

บทที่ 4

บทสรุป

4.1 สรุปผลการวิจัย

การปรับปรุงคุณภาพของข้าวกล้อง คือ จุดประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ โดยการทำให้งอกด้วยการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และการแช่น้ำที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ร่วมกับการบ่มที่อุณหภูมิ 40°C ความชื้นสัมพัทธ์ 90% เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ทั้งสองกรณีศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทั้งทางกายภาพและทางเคมีและที่สำคัญ คือ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่ากรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) หลังจากนั้นจึงได้ศึกษาหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการการลดความชื้นหรือการอบแห้งข้าวกล้องงอก เพื่อให้ได้ความชื้นของข้าวกล้องงอกที่ 12-13% และไม่มีการสูญเสียของกรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) รวมถึงคุณภาพที่ดีของข้าวกล้องงอกทั้งทางกายภาพและทางเคมี ก่อนการอบแห้งนำตัวอย่างข้าวกล้องงอกมาแช่ที่อุณหภูมิ 100°C, 10 min โดยเปรียบเทียบกับอุณหภูมิการอบแห้งที่ 20°C, 40°C, 80°C และ 160°C ตามลำดับ คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีที่ใช้ในการพิจารณา คือ ค่าเวลาในการหุง (Cooking time), ค่าสี (L^* , b^* , a^*), ค่าความขาว (Whiteness), ค่าความแข็ง (Hardness), ค่าการดูดซึมน้ำ (Water absorption), ปริมาณไขมัน (Total lipid), ปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid), ปริมาณจุลินทรีย์ (APC) หลังจากนั้นศึกษาผลของการหุงข้าวกล้องจนสุกโดยการควบคุมเวลาและปริมาณของน้ำในการหุง โดยพิจารณาการเปลี่ยนไปของค่ากรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) จากผลการทดลองทั้งหมดสามารถสรุปเป็นข้อๆได้ดังนี้

1. การแช่ข้าวกล้องในน้ำที่ 40°C, 24 ชั่วโมง พบว่าการงอกของจมูกข้าวเกิดขึ้นน้อย จึงส่งผลให้ปริมาณกรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) เพิ่มขึ้นไม่มากและมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาในการแช่ข้าวกล้องในน้ำนานขึ้นอย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงนี้มีผลต่อค่าคุณสมบัติทั้งทางกายภาพและทางเคมีโดย ค่า Trough, final viscosity และ setback เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเวลาในการแช่เพิ่มมากขึ้นขณะที่ peak viscosity, breakdown และ peak time มีค่าไม่คงที่ นอกจากนี้ค่า L^* (Lightness), a^* (redness) ของข้าวกล้องมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาในการแช่นานขึ้นร่วมกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นอย่างต่อเนื่องและคงที่ในที่สุด ขณะที่สภาวะดังกล่าวนี้ส่งผลต่อค่า b^* (yellowness) ลดลง สำหรับค่าปริมาณไขมันนั้นจากการสังเกตพบว่าลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มต้นของการแช่ข้าวกล้องในน้ำจนกระทั่งเสร็จสิ้นกระบวนการแช่ข้าวกล้องที่ 24 ชั่วโมง ขณะที่กรดไขมันอิสระมีค่าไม่คงที่

2. การแช่ข้าวกล้องที่ 40°C, 4 ชั่วโมง ร่วมกับการบ่มที่อุณหภูมิเดิมและควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ 90% RH เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ให้ผลการงอกของเมล็ดข้าวกล้องเป็นที่น่าสนใจมากกว่ากรณีแช่ข้าวกล้องในน้ำเพียงอย่างเดียวทั้งนี้สังเกตได้จากความยาวของงอกข้าวซึ่งมีค่าประมาณ 1 มิลลิเมตร ซึ่งมีผลต่อคุณสมบัติทั้งทางกายภาพและทางเคมีของข้าวกล้องงอกโดยเฉพาะอย่างยิ่ง กรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) ดังนี้ คือ กรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) เพิ่มขึ้นประมาณ 5 เท่า เมื่อเทียบกับปริมาณกรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) เริ่มต้น หลังกระบวนการแช่ข้าวกล้องในน้ำร่วมกับการบ่ม สำหรับค่าความหนืดซึ่งแสดงค่าในรูปแบบของ RVA curves พบว่า Peak viscosity, trough, breakdown, final viscosity, setback และ peak time ให้ค่าแตกต่างทางสถิติที่เวลาการบ่มต่างๆ ในลักษณะที่ค่าลดลงขณะที่ pasting temperature ไม่แสดงค่าความต่างทางสถิติตลอดกระบวนการ สำหรับค่า L*, b* และ a* ของข้าวกล้องงอกนั้นลดลงอย่างต่อเนื่องเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวกล้องที่ไม่ผ่านกระบวนการงอก อย่างไรก็ตามกระบวนการบ่มข้าวกล้องไม่มีผลกระทบต่อค่าปริมาณไขมันและกรดไขมันอิสระ ทั้งนี้สังเกตได้จากไม่มีความเปลี่ยนแปลงของค่าดังกล่าวเกิดขึ้น

