# บทที่ 5

# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

## สรุปผลการทดลอง

จากผลการศึกษาการแปรรูปแผ่นข้าวอบกรอบโดยไมโครเวฟ พบว่าไมโครเวฟสามารถนำมาใช้ในการแปรรูปแผ่นข้าวอบกรอบได้ดี โดยสรุปผลการศึกษาในแต่ละขั้นตอนได้ดังนี้

1. การสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบที่แปรรูปโดยไมโครเวฟโดยใช้ Ideal Ratio Profile technique ผู้ทดสอบชิมได้ทำการกำหนดลักษณะสำคัญของผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบได้ 7 ลักษณะได้แก่ สีเหลือง ความพอง ความกรอบ ความเหนียว รสหวาน กลิ่นข้าวและการยอมรับโดยรวม ซึ่งแผ่นข้าวอบกรอบต้นแบบมีค่าสัดส่วนเฉลี่ยคือ 0.67, 0.63, 0.69, 1.21, 0.72, 0.66 และ 0.44 ตามลำดับ และพบว่าแผ่นข้าวอบกรอบก่อนการพัฒนานี้มีความแตกต่างกับแผ่นข้าวอบกรอบในอุดมคติของผู้ทดสอบชิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2. ในการกลั่นกรองปัจจัยที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของแผ่นข้าวอบกรอบโดยวางแผนการทดลองแบบ Plackett and Burman design (N=12) พบว่าปัจจัยหลักที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของแผ่นข้าวอบกรอบได้แก่ แป้งข้าวเหนียวมีผลต่อความพอง โดยเมื่อใช้ปริมาณแป้งข้าวเหนียวเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 14 เป็นร้อยละ 20.5 จะทำให้ความพองลดลงจาก 0.85 เป็น 0.65 มอล์ตสกัดมีผลต่อค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b) และสีเหลือง เมื่อใช้ปริมาณมอล์ตสกัดเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 1.5 เป็นร้อยละ 2.6 จะทำให้ค่าสีแดง (a) ค่าสีเหลือง (b) และสีเหลืองมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.32 เป็น 2.71, จาก 13.94 เป็น 18.17 และจาก 0.75 เป็น 1.01 ตามลำดับ และเลซิทินมีผลต่อค่าความสว่าง (L) ความพองและรสหวาน เมื่อใช้ปริมาณเลซิทินเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0 เป็นร้อยละ 0.1 จะทำให้ค่าความสว่าง (L) ความพองและรสหวานมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 69.74 เป็น 76.55, จาก 0.65 เป็น 0.85 และจาก 0.87 เป็น 0.94 ตามลำดับ ส่วนปัจจัยที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของแผ่นข้าวอบกรอบน้อยได้แก่ แป้งข้าวเจ้า น้ำตาล เกลือและนมผงพร่องมันเนยเป็นร้อยละของปัจจัยคือ 55, 26, 1.5 และ 1.3 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. แป้งข้าวเหนียว มอล์ตสกัดและเลซิทินเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อคุณภาพของแผ่นข้าวอบกรอบ เมื่อวางแผนการทดลองแบบ $2^3$ factorial experiment รวมกับการทดลองที่จุดกึ่งกลาง 3 จุด จะสามารถหาสมการความสัมพันธ์ (multiple regression) ระหว่างคุณภาพทางเคมี กายภาพและทางประสาทสัมผัสที่สัมพันธ์กับปัจจัยทดลอง ซึ่งปริมาณที่เหมาะสมในการแปรรูปแผ่นข้าวอบกรอบคือ แป้งข้าวเหนียวร้อยละ 14 มอล์ตสกัดร้อยละ 3.5 และเลซิทินร้อยละ 0.3

4. ปริมาณอะไมโลสมีผลต่อความกรอบของแผ่นข้าวอบกรอบโดยแผ่นข้าวอบกรอบที่มีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 20.98 ซึ่งเป็นสัดส่วนผสมระหว่างแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 55 และแป้งข้าวเหนียวร้อยละ 45 จะได้โดที่มีปริมาณความชื้นร้อยละ 31.40 และทำให้แผ่นข้าวอบกรอบมีความกรอบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

5. อุณหภูมิและเวลาในการนึ่งโดที่เหมาะสมในการแปรรูปแผ่นข้าวอบกรอบโดยไมโครเวฟศึกษาได้โดยการวางแผนการทดลองแบบ $2^2$ factorial experiment รวมกับการทดลองที่จุดกึ่งกลาง 3 จุด พบว่าการนึ่งโดที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุด

6. ความหนาของแผ่นข้าวอบกรอบที่เหมาะสมได้จากโดที่รีดให้มีความหนา 0.5 มิลลิเมตร ซึ่งจะทำให้ผู้ทดสอบชิมยอมรับในผลิตภัณฑ์มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

7. ปริมาณความชื้นของโดก่อนผ่านกระบวนการไมโครเวฟมีผลต่อความกรอบของแผ่นข้าวอบกรอบโดยโดที่มีปริมาณความชื้นเหลือร้อยละ 20.39 เมื่อใช้เตาอบแบบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 11 นาทีจะให้แผ่นข้าวอบกรอบที่มีความกรอบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

