บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยครั้งนี้ศึกษาผลของการสกัดน้ำข้าวเหนียวดำด้วยความร้อนโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย การใช้คลื่นเสียงความถี่สูงร่วมกับการให้ความร้อน ผลการใช้ความร้อนโดยตรงและโดยอ้อม รวมถึงการนำน้ำสกัดจากข้าวเหนียวดำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำข้าวเหนียวดำสกัด ผลการศึกษาทั้งหมดสามารถสรุปเป็นประเด็นได้ดังนี้

5.1 ผลของการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonic, US)

ศึกษาผลของการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (20 Hz) ต่อปริมาณสารแอนโทไซยานินโดยกำหนด กำลังของ US เป็น 5 ระดับ คือ 100, 200, 300, 400, และ 500 วัตต์ และกำหนดระยะเวลาเป็น 5 ระดับ คือ 10, 20, 30, 40 และ 50 นาที โดยไม่มีความร้อนมาเกี่ยวข้อง (กำหนดสัดส่วนข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:5 และปริมาณรวม 120 กรัม) พบว่า US มีผลให้เมล็ดข้าวเกิดการแตกหักโดยเห็นได้อย่างชัดเจนที่ กำลัง 500 วัตต์ และพบว่าที่ระดับกำลัง 100-200 วัตต์ ปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการสกัดเพิ่มขึ้น ในขณะที่ระดับกำลัง 300 วัตต์ ปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นในระยะเวลาที่ 10-40 นาที และลดลงที่ระยะเวลา 50 นาที ส่วนการใช้ US 400 วัตต์ มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณแอนโทไซยานินในระยะเวลา 10-30 นาที และลดลงเมื่อระยะเวลานานกว่านี้ และเมื่อใช้ระดับกำลัง US 500 วัตต์ ปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นในระยะเวลา 20 นาทีแรกเท่านั้น หลังจากนี้ปริมาณลดลง และสภาวะที่สามารถสกัดปริมาณสารแอนโทไซยานินสูงสุดคือที่ระดับกำลัง US 400 วัตต์ เป็นระยะเวลา 40 นาที

สัดส่วนของข้าวต่อน้ำและปริมาณรวมของตัวอย่างส่งผลต่อปริมาณสารแอนโทไซยานิน จากผลการศึกษาพบว่า ที่ระดับสัดส่วนข้าวต่อน้ำ 1:5 และปริมาณรวมของตัวอย่าง 120 กรัม สามารถสกัดปริมาณแอนโทไซยานินได้สูงสุด ทั้งนี้เป็นการศึกษาโดยใช้ เครื่องกำเนิด US รุ่น VCX 500S/N 57083AC ยี่ห้อ Sonics Vibra Cell กำลังสูงสุด 500 วัตต์

Prince of Songkla University Pattani Campus

5.2 เปรียบเทียบการสกัดด้วยความร้อน (Heating extraction, HE) และการใช้ US ร่วมกับความร้อน (Ultrasonic combinations with heating extraction, USHE)

ศึกษาเปรียบเทียบสมบัติของน้ำข้าวสกัดจากข้าวเหนียวดำที่ผ่านและไม่ผ่านการพรีทรีต-เม้นต์ด้วย US ก่อนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ โดยกำหนดสภาวะการใช้ US เพื่อพรีทรีตเม้นท์ ที่กำลัง 400 วัตต์ ระยะเวลา 30 นาที และสัดส่วนข้าวต่อน้ำ 1:5 ปริมาณรวมเท่ากับ 120 กรัม สภาวะการให้ความร้อนคือ อุณหภูมิ 50, 60, 70, 80 และ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาการ 10, 20, 30, และ 40 นาที น้ำข้าวสกัดที่ได้จากวิธีนี้ (USHE) นำไปศึกษาสมบัติต่างๆเปรียบเทียบกับน้ำข้าวสกัดที่ได้จากการให้ความร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เท่ากันแต่ไม่ได้ผ่านการพรีทรีตเม้นต์ด้วย US (วิธี HE)

จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิและระยะเวลาการให้ความร้อนมีผลต่อสมบัติของน้ำข้าวสกัดทั้งวิธี HE และ USHE สำหรับวิธี HE สภาวะของการสกัดส่งผลให้สมบัติด้านต่างๆ ของน้ำสกัดจากข้าวเหนียวดำมีค่าสูงสุดคือ การสกัดด้วยวิธี HE ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และระยะเวลา 40 นาที และสำหรับ USHE สภาวะของการสกัดน้ำข้าวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และระยะเวลา 40 นาที ส่งผลให้ปริมาณสารแอนโทไซยานิน และโพลีฟีนอล รวมถึงการยับยั้งอนุมูล $DPPH^{\cdot}$ และ $ABTS^{+}$ มีค่าสูงสุด ในขณะที่ปริมาณของแข็งทั้งหมด ค่าการส่องผ่านของแสง ความหนืดและค่าสีมีค่าสูงสุดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 40 นาที