3. ข้าวกล้องงอกที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 10 นาที ก่อนการลดความชื้นที่อุณหภูมิ 20°C, 40°C, 80°C และ 160°C ส่งผลต่อค่า peak viscosity ของแป้งข้าวกล้องงอก โดยมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการลดความชื้นเพิ่มมากขึ้น และให้ค่าสูงสุดที่ 148.1±4.6 RVU ณ อุณหภูมิ 160°C ขณะที่ต่ำสุดเกิดขึ้นหลังการลดความชื้นที่ 20°C (77.2±3.5 RVU) ซึ่งแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงนี้ให้ผลเช่นเดียวกับค่าที่แสดงของ trough, breakdown, final viscosity, setback และ peak time ขณะที่ค่า pasting temperature แสดงอยู่ในช่วง 55-86°C นอกจากนี้จากการสังเกตยังพบว่าคุณสมบัติของ ค่าเวลาในการหุง (cooking time), ค่าความแข็ง (hardness), ค่าการดูดซึมน้ำ (water absorption), ค่าความขาว (whiteness) และ ค่ากรดไขมันอิสระ (free fatty acid) ของข้าวกล้องงอกหลังการอบแห้ง มีค่าต่ำกว่าข้าวกล้องที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการงอก

4. ปริมาณกรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) ของข้าวกล้องงอกลดลงเมื่ออุณหภูมิในการลดความชื้นสูงขึ้น อย่างไรก็ตามปริมาณของกรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) ที่เหลืออยู่นั้นยังคงมากกว่า ข้าวกล้องที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการงอก ดังนั้นการบริโภคข้าวกล้องงอกจะได้รับปริมาณกรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) ไม่มากนักน้อยอย่างแน่นอน

5. ข้าวกล้องงอกหลังการหุงสุกพบว่าไม่มีผลต่อปริมาณกรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) ทั้งนี้พบว่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ดังนั้นกระบวนการหุงข้าวที่ใช้ความร้อนนั้นไม่ส่งผลกระทบต่อการสูญเสียของกรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA)
6. สภาพะที่ที่ดีที่สุดของการกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกโดยการแช่ข้าวกล้องที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 40°C, 90%RH เป็นเวลา 20 ชั่วโมง ก่อนที่จะนำไปลดความชื้นที่อุณหภูมิ 20-40°C ทั้งนี้พิจารณาได้จากกรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) ที่ให้ค่าสูงสุดและให้คุณสมบัติที่ดีทั้งทางกายภาพและทางเคมี

4.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองทั้งหมดของกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกในงานวิจัยนี้ พบว่าให้ผลการทดลองทั้งในแง่ดีและแง่เสียรวมถึงยังสามารถพัฒนากระบวนการผลิตให้ดีขึ้นดังจะได้เสนอแนะต่อไปนี้

1. กระบวนการแช่ข้าวกล้องในน้ำ ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณจุลินทรีย์ และส่งกลิ่นเหม็นดังนั้นสามารถลดลงได้โดยการเปลี่ยนน้ำระหว่างกระบวนการหรือการใช้ความดันสูงเข้าช่วย
2. ควรศึกษาคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและทางเคมีที่เกิดขึ้น ระหว่างกระบวนการเก็บรักษาข้าวกล้องงอกโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ระยะเวลาการเก็บรักษาข้าวกล้องงอกกับผลการคงอยู่ของค่ากรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA)
3. การอบแห้งข้าวกล้องงอกมีผลต่อค่ากรดแกมมาเอมิโนบิวทิริก (GABA) ดังนั้นจึงควรศึกษาเทคนิคการอบแห้งเพิ่มเติม เช่น fluidization, infrared drying และ microwave เพื่อนำมาประยุกต์กับการอบแห้งที่เหมาะสม
4. เมื่อข้าวกล้องงอกมีประโยชน์อย่างสูง ดังนั้นควรศึกษาการนำแป้งข้าวกล้องงอกมาประยุกต์เป็นอาหารหลายๆชนิด นอกจากนี้ควรศึกษาเพิ่มเติมในกรณีของการนำข้าวพันธุ์อื่นๆ มาผ่านกระบวนการงอกและสังเกตพฤติกรรมการงอกนั้น เพื่อนำไปสู่การผลิตเชิงการค้าต่อไป