

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

การศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งข้าวสาลี และการศึกษาคุณภาพของโดและขนมปังที่ใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีบางส่วน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาสมบัติทางเคมีของแป้งข้าวสาลีเปรียบเทียบกับแป้งสาลี พบว่า แป้งข้าวสาลีที่ผลิตได้ มีปริมาณไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรตมากกว่า แต่มีปริมาณน้ำอิสระ โปรตีน และอะไมโลสน้อยกว่าแป้งสาลีชนิดทำขนมปังอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แป้งข้าวสาลีมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าแป้งสาลีชนิดทำขนมปังโดยเฉลี่ยประมาณ 2.6 เท่า

2. การศึกษาสมบัติทางกายภาพของแป้งข้าวสาลีเปรียบเทียบกับแป้งสาลี พบว่า เม็ดแป้งข้าวสาลีมีลักษณะเป็นเหลี่ยมๆ มีขนาด 2-10 ไมครอน และมีขนาดเล็กกว่าเม็ดแป้งสาลีที่มีรูปร่างกลมหรือรี และมีขนาดตั้งแต่ 2-35 ไมครอน แป้งข้าวสาลีมีความสามารถในการละลายต่ำกว่าแป้งสาลี ($p \leq 0.05$) แต่มีค่ากำลังการพองตัวไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) การใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีในอัตราส่วนที่มากขึ้น (ร้อยละ 10 ถึง 50) มีแนวโน้มที่จะทำให้ค่า Pasting temperature ค่าความหนืดสุดท้าย และค่า Setback เพิ่มมากขึ้น

3. การศึกษาคุณภาพโดที่ใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีที่อัตราส่วนต่างๆ พบว่า การใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีในอัตราส่วนที่เพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่าการดูดซับน้ำ ค่าความต้านทานต่อการยืดขยายของโด ความสามารถในการยืดขยายของโด และความเหนียวของโดมีแนวโน้มลดลง กล่าวคือ จะทำให้โดอ่อนแอและมีความคงทนในขณะผสมน้อยลงเมื่อเทียบกับโดที่ใช้แป้งสาลีล้วน

4. การศึกษาคุณภาพขนมปังที่ใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ ในช่วงร้อยละ 0 ถึง 50 พบว่า การใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีในอัตราส่วนที่เพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่าปริมาตรและปริมาตรจำเพาะของขนมปังที่ผลิตได้มีแนวโน้มลดลง การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลีในระดับร้อยละ 30 มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับการผลิตขนมปัง เนื่องจากเป็นสูตรที่มีปริมาณแป้งข้าวสาลีมากที่สุด โดยที่คุณภาพของขนมปังทั้งในด้านปริมาตร เนื้อสัมผัส และลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมปังที่ผลิตได้ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา พบว่า สามารถใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal

component analysis, PCA) ร่วมกับวิธีการจัดกลุ่มตัวอย่างแบบ Hierarchical cluster analysis (HCA) ในการแบ่งตัวอย่างเปลือกและเนื้อขนมปังตามลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา ออกได้เป็น 3 และ 4 กลุ่มตามลำดับ โดยเมื่อมีการใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีในอัตราส่วนที่มากขึ้น จะทำให้เปลือกขนมปังมีลักษณะด้านจุดในเปลือกขนมปัง ความรู้สึกเป็นทราย กลิ่นเกรียม กลิ่นรสเกรียม และรสขมตกค้างมากขึ้น ส่วนเนื้อขนมปังจะมีลักษณะด้านจุดในเนื้อขนมปัง สีเผือกกวน ความรู้สึกเป็นทราย อนาคตตกค้าง กลิ่นแป้งข้าวสาลี กลิ่นรสแป้งข้าวสาลี รสเปรี้ยวตกค้าง และรสขมตกค้างมากขึ้น ผลการวิเคราะห์แผนผังความชอบ (Preference mapping) ในเนื้อขนมปัง พบว่า ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีอิทธิพลต่อความชอบของผู้บริโภค คือ ลักษณะทางเนื้อสัมผัสต่างๆ โดยสามารถที่จะพัฒนาตัวอย่างเนื้อขนมปังที่ใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีให้ผู้บริโภคมีการยอมรับเพิ่มมากขึ้นได้ ด้วยการปรับปรุงเนื้อสัมผัสของขนมปังแป้งผสมให้มีความใกล้เคียงกับเนื้อสัมผัสที่ได้จากขนมปังแป้งสาลีล้วนมากยิ่งขึ้น โดยอาจเติมสารปรับปรุงคุณภาพขนมปังลงไปในสูตร