เมื่อเปรียบเทียบจากวิธีการสกัดทั้ง 2 วิธี พบว่า ที่อุณหภูมิและระยะเวลาเท่ากันปริมาณสารแอนโทไซยานินและโพลีฟีนอลของน้ำข้าวสกัดจากวิธี USHE สูงกว่าวิธี HE เกือบชุดการทดลอง ยกเว้นที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสและระยะเวลา 30 และ 40 นาที รวมถึงความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ $DPPH^{\cdot}$ และ $ABTS^{+}$ จากวิธี USHE สูงกว่า HE ในหลายชุดการทดลอง ดังนั้นสภาวะของการสกัดที่เหมาะสมและส่งผลให้สมบัติด้านต่างๆของน้ำข้าวสกัดมีคุณภาพเพื่อนำไปศึกษาในขั้นต่อไป คือ การสกัดด้วยวิธี USHE ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และระยะเวลาในการสกัด 40 นาที แต่ทั้งนี้ระยะเวลาที่ใช้ทั้งกระบวนการสกัดนานกว่าการใช้ความร้อนเพียงอย่างเดียว อีกทั้ง มีข้อจำกัดในการใช้งาน คือ เครื่องกำเนิดคลื่นเสียงความถี่สูงที่ใช้ทำการศึกษาสามารถใช้สกัดได้ในระดับการทดลองเท่านั้น ดังนั้นการประยุกต์ใช้วิธีการสกัดที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์จริงๆ วิธีการสกัดด้วยความร้อนจึงเหมาะสมกว่า

Prince of Songkla University Pattani Campus

5.3 เปรียบเทียบการให้ความร้อนโดยตรง (Hotplate heating, HH) และการให้ความร้อนโดยอ้อม (Water bath heating, WH) ต่อคุณสมบัติของน้ำสกัดจากข้าวเหนียวดำ

การสกัดน้ำข้าวเหนียวดำโดยใช้ความร้อนเพียงอย่างเดียวจึงมีความเหมาะสมกว่าในเชิงปฏิบัติ อย่างไรก็ตามการทดลองในข้อ 5.2 เป็นการให้ความร้อนทางอ้อม จากการศึกษาเปรียบเทียบการสกัดน้ำข้าวโดยการให้ความร้อนโดยตรง (Hotplate heating, HH) และความร้อนโดยอ้อม (Water bath heating, WH) ต่อคุณสมบัติของน้ำสกัดจากข้าวเหนียวดำ โดยกำหนดระยะเวลาการสกัด 4 ระดับ คือ 30, 40, 50 และ 60 นาที ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส พบว่า วิธี HH ให้น้ำสกัดที่มีปริมาณสารแอนโทไซยานิน โพลีฟีนอล และความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ $DPPH^{\cdot}$ และ $ABTS^{+}$ ของน้ำสกัดจากข้าวเหนียวดำมีค่าสูงกว่าการให้ความร้อนโดยอ้อม (WH) ที่ระยะเวลา 30-40 นาที แต่วิธี WH ดีกว่าวิธี HH เมื่อระยะเวลาการให้ความร้อนสูงขึ้นเป็น 50-60 นาที ทั้งนี้ HH ระยะเวลา 40 นาที มีคุณภาพใกล้เคียงกับชุดการทดลอง WH ระยะเวลา 50 นาที กล่าวคือการให้ความร้อนโดยตรงสามารถลดระยะเวลาการให้ความร้อนได้ประมาณ 10 นาที ดังนั้นสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากข้าวเหนียวดำ คือ การให้ความร้อนโดยตรงที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 40 นาที

5.4 ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำข้าวเหนียวดำสกัด (Black glutinous rice extract beverage)

ผลิตภัณฑ์น้ำข้าวเหนียวดำสกัดมีลักษณะข้นหนืด มีสีแดงปนม่วง มีกลิ่นหอมของน้ำข้าวเหนียวดำ มีพีเอช 2.6 มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระที่สูง

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา ที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ทางกายภาพ ทางเคมี ทางจุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของตัวอย่างผลิตภัณฑ์ วันที่ 0, 7, 14, 21, 28 และ 35 วัน พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ส่งผลให้คุณภาพด้านต่างๆทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัสด้อยลง การเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพเร็วกว่าทำให้มีคุณภาพด้วยกว่าการเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในทุกๆ ด้าน สำหรับคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่า จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตขึ้น แต่ไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อโรค ซึ่งการเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องมีค่าการเจริญของจุลินทรีย์สูงกว่าการเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยผลคุณภาพทางจุลินทรีย์ครั้งนี้เป็นไปตามข้อกำหนดของประกาศกระทรวงเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มบรรจุปิดสนิท ดังนั้นการต้มฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิน้ำเดือดสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำข้าวเหนียวดำสกัด ได้ทั้งการเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง และ

Prince of Songkla University Pattani Campus

อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 35 วัน โดยผู้บริโภคสามารถรับประทานผลิตภัณฑ์ได้อย่างปลอดภัย

จากการศึกษาวิจัยทั้งหมดนี้ สามารถสกัดน้ำข้าวเหนียวดำด้วยวิธีการให้ความร้อน ซึ่งต้นทุนต่ำ และสามารถประยุกต์ใช้ได้จริง หากสกัดในปริมาณมาก น้ำสกัดจากข้าวเหนียวดำที่ได้สามารถนำมาแปรรูปเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ซึ่งสามารถเพิ่มมูลค่าให้แก่ข้าวเหนียวดำพันธุ์ช่อไม้ไผ่ได้ ผลการศึกษานี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับข้าวเหนียวดำพันธุ์อื่นๆ ได้เช่นกัน

Prince of Songkla University Pattani Campus