บทที่ 6

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากงานวิจัยทั้งหมดที่ผ่านมาสรุปได้ว่า

1. คุณสมบัติทางเคมีกายภาพของข้าวที่วิเคราะห์ ได้แก่ ปริมาณอะไมโลสและปริมาณโปรตีน พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 เหนียวสันป่าตองและ กข 10 มีปริมาณอะไมโลสคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง 2.06, 2.73 และ 2.80 ตามลำดับ มีปริมาณโปรตีน 5.83, 5.70 และ 6.43 ตามลำดับ ข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำพันธุ์ ขาวมะลิ 105 มีปริมาณอะไมโลสและปริมาณโปรตีน 18.85 และ 6.68 ตามลำดับ ข้าวเจ้าอะไมโลสสูงพันธุ์ นางมลเอส-4 และ กข 11 มีปริมาณอะไมโลสคิดเป็นร้อยละ 28.20 และ 29.05 ปริมาณโปรตีน 7.50 และ 9.16 ตามลำดับ

2. จากการผลิตข้าวพองจากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ ดังที่กล่าวข้าวต้นด้วยวิธี hot-air puffing พบว่า % yield ของข้าวพองที่ได้ อัตราส่วนการพองตัวของเมล็ดข้าวและปริมาตรการพองตัวจะลดลงเมื่อข้าวมีปริมาณอะไมโลสสูงขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วง 37-72 %, 3.99-5.15 เท่า และ 7.65-8.82 ml/g ตามลำดับ ส่วน bulk density และความแข็งของข้าวพองมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณอะไมโลสที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.081-0.128 g/ml และ 34.45-74.85 N ตามลำดับ ส่วนปริมาณโปรตีนจะไม่มีผลต่อคุณภาพการพองตัวของข้าวพองยกเว้น % yield โดย % yield ของข้าวพองมีค่าลดลงเมื่อข้าวมีปริมาณโปรตีนสูงขึ้น

ส่วนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวพอง พบว่าข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 เหนียวสันป่าตอง และ กข 10 ข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำพันธุ์ ขาวมะลิ 105 มีลักษณะการพองที่ดี คือ พองได้เต็มที่ในลักษณะคงรูปเมล็ดข้าว ลักษณะเนื้อสัมผัสที่กรอบ ในขณะที่ข้าวเจ้าอะไมโลสสูงพันธุ์ นางมลเอส-4 และ กข 11 จะพองได้ไม่เต็มที่ เนื้อสัมผัสกรอบค่อนข้างแข็ง ส่วนคุณภาพด้านสี กลิ่นและรสชาติใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ข้าวพองมีสีผิวเป็นสีเหลืองออกน้ำตาล เนื้อข้าวเป็นสีขาว กลิ่นหอมและรสชาติปกติของข้าว

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ผลการทดสอบคุณสมบัติและการประเมินผลทางประสาทสัมผัส พบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 มีคุณภาพการพองตัวที่ดี และคะแนนรวมของการประเมินผล

ทางประสาทสัมผัสที่สูง จึงเลือกข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 เป็นตัวแทนไปศึกษาข้อต่อไป

3. เมื่อนำข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 ไปศึกษาผลของความเข้มข้นของน้ำเกลือที่ใช้ปรับความชื้นข้าวเปลือก (0 และ 2 %) ความชื้นของข้าวเปลือกก่อน puff (10, 13, 16 และ 19 %) และอุณหภูมิที่ใช้ puff (220, 250 และ 280°C) ต่อคุณภาพการพองตัวของข้าวเปลือก พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและความชื้น เกลือและอุณหภูมิ มีนัยสำคัญต่อ % yield ของข้าวพองที่ได้ โดยที่ระดับความชื้น 10 และ 13 % การปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำจะให้ % yield ข้าวพองสูงกว่าเมื่อปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำเกลือ แต่ที่ระดับความชื้น 16 และ 19 % จะให้ผลที่กลับกัน และเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ puff สูงขึ้น % yield ของข้าวพองก็มีแนวโน้มสูงตามไปด้วย สภาวะที่ให้ % yield ข้าวพองสูง คือ การปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำเป็น 13 % อุณหภูมิที่ใช้ puff 250°C

ส่วนปริมาตรการพองตัวของข้าวพอง จะขึ้นกับอิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและความชื้น เกลือและอุณหภูมิ ความชื้นและอุณหภูมิ โดยที่ระดับความชื้น 10 และ 13 % และทุกระดับอุณหภูมิที่ใช้ puff การปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำจะให้ข้าวพองที่มีปริมาตรการพองตัวสูงกว่าเมื่อปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำเกลือ และเมื่อข้าวเปลือกมีความชื้นสูงขึ้นจาก 10 เป็น 13 % ปริมาตรการพองตัวของข้าวพองที่ได้จะเพิ่มขึ้นด้วย แต่เมื่อความชื้นของข้าวเปลือกเพิ่มขึ้นอีกเป็น 16 และ 19 % ข้าวพองที่ได้จะมีปริมาตรการพองตัวลดลง สภาวะที่ให้ข้าวพองที่มีปริมาตรการพองตัวสูง คือ การปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำเป็น 13 % ระดับอุณหภูมิที่ใช้ puff คือ 250°C

ในด้านความแข็งของข้าวพองนั้น พบว่า ขึ้นกับความชื้นของข้าวเปลือกและอุณหภูมิที่ใช้ puff โดยที่ระดับความชื้น 13 % จะให้ข้าวพองที่มีความแข็งต่ำกว่าระดับความชื้นอื่น ๆ และเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ puff สูงขึ้น ข้าวพองก็จะมีความแข็งเพิ่มขึ้นด้วย

สำหรับ bulk density ของข้าวพอง พบว่า จะขึ้นกับอิทธิพลร่วมระหว่างเกลือและความชื้น ความชื้นและอุณหภูมิ กล่าวคือ เมื่อปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำเกลือจะให้ข้าวพองที่มี bulk density สูงกว่าการปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำ และเมื่อความชื้นเพิ่มขึ้นจาก 10 เป็น 13 % bulk density ของข้าวพองที่ได้จะต่ำลง แต่เมื่อเพิ่มความชื้นของข้าวเปลือกขึ้นอีกเป็น 16 และ 19 % ข้าวพองที่ได้จะมี bulk density สูงตามไปด้วย และที่ทุกระดับความชื้น bulk density ของข้าวพองจะสูงขึ้นตามระดับอุณหภูมิที่ใช้ puff

4. เมื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งข้าวพองที่ผลิตได้จากข้าวพันธุ์ต่าง ๆ เทียบกับแป้งดิบ พบว่า แป้งข้าวพองมี water-absorption index (WAI) และ water-solubility index (WSI) สูงกว่าแป้งดิบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และแป้งข้าว

พองจากข้าวเหนียวจะมี WAI และ WSI สูงกว่าแป้งข้าวพองจากข้าวเจ้า ในขณะที่ในแป้งข้าวเจ้าดิบมี WAI และ WSI สูงกว่าข้าวเหนียว

จาก amylogram พบว่า แป้งข้าวเหนียวดิบมีอุณหภูมิการเกิดเจลและการคืนตัวต่ำกว่าข้าวเจ้าดิบ ในขณะที่ในแป้งข้าวพองจะมี amylogram ที่ต่างจากแป้งดิบ คือที่อุณหภูมิ 30°C paste ของแป้งข้าวพองให้ความหนืดอยู่ในช่วง 100-1,000 B.U ส่วนแป้งดิบยังมีความหนืดเป็นศูนย์ และในแป้งข้าวพองด้วยกัน แป้งข้าวพองจากข้าวเหนียวจะมีความหนืดสูงกว่าแป้งข้าวพองจากข้าวเจ้า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น paste แป้งข้าวพองจากข้าวเหนียวจะมีความหนืดลดลงจนถึงระดับหนึ่งแล้วเริ่มคงที่ ในขณะที่ความหนืดของ paste แป้งข้าวพองจากข้าวเจ้า จะคงที่ในช่วงแรกของการให้ความร้อนแล้วเพิ่มสูงขึ้นจนถึงระดับหนึ่งแล้วเริ่มคงที่อีก และมีแนวโน้มที่จะเกิดการคืนตัวเล็กน้อยในช่วง cooling

5. ส่วนคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของแป้งข้าวพองที่ผลิตจากสภาวะต่าง ๆ พบว่าแป้งข้าวพองที่ได้จากการปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำเกลือ มี WAI และ WSI สูงกว่าแป้งข้าวพองที่ได้จากการปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำ ที่ทุก ๆ ระดับความชื้นและอุณหภูมิที่ใช้ puff เมื่อความชื้นของข้าวเปลือกเพิ่มจาก 10 เป็น 16 % แป้งข้าวพองจะมี WAI และ WSI สูงขึ้นด้วย

สำหรับ amylogram ของแป้งข้าวพองที่ผลิตจากสภาวะต่าง ๆ มีลักษณะที่คล้ายกัน คือ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความหนืดของ paste จะลดลงจนถึงระดับหนึ่งแล้วเริ่มคงที่และปรับความชื้นของข้าวเปลือกด้วยน้ำเกลือจะให้แป้งข้าวพองที่มีความหนืดของ paste ที่ 30 และ 50°C สูงขึ้นที่ทุกระดับความชื้นและอุณหภูมิที่ใช้ puff ส่วนผลของความชื้น พบว่า เมื่อข้าวเปลือกมีความชื้นสูงขึ้น ความหนืดของ paste แป้งข้าวพองมีแนวโน้มลดลง

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยต่อไป

1. ศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับข้าวแต่ละพันธุ์ โดยพันธุ์ข้าวที่ศึกษาควรเป็นข้าวเหนียวและข้าวเจ้าอะไมโลสต่ำ

2. ศึกษาการนำข้าวพองมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น เป็นขนมขบเคี้ยวหรืออาหารรับประทานตอนเช้า

3. ศึกษาการนำแป้งข้าวพองมาใช้เป็นสารให้ความเหนียวในอาหารหรือเครื่องดื่ม ใช้เป็นสารให้ความชื้นในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ใช้เป็นสารให้ความหนืดและช่วยพยุงชิ้นผลไม้ในเค็กผลไม้