5. การศึกษาชนิดของสารปรับปรุงคุณภาพ สำหรับขนมปังที่ใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีในระดับร้อยละ 30 พบว่า ชนิดของสารปรับปรุงคุณภาพขนมปังที่เหมาะสม คือ KS 505 เนื่องจากให้ปริมาตรและปริมาตรจำเพาะของขนมปังสูงที่สุด และให้ลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปังที่ผลิตดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุมที่ไม่เติมสารปรับปรุงคุณภาพและสูตรที่ใช้สารปรับปรุงคุณภาพชนิดอื่นๆ คือ Sodium stearoyl-2-lactylate (SSL) และ Xanthan gum การทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา พบว่า สามารถใช้วิธีวิเคราะห์ PCA ร่วมกับวิธีการจัดกลุ่มตัวอย่างแบบ HCA ในการแบ่งตัวอย่างตามลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา ออกได้เป็น 3 กลุ่ม ทั้งในส่วนของเปลือกและเนื้อขนมปัง โดยเปลือกขนมปังพบว่า เปลือกขนมปังสูตรควบคุมที่ไม่เติมสารปรับปรุงคุณภาพ (cluster 1) จะมีความเหนียวของเปลือก ความรู้สึกเป็นทราย รสขม รสขมตกค้าง กลิ่นเกรียม และกลิ่นรสเกรียมมากกว่าเมื่อเทียบกับตัวอย่างในกลุ่มอื่นๆ คือ เปลือกขนมปังที่ใช้ KS 505 และ SSL เป็นสารปรับปรุงคุณภาพ (cluster 2) และเปลือกขนมปังที่ใช้ Xanthan gum เป็นสารปรับปรุงคุณภาพ (cluster 3) ในส่วนของเนื้อขนมปัง พบว่า ตัวอย่างเนื้อขนมปังที่ใช้ KS 505 เป็นสารปรับปรุงคุณภาพ (cluster 3) จะให้ความยืดหยุ่นและลักษณะทางเนื้อสัมผัสที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างในกลุ่มอื่นๆ คือ ตัวอย่างเนื้อขนมปังสูตรควบคุมที่ไม่ได้เติมสารปรับปรุงคุณภาพ (cluster 1) และตัวอย่างเนื้อขนมปังที่ใช้ SSL และ Xanthan gum เป็นสารปรับปรุงคุณภาพ (cluster 2)

6. การศึกษาปริมาณของสารปรับปรุงคุณภาพ สำหรับขนมปังที่ใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีในระดับร้อยละ 30 พบว่า ปริมาณสารปรับปรุงคุณภาพขนมปัง คือ KS 505 ที่เหมาะสม มีค่าเท่ากับร้อยละ 1.5 ของน้ำหนักแป้ง เนื่องจากให้ปริมาตรและปริมาตรจำเพาะของขนมปังสูงที่สุด ให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีกว่า และได้รับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปริมาณ KS 505 ในระดับอื่น คือ ร้อยละ 1 และ 2 ของน้ำหนักแป้ง การทดสอบทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา พบว่า สามารถใช้วิธีวิเคราะห์ PCA ร่วมกับวิธีการจัดกลุ่มตัวอย่างแบบ HCA ในการแบ่งตัวอย่างตามลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนา ออกได้เป็น 3 กลุ่ม ทั้งในส่วนของการเปลือกและเนื้อขนมปัง โดยตัวอย่างในแต่ละกลุ่มจะมีลักษณะทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย เนื่องจากใช้ปริมาณแป้งข้าวสาลีในสูตรเท่ากัน และปริมาณของ KS 505 ที่ใช้นั้น ไม่แตกต่างกันมากนัก ผลการวิเคราะห์แผนผังความชอบ (Preference mapping) ในเนื้อขนมปัง พบว่า ลักษณะทางประสาทสัมผัสที่มีอิทธิพลต่อความชอบของผู้บริโภค คือ ลักษณะทางเนื้อสัมผัสต่างๆ เช่น ความแข็ง และความแน่นเนื้อของเนื้อขนมปังที่พอเหมาะ ไม่ร่วนจนเกินไป รวมทั้งมีความเหนียวของเนื้อ และมีการรวมตัวของตัวอย่างเมื่อเคี้ยวที่เหมาะสม ส่วนลักษณะที่ผู้บริโภคไม่ค่อยให้การยอมรับ คือ ความรู้สึกแห้ง ความฝืดเคือง รสเปรี้ยว กลิ่นหมัก และกลิ่นธัญพืช โดยตัวอย่างเนื้อขนมปังที่ใช้ KS 505 ร้อยละ 1.5 ของน้ำหนักแป้ง จะมีลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด

7. สูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีบางส่วน ประกอบด้วยแป้งสาลีชนิดทำขนมปัง ร้อยละ 39.49 แป้งข้าวสาลี ร้อยละ 16.92 เนยขาว ร้อยละ 2.82 นมผง ร้อยละ 2.26 น้ำตาลทราย ร้อยละ 2.26 เกลือ ร้อยละ 0.85 สารปรับปรุงคุณภาพขนมปัง KS 505 ร้อยละ 0.85 ยีสต์แห้ง ร้อยละ 0.33 และน้ำ ร้อยละ 34.22 โดยสามารถใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมปังได้ร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด

8. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีบางส่วนสูตรที่ได้รับการคัดเลือก พบว่า ขนมปังสูตรที่ได้รับการคัดเลือก มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตมากกว่า แต่มีปริมาณโปรตีน และความชื้นน้อยกว่าขนมปังแป้งสาลีล้วน ($p \leq 0.05$) ขนมปังข้าวสาลีสูตรที่ได้รับการคัดเลือก มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าขนมปังแป้งสาลีล้วนโดยเฉลี่ยประมาณ 1.3 เท่า

9. การทดสอบการยอมรับและการทดสอบการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคที่มีต่อขนมปังที่ใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีบางส่วนสูตรที่ได้รับการคัดเลือก พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์ขนมปังอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง หลังจากที่ได้ให้ผู้บริโภคได้ทราบคุณค่าทาง

โภชนาการของผลิตภัณฑ์ พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 79.0 เป็นร้อยละ 96.5 และมีความตั้งใจจะซื้อผลิตภัณฑ์มาบริโภคเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 53.5 เป็นร้อยละ 76.5 เมื่อเทียบกับตอนก่อนทราบคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ ผู้บริโภคส่วนใหญ่เห็นว่าราคาของผลิตภัณฑ์ขนมปัง คือ ขนมปัง 12 แผ่น 450 กรัม ราคา 35 บาท มีความเหมาะสมกับคุณภาพ

10. ขนมปังที่ใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีบางส่วนสูตรที่ได้รับการคัดเลือก มีอายุการเก็บรักษาได้นาน 3 วัน ณ อุณหภูมิห้อง โดยที่ยังมีคุณภาพและปริมาณจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้เครื่องมือแบ่งข้าวสาลีที่มีความสามารถในการไม่ได้ละเอียดมากขึ้น เพราะอนุภาคของแป้งข้าวสาลีที่ไม่ได้ยังมีขนาดที่ไม่ค่อยละเอียดเท่ากับแป้งสาลี เมื่อนำแป้งข้าวสาลีที่มีอนุภาคขนาดใหญ่มาผสมกับแป้งสาลีเพื่อผลิตขนมปัง จะทำให้เกิดความรู้สึกเป็นทรายในขณะรับประทานได้ ซึ่งลักษณะดังกล่าวไม่ค่อยเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

2. ขนมปังที่ใช้แป้งข้าวสาลีทดแทนแป้งสาลีบางส่วนที่พัฒนาได้ พบว่า มีอายุการเก็บรักษาที่ค่อนข้างสั้น คือ 3 วัน ณ อุณหภูมิห้อง ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ขนมปัง เช่น การออกแบบภาชนะบรรจุที่เหมาะสม และการใช้วัตถุกันเสีย

3. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการนำแป้งข้าวสาลีไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ชนิดอื่นๆ เช่น คุกกี้ เค้ก แยมโรล เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดการนำเข้าแป้งสาลีจากต่างประเทศ ซึ่งเป็นส่วนผสมสำคัญในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ต่างๆ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ได้อีกด้วย