8. ระดับพลังงานความร้อนจากไมโครเวฟสูงสุดหรือระดับการทำงานของแมกนิตรอนร้อยละ 100 เป็นเวลา 75 วินาทีมีความเหมาะสมที่สุดในการแปรรูปแผ่นข้าวอบกรอบโดยไมโครเวฟ

9. แผ่นข้าวอบกรอบที่เคลือบคาราเมลร้อยละ 70 โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์จะมีความคงตัวในน้ำนมดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับแผ่นข้าวอบกรอบที่ไม่ได้เคลือบคาราเมลและเคลือบคาราเมลร้อยละ 40, 50 และ 60 และแผ่นข้าวอบกรอบเคลือบคาราเมลตราโดเน่

10. แผ่นข้าวอบกรอบหลังการพัฒนามีค่าความสว่าง (L) 56.35 ค่าสีแดง (a) 4.66 ค่าสีเหลือง (b) 14.37 ค่าแรงต้านการเจาะทะลุ 3.75 นิวตัน ปริมาณน้ำอิสระ 0.47 ปริมาณคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 69.30 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 8.81 ปริมาณเส้นใยร้อยละ 6.84 ปริมาณความชื้นร้อยละ 6.02 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดร้อยละ 4.91 ปริมาณไขมันร้อยละ 0.55 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 120 CFU/กรัม ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 CFU/กรัม โคลิฟอร์มน้อยกว่า 3 MPN/กรัม และผู้ทดสอบชิมให้คะแนนผลิตภัณฑ์สุดท้ายไม่แตกต่างกับผลิตภัณฑ์ในอุดมคติในด้านของสีเหลือง ความกรอบและรสหวานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ข้อเสนอแนะ**

1. เตาอบไมโครเวฟที่ใช้ในการทดลองเป็นเตาอบไมโครเวฟแบบที่ใช้ในครัวเรือน จึงทำให้มีการกระจายความร้อนภายในเตาอบไม่สม่ำเสมอ ผลิตภัณฑ์ที่ได้บางชิ้นจะมีสีค่อนข้างดำหรือไหม้ ซึ่งจะพบมากในผลิตภัณฑ์ที่วางไว้บริเวณตรงกลางของภาชนะ ทำให้เกิดการสูญเสียของผลผลิต (yield lost) ดังนั้นถ้าจะนำผลการศึกษาไปใช้ในระดับอุตสาหกรรม ควรมีการปรับขนาดของแมกนิตรอนและอุปกรณ์การแปรรูปให้เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเตาอบไมโครเวฟในการกระจายความร้อนให้มีความสม่ำเสมอมากขึ้น

2. ในการเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารระหว่างแผ่นข้าวอบกรอบที่แปรรูปโดยไมโครเวฟและเตาอบแบบลมร้อน ควรทำการวิเคราะห์ปริมาณวิตามินบีหนึ่ง วิตามินซี วิตามินเอและวิตามินอีในผลิตภัณฑ์ด้วย เพื่อศึกษาผลของการแปรรูปแผ่นข้าวอบกรอบโดยไมโครเวฟและเตาอบแบบลมร้อนที่มีต่อปริมาณวิตามินในผลิตภัณฑ์หลังการแปรรูป

3. ควรทำการหาดีกรีออฟเจลาติไนซ์เซชัน (degree of gelatinization) ของโดที่ผ่านการนึ่ง เพื่อทราบอัตราการเกิดเจลาติไนซ์เซชันของเม็ดแป้งที่ผ่านการให้ความร้อนมาแล้ว และในการทดลองขั้นต่อไป ควรทำการทดลองผสมสมุนไพรลงไปในผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบ เช่น ออริกาโน ขิง หรือชาเขียว เป็นต้น เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารและกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งทำให้ผู้บริโภคมีความสนใจในตัวผลิตภัณฑ์มากขึ้น เนื่องจากปัจจุบันผู้บริโภคมีความสนใจและความต้องการในการบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีการผสมสมุนไพรหรือผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพกันมากขึ้น

4. ผลิตภัณฑ์แผ่นข้าวอบกรอบนี้อาจทำเป็นแบบกึ่งสำเร็จรูปคือ ทำแผ่นข้าวอบกรอบในรูปของโดที่ลดปริมาณความชื้นพร้อมที่จะนำเข้าเตาอบไมโครเวฟแบบที่ใช้กันในครัวเรือนได้ทันที เพื่อลดพื้นที่ในการขนส่ง และผู้บริโภคสามารถบริโภคได้สะดวกเพียงนำเข้าอบในเตาอบไมโครเวฟก็สามารถรับประทานได้ทันที แต่ควรต้องมีการศึกษาอายุการเก็บรักษา และการออกแบบบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสม

5. การแปรรูปแผ่นข้าวอบกรอบโดยไมโครเวฟในระดับอุตสาหกรรม ควรทำการศึกษาต่อไปถึงต้นทุนที่จะใช้ในการแปรรูป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved