

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาคุณภาพเบื้องต้นของเมล็ดข้าวไม่ขัดสี

1.1 รูปร่างเมล็ดข้าว มีการจำแนกตามอัตราส่วนระหว่างความยาวต่อความกว้าง พบว่า ข้าวพันธุ์หอมมะลิแดง หอมนิล และ KKU-GL-BL 05-003 มีรูปร่างเมล็ดเรียวยาว (> 3.1) ส่วน KKU-GL-BL 06-043 มีรูปร่างเมล็ดปานกลาง (2.1-3.0) และน้ำหนักเมล็ดของข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์อยู่ในช่วง 1.96-2.31 กรัม ต่อ 100 เมล็ด

1.2 องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวไม่ขัดสีทั้ง 4 สายพันธุ์ที่นำมาศึกษา มีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 10.94-13.71 โดยน้ำหนักแห้ง ปริมาณโปรตีนอยู่ในช่วงร้อยละ 6.25-9.06 โดยน้ำหนักแห้ง ปริมาณไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 2.19-3.00 โดยน้ำหนักแห้ง ปริมาณเยื่อใยอยู่ในช่วงร้อยละ 3.17 - 5.09 โดยน้ำหนักแห้ง และปริมาณเถ้าอยู่ในช่วงร้อยละ 1.23-1.77 โดยน้ำหนักแห้ง

1.3 ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดที่ตรวจพบในเมล็ดข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์ อยู่ในช่วง 4.42-21.10 mg gallic acid/100 g_{db} โดยพบว่าข้าวพันธุ์หอมมะลิแดงมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด คือ 21.10 mg gallic acid/100 g_{db} รองลงมาคือ KKU-GL-BL 06-043 (11.41 mg gallic acid/100 g_{db}) , KKU-GL-BL 05-003 (6.82 mg gallic acid/100 g_{db}) และหอมนิล (4.42 mg gallic acid/100 g_{db}) ตามลำดับ

1.4 ค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันมีค่าอยู่ในช่วง 3.89 -39.23 mg trolox/100 g_{db} โดยพบว่าข้าวพันธุ์หอมมะลิแดงมีค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันสูงที่สุด เท่ากับ 39.23 mg trolox/100 g_{db} รองลงมาคือ KKU-GL-BL 06-043 (15.94 mg trolox/100 g_{db}) , KKU-GL-BL 05-003 (8.01 mg trolox/100 g_{db}) และหอมนิล (3.89 mg trolox/100 g_{db}) ตามลำดับ

1.5 ปริมาณแอมมาโอไรซานอลที่ตรวจพบในเมล็ดข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์ มีค่าอยู่ในช่วง 8.56-12.09 mg/100 g_{db} ซึ่งกลุ่มของข้าวเหนียว (KKU-GL-BL 06-043 และ KKU-GL-BL 05-003) มีปริมาณแอมมาโอไรซานอลสูงกว่ากลุ่มของข้าวเจ้า (หอมมะลิแดงและหอมนิล) โดยพบว่าในกลุ่มข้าวเหนียวที่มีปริมาณแอมมาโอไรซานอลสูง คือ ข้าวเหนียวพันธุ์ KKU-GL-BL 05-003 (12.09 mg/100 g_{db}) และในกลุ่มข้าวเจ้าคือ ข้าวพันธุ์หอมนิล (10.03 mg/100 g_{db})

1.6 ปริมาณแอนโทไซยานินที่ตรวจพบในเมล็ดข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์ มีค่าอยู่ในช่วง 14.09- 273.72 mg/100 g_{db} ซึ่งกลุ่มของข้าวเหนียวมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงกว่ากลุ่มของข้าวเจ้า โดยพบว่า ข้าวเหนียวพันธุ์ที่มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด คือ KKU-GL-BL 06-043 (273.72 mg/100 g_{db}) และรองลงมาคือ KKU-GL-BL 05-003 (212.03 mg/100 g_{db}) สำหรับปริมาณแอนโทไซยานินในข้าวเจ้าพันธุ์หอมนิลและหอมมะลิแดงมีค่า 60.19 และ 14.09 mg/100 g_{db} ตามลำดับ

ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณแอมมาโอไรซานอล ปริมาณแอนโทไซยานิน ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชัน ที่แตกต่างกันของข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์ อาจมาจากความแตกต่างของสายพันธุ์ ขนาดและรูปร่างของเมล็ด สีของเยื่อหุ้มเมล็ด และสิ่งแวดล้อมในการเพาะปลูก เป็นต้น

2. การศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแกมมาโอไรซานอลในข้าวไม่ขัดสี

อุณหภูมิ (65, 75, 85 และ 95 °ซ) และเวลา (30, 45, 60, 75, 90, 105 และ 120 นาที) ในการแช่ข้าวมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณแกมมาโอไรซานอลในเมล็ดข้าวไม่ขัดสีทั้ง 4 สายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบว่าที่สภาวะการแช่เมล็ดข้าวที่อุณหภูมิ 95 °ซ เป็นเวลานาน 120 นาที ปริมาณแกมมาโอไรซานอลที่ตรวจพบในข้าวพันธุ์หอมมะลิแดง หอมนิล ข้าวพันธุ์ KKU-GL-BL 06-043 และ KKU-GL-BL 05-003 มีค่าเท่ากับ 17.81, 6.16, 19.40 และ 12.88 mg/100 g_{db} ตามลำดับ และค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแกมมาโอไรซานอล (k) ในระหว่างการแช่ข้าวที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 30-120 นาที ของข้าวพันธุ์หอมนิล มีค่าสูงที่สุด ($k=0.0071$ mg ml⁻¹ min⁻¹) รองลงมาคือ มะลิแดง ($k=0.0044$ mg ml⁻¹ min⁻¹) KKU-GL-BL 05-003 ($k=0.0041$ mg ml⁻¹ min⁻¹) และ KKU-GL-BL 06-043 ($k=0.0032$ mg ml⁻¹ min⁻¹) ตามลำดับ สำหรับค่าพลังงานก่อกัมมันต์ (E_a) ในช่วงอุณหภูมิในการแช่ 65-95 °ซ พบว่า ข้าวพันธุ์หอมนิลมีค่าต่ำที่สุด ($E_a = 13.08$ kJmol⁻¹) ซึ่งแสดงว่าปริมาณแกมมาโอไรซานอลในข้าวพันธุ์หอมนิลมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากกว่าข้าวพันธุ์ KKU-GL-BL 05-003, KKU-GL-BL 06-043 และมะลิแดง

3. การศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดข้าวไม่ขัดสี

อุณหภูมิ (28, 65, 75, 85 และ 95 °ซ) และเวลา (30, 45, 60, 75, 90, 105 และ 120 นาที) ในการแช่ข้าวมีผลต่อการลดลงของปริมาณแอนโทไซยานินในเมล็ดข้าวไม่ขัดสีทั้ง 4 สายพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเมล็ดข้าวผ่านการแช่นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 28, 65, 75, 85 และ 95 °ซ พบว่ามีการสูญเสียแอนโทไซยานินอยู่ในช่วงร้อยละ 70.17-98.86 ซึ่งข้าวพันธุ์ KKU-GL-BL 06-043 มีร้อยละของการสูญเสียปริมาณแอนโทไซยานินน้อยที่สุด ขณะที่ข้าวพันธุ์หอมนิลมีร้อยละของการสูญเสียปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด ปริมาณแอนโทไซยานินคงอยู่ในเมล็ดข้าวพันธุ์หอมมะลิแดง หอมนิล KKU-GL-BL 06-043 และ KKU-GL-BL 05-003 หลังผ่านการแช่ข้าวที่อุณหภูมิ 28 °ซ (อุณหภูมิห้อง) นาน 30-120 นาที มีค่าอยู่ในช่วง 2.41-1.74, 4.89-3.67, 81.66-61.34 และ 24.15-19.34 mg/100 g_{db} ตามลำดับ ซึ่งข้าวพันธุ์ KKU-GL-BL 06-043 มีปริมาณแอนโทไซยานินที่คงเหลือในเมล็ดมากที่สุด (61.34 mg/100 g_{db}) และที่สภาวะการแช่ข้าวที่อุณหภูมิสูงสุด (95 °ซ) นาน 30-120 นาที เมล็ดข้าวมีปริมาณแอนโทไซยานินคงอยู่ในเมล็ดอยู่ในช่วง 0.49-0.03, 0.79-0.31, 18.75-12.14, 7.73-4.70 mg/100 g_{db} ตามลำดับ และพบว่าข้าวพันธุ์ KKU-GL-BL 06-043 มีปริมาณแอนโทไซยานินที่คงเหลือในเมล็ดมากที่สุด (12.14 mg/100 g_{db})

4. การศึกษาผลของระยะเวลาในการให้ความร้อนข้าวที่อุณหภูมิ 95 °ซ ต่อระดับการสุกและกิจกรรมการต้านออกซิเดชันของเมล็ดข้าวไม่ขัดสี

4.1 ผลของระยะเวลาต่อระดับการสุกของเมล็ดข้าว สภาวะการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 °ซ

ข้าวไม่ขัดสี 4 สายพันธุ์ ที่ไม่ผ่านการให้ความร้อนมีค่าเอนทัลปีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 3.04-3.19 J/g ส่วนข้าวที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 °ซ มีค่าเอนทัลปีลดลงตามระยะเวลาในการให้ความร้อนที่นานขึ้น คือในข้าวทั้ง 4 สายพันธุ์มีค่าเอนทัลปีอยู่ในช่วง 0.14-0.48 J/g เมื่อผ่านการให้ความร้อนนาน 30 นาที และพบว่าเมื่อทำการให้ความร้อนข้าวที่ 95 °ซ นาน 45 นาที สามารถทำให้ข้าวพันธุ์หอมมะลิแดง หอมนิล และ KKU-GL-BL 05-003 มีระดับการสุกเท่ากับ 100% ส่วนข้าวพันธุ์ KKU-GL-BL 06-043 ต้องใช้เวลานานขึ้นเป็น 60 นาที จึงทำให้เมล็ดข้าวมีระดับการสุกเท่ากับ 100%

4.2 ผลของระยะเวลาต่อกิจกรรมการต้านออกซิเดชันของเมล็ดข้าว สภาวะการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 °ซ

เมื่อให้ความร้อนข้าวที่ 95 °ซ นาน 30 นาที ส่งผลทำให้ค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันสูญเสียไปมากกว่าร้อยละ 87 ของค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันในเมล็ดข้าวที่ไม่ผ่านการให้ความร้อน (ภาคผนวก ข) ซึ่งพบว่าที่สภาวะการให้ความร้อนที่ 95 °ซ นาน 120 นาที ข้าวพันธุ์หอมมะลิแดง หอมนิล KKU-GL-BL 06-043 และ KKU-GL-BL 05-003 มีค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันคงอยู่เท่ากับ 1.41, 0.83, 2.51 และ 1.50 mg trolox/100 g_{db} ตามลำดับ ซึ่งข้าวพันธุ์ KKU-GL-BL 06-043 มีค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันคงอยู่ในเมล็ดสูงที่สุด (2.51 mg trolox/100 g_{db})

4.3 ค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันในเมล็ดข้าวสุก

ข้าวพันธุ์หอมมะลิแดง หอมนิล และ KKU-GL-BL 05-003 ที่ระดับการสุก 100% (สภาวะการให้ความร้อนที่ 95 °ซ นาน 45 นาที) มีค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันที่คงอยู่ในเมล็ดเท่ากับ 1.10, 0.55, และ 1.08 mg trolox/100 g_{db} ตามลำดับ ส่วนข้าว KKU-GL-BL 06-043 ที่ระดับการสุก 100% (สภาวะการให้ความร้อนที่ 95 °ซ นาน 60 นาที) มีค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันที่คงอยู่ในเมล็ดเท่ากับ 1.67 mg trolox/100 g_{db} เมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้าวที่มีระดับการสุก 100% พบว่า ข้าวพันธุ์ KKU-GL-BL 06-043 มีค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันคงอยู่ในเมล็ดสูงที่สุด (1.67 mg trolox/100 g_{db})

จากงานวิจัยนี้ทำให้ทราบว่าที่สภาวะการให้ความร้อนข้าวที่อุณหภูมิ 95 °ซ นาน 45 นาที สามารถทำให้ข้าวพันธุ์หอมมะลิแดง หอมนิล และ KKU-GL-BL 05-003 มีระดับการสุก 100% และพบว่าข้าวพันธุ์หอมมะลิแดงสุกมีปริมาณสารแกมมาโอไรซานอลคงอยู่ในเมล็ดเท่ากับ 10.41 mg/100 g_{db} ปริมาณแอนโทไซยานินเท่ากับ 0.40 mg/100 g_{db} และค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันเท่ากับ 1.10 mg trolox/100 g_{db} ในข้าวพันธุ์หอมนิลสุกมีปริมาณสารแกมมาโอไรซานอลคงอยู่ในเมล็ดเท่ากับ 14.73 mg/100 g_{db} ปริมาณแอนโทไซยานินเท่ากับ 0.67 mg/100 g_{db} และค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันเท่ากับ 0.55 mg trolox/100 g_{db} และในข้าวพันธุ์ KKU-GL-BL 05-003 มีปริมาณสารแกมมาโอไรซานอลคงอยู่ในเมล็ดเท่ากับ 14.75 mg/100 g_{db} ปริมาณแอนโทไซยานินที่คงอยู่ในเมล็ดเท่ากับ 7.56 mg/100 g_{db} และกิจกรรมการต้านออกซิเดชันที่คงอยู่ในเมล็ดเท่ากับ 1.08 mg trolox/100 g_{db} ส่วนข้าวพันธุ์ KKU-GL-BL 06-043 สามารถทำให้สุกทั้งเมล็ด ต้องผ่านการให้ความร้อนที่ 95 °ซ นาน 60 นาที พบว่า มีปริมาณสารแกมมาโอไรซานอลคงอยู่ในเมล็ดเท่ากับ 14.13 mg/100 g_{db} ปริมาณแอนโทไซยานินเท่ากับ 16.05 mg/100 g_{db} และค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันเท่ากับ 1.67 mg trolox/100 g_{db}

จากข้อมูลทั้งหมดข้างต้นแสดงให้เห็นว่าหากนำเมล็ดข้าวสายพันธุ์ที่มีสี ซึ่งมีสารสำคัญ ได้แก่ สารแกมมาโอไรซานอลและสารแอนโทไซยานิน มาผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยความร้อนก่อนนำไปบริโภค จะส่งผลทำให้ร่างกายสามารถนำสารสำคัญเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสามารถนำมาเป็นแนวทางในการส่งเสริมการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้บริโภคส่วนใหญ่ที่นิยมรับประทานข้าวขาว ให้หันมาบริโภคข้าวสายพันธุ์ที่มีสีให้มากขึ้น เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการดูแลสุขภาพของผู้บริโภค อีกทั้งยังสามารถนำไปเป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำจากวัตถุดิบประเภทข้าวไม่ขัดสี ซึ่งจะช่วยเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ จึงกล่าวได้ว่าข้าวไม่ขัดสีทั้ง 4 สายพันธุ์ คือ ข้าวพันธุ์หอมมะลิแดง หอมนิล KKU-GL-BL 06-043 และ KKU-GL-BL 05-003 เป็นข้าวที่มีศักยภาพในการแปรรูปทางอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ

5. ข้อเสนอแนะ

- 5.1 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ที่มีในท้องถิ่น หรือ สายพันธุ์ที่มีการปรับปรุงพันธุ์พืช เพื่อเพิ่มผลผลิต ซึ่งจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการตัดสินใจบริโภคข้าวให้กับกลุ่มคนรักสุขภาพ
- 5.2 ควรมีการศึกษาสัดส่วนการผสมข้าวพันธุ์ต่างๆ ในปริมาณที่เหมาะสม สำหรับการบริโภคในรูปข้าวสุก เพื่อเป็นทางเลือกให้ผู้บริโภคที่คำนึงถึงสุขภาพ ให้ได้รับสารสำคัญที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพสูงสุด
- 5.3 ควรทดสอบซ้ำในสภาวะการหุงข้าวสุกที่ปฏิบัติจริงในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้า การหุงข้าวในถ้วยโดยการใช้ไอน้ำในลังถึง และการหุงข้าวด้วยไมโครเวฟ เป็นต้น เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารแกมมาโอไรซานอล ปริมาณแอนโทไซยานิน และค่ากิจกรรมการต้านออกซิเดชันของข้าวสุก กับผลการศึกษาในครั้งนี้