผลิตโดยไม่โครเวฟที่พัฒนาแล้ว พบว่าผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบที่แปรรูปโดยไม่โครเวฟเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหารเชิงคาร์โบไฮเดรตสูงถึงร้อยละ 69.30 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 8.81 และพบว่ามีปริมาณไขมันน้อยเพียงร้อยละ 0.55 มีเส้นใยร้อยละ 6.84 และน้ำตาลร้อยละ 4.91 ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง (L) 56.35 ค่าสีแดง (a) 4.66 ค่าสีเหลือง (b) 14.37 และมีค่าแรงด้านการเจาะทะลุ 3.75 นิวตัน มีปริมาณความชื้นร้อยละ 6.02 และมีปริมาณน้ำอิสระ 0.47

การที่ผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบที่พัฒนาแล้วมีค่าปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระต่ำมาก ทำให้เชื้อราและยีสต์ไม่สามารถเจริญได้ จึงสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไว้ได้นานและมีความปลอดภัยต่อการบริโภค ผลิตภัณฑ์มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 120 CFU/กรัม จำนวนยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/กรัม และตรวจไม่พบโคลิฟอร์มหรือมีโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 MPN/กรัม

ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารเข้าชนิดแผ่นจาก แป้งข้าวที่แปรรูปโดยเครื่องเอ็กซ์ทูเดอร์ พบว่าอาหารเข้าชนิดแผ่นจากแป้งข้าวมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 10 CFU/กรัม จำนวนยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/กรัม และไม่พบเชื้อโคลิฟอร์ม [11]



รูปที่ 2 พื้นที่การตอบสนองของการยอมรับผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบโดยรวมเมื่อใช้ระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟและเวลาในการอบแผ่นข้าวอบกรอบต่างกัน

คุณภาพทางจุลชีววิทยาของแผ่นข้าวอบกรอบโดยไมโครเวฟนี้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กระทรวงอุตสาหกรรมได้กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมอบกรอบจากธัญชาติ ซึ่งต้องมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^4 CFU/กรัม จำนวนยีสต์และราอย่างน้อย 10 CFU/กรัม และต้องตรวจไม่พบโคลิฟอร์ม หรือมีโคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 MPN/กรัม [12] ดังนั้นผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบโดยไมโครเวฟ จึงถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูงและมีความปลอดภัยต่อการบริโภค

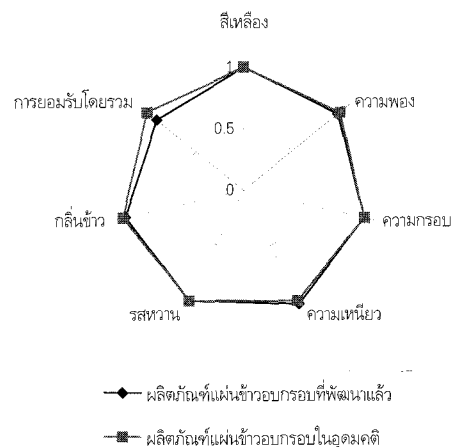
ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Ideal Ratio Profile แสดงดังตารางที่ 3 และแสดงแผนภาพเค้าโครงผลิตภัณฑ์ดังรูปที่ 3 ซึ่งจะเห็นว่าผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบที่แปรรูปโดยไมโครเวฟที่พัฒนาแล้วได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมโดยผู้ทดสอบชิมให้คะแนนผลิตภัณฑ์ในลักษณะต่างๆ เข้าใกล้ค่าอุดมคติ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ พบว่าผลิตภัณฑ์สุดท้ายไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับผลิตภัณฑ์ในอุดมคติในด้านสีเหลือง ความกรอบและรสหวาน

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบชิมทางประสาทสัมผัสของแผ่นข้าวอบกรอบที่ผลิตโดยไมโครเวฟที่พัฒนาแล้ว

ลักษณะ	ค่าสัดส่วนเฉลี่ย
1. ลักษณะปรากฏ	
สีเหลือง	$1.00 \pm 0.02^*$
ความพอง	0.98 ± 0.03
2. ลักษณะเนื้อสัมผัส	
ความกรอบ	$1.00 \pm 0.00^*$
ความเหนียว	1.03 ± 0.04
3. กลิ่นและรสชาติ	
รสหวาน	$1.00 \pm 0.03^*$
กลิ่นข้าว	0.98 ± 0.02
4. การยอมรับโดยรวม	0.90 ± 0.09

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงในค่าเฉลี่ย+ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=15)

* หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกับผลิตภัณฑ์ในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P > 0.05$



รูปที่ 3 แผนภาพเค้าโครงผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบที่ผลิตโดยไมโครเวฟที่พัฒนาแล้ว

4. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาการแปรรูปแผ่นข้าวอบกรอบโดยไมโครเวฟ พบว่าไมโครเวฟสามารถนำมาใช้ในการแปรรูปแผ่นข้าวอบกรอบได้ดี ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

4.1 อุณหภูมิและเวลาในการนึ่งโดที่เหมาะสมคือ 75 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที

4.2 ความหนาของแผ่นข้าวอบกรอบที่เหมาะสมได้จากโดที่รีดให้มีความหนา 0.5 มิลลิเมตร ซึ่งจะทำให้ผู้ทดสอบชิมยอมรับในผลิตภัณฑ์มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.3 ปริมาณความชื้นของโดก่อนผ่านกระบวนการให้ความร้อนโดยไมโครเวฟมีผลต่อความกรอบของแผ่นข้าวอบกรอบ โดยโดที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 20.39 จะให้แผ่นข้าวอบกรอบที่มีความกรอบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

4.4 ระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟสูงสุดหรือระดับการทำงานของแมกนีตรอนร้อยละ 100 และระยะเวลาในการให้ความร้อนนาน 75 วินาที มีความเหมาะสมที่สุดในการแปรรูปแผ่นข้าวอบกรอบโดยไมโครเวฟ

4.5 แผ่นข้าวอบกรอบที่ผลิตโดยไมโครเวฟที่พัฒนาแล้วมีคุณค่าทางอาหารสูง และมีความปลอดภัยใน การบริโภค รวมทั้งผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับใน ผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบแผ่นข้าวอบกรอบที่แปรรูปโดยไมโครเวฟมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบที่แปรรูปโดยไมโครเวฟ

ในการวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะดังนี้ เตาอบไมโครเวฟที่ใช้ในการทดลองเป็นเตาอบไมโครเวฟแบบที่ใช้ในครัวเรือน จึงทำ

ให้มีการกระจายความร้อนในเตาอบไม่สม่ำเสมอ ผลิตภัณฑ์ที่ได้บางชิ้นจะมีสีค่อนข้างดำหรือไหม้ ซึ่งจะพบมากในผลิตภัณฑ์ที่วางไว้บริเวณตรงกลางของภาชนะ ทำให้เกิดการสูญเสียของผลผลิต (yield lost) ดังนั้นถ้าจะนำผลการศึกษาไปใช้ในระดับอุตสาหกรรม ควรมีการปรับขนาดของแมกนีตรอนและอุปกรณ์การแปรรูปให้เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเตาอบไมโครเวฟในการกระจายความร้อนให้มีความสม่ำเสมอมากขึ้น รวมทั้งควรทำการศึกษาต่อไปถึงต้นทุนที่ใช้ในการแปรรูปด้วย

ในการศึกษาขั้นต่อไป ควรทดลองผสมสมุนไพร เช่น ออริกาโน ชิง หรือชาเขียว ลงไปในผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารและกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งทำให้ผู้บริโภคมีความสนใจในตัวผลิตภัณฑ์มากขึ้น เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคมีความสนใจและต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีการผสมสมุนไพรหรือผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพมากขึ้น

ผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบนี้อาจผลิตเป็นแบบกึ่งสำเร็จรูปคือ ผลิตจำหน่ายในรูปของโดที่ลดปริมาณความชื้นพร้อมที่จะนำเข้าเตาอบไมโครเวฟแบบที่ใช้กันในครัวเรือนเพื่อลดพื้นที่ในการขนส่ง และผู้บริโภคสามารถทำได้สะดวกเพียงนำโดเข้าอบในเตาอบไมโครเวฟก็จะได้แผ่นข้าวอบกรอบที่รับประทานได้ทันที แต่ทั้งนี้ควรต้องมีการศึกษาอายุการเก็บรักษา และการออกแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบกึ่งสำเร็จรูปให้เหมาะสม

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณนักศึกษาปริญญาโทและปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่เป็นผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสในการศึกษานี้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กล้านรงค์ ศรียอด และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, เทคโนโลยีแป้ง, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2543.
- [2] Klaus Lorenz, Kulp, K., Handbook of cereal Science and technology, Pergamon Press, Oxford, 1991.

- [3] Lachance, P.A., Ranadive, A.S., Matas, J., Effect of processing, storage and handling on nutrient retention in foods : effects of reheating convenient foods, Food technol., Vol. 27, pp. 36-38, 1990.
- [4] วิมลศิริ ชนะสูติ, การพัฒนาอาหารเข้าพร้อมบริโภคแบบผสมชนิดแห้ง, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2539.
- [5] Roger D., Breakfast cereal technology. Food technology review. Vol. 11, pp. 92-118, 1974.
- [6] Tang, J., Wig, T., Hallberg, L., Dunne, C. P., Koral, T., Pitts, M., Younce, F., Radio frequency heating for military rations, Aiche-cofe Dallas paper, Texas, 1999.
- [7] Finot, P. A., Merabet, M., Nutrition and safety aspect of microwave, J. of food science nutrition, Vol. 44, No.1, pp. 65-75, 1993.
- [8] AOAC; In Association of Official Analytical Chemists, 16th ed., AOAC Inc., Virginia, pp. 32 (1) -32 (29c), 1998.
- [9] Lawless Harry, Hildegarde Hegmann. Sensory evaluation of food principles, pp. 217-220, 1998.
- [10] รุ่งรัตน์ รัตนธรรมวัฒน์, การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซีเรียลเฟลค, รายงานปัญหาพิเศษ, ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาลิขภัณฑ์, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 2543.
- [11] จิราภา เมืองคล้าย, การพัฒนาอาหารเข้าชนิดแผ่นจากแป้งข้าว, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2539.
- [12] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนมกรอบจากธัญชาติ, เอกสารมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม, 2541.