



การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำข้าวหมากจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวกล้องเกรดต่ำในจังหวัดฉะเชิงเทรา Development of Khoa-Mak Beverages from Low Grade Riceberry Rice and Low Grade Brown Rice in Chachoengsao Province

นรากร ศรีสุข

Narakorn Srisuk

สาขาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา 24000

Program of Applied Biology, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Rajanagarindra University,
Muang, Chachoengsao 24000, Thailand

Corresponding author, e-mail: narakorn_sr@hotmail.com

(Received: July 7, 2022; Revised: Sep 19, 2022; Accepted: Sep 26, 2022)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้าวสารหักที่ตกเกรด ซึ่งเป็นวัตถุดิบทางการเกษตรที่มีมากในจังหวัดฉะเชิงเทรา มาพัฒนาเป็นเครื่องดื่มชนิดใหม่จากข้าวหมาก โดยศึกษาข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วน 100:0 0:100 50:50 70:30 และ 90:10 w/w และข้าวเหนียวหักต่อข้าวกล้องหักในอัตราส่วน 100:0 0:100 50:50 70:30 และ 90:10 w/w และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสและความชอบโดยรวมของผู้บริโภค และศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำข้าวหมากในสูตรต่าง ๆ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิก ปริมาณแอนโทไซยานิน และคุณภาพกายภาพ-เคมี ผลการทดลองพบว่า ข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวหักต่อข้าว ไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วน 70:30 และ 90:10 w/w ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) คือ 7.47 และ 7.46 ตามลำดับ โดยนำข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วน 70:30 w/w มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 42.58 % กรดฟีนอลิก 220.73 mg GAE/g และแอนโทไซยานิน 245.56 mg/l สูงสุดและได้รับคะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบปานกลาง ดังนั้นจึงคัดเลือกน้ำข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หักที่อัตราส่วน 70:30 w/w ผลิตน้ำข้าวหมากและตรวจสอบคุณภาพของน้ำข้าวหมากตามมาตรฐาน มผช. 162/2546. ผลการทดสอบคุณภาพไม่พบเชื้อก่อโรคในน้ำข้าวหมากและเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มผช.162/2546

คำสำคัญ : ข้าวหมาก น้ำข้าวหมาก ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวกล้อง

Abstract

The objective of this research was to utilize the broken rice, agricultural by-product in which more obtained at Chachoengsao, for development of the new Khoa-Mak beverages. The study included broken glutinous rice and broken riceberry Rice at the ratios of 100:0, 0:100, 50:50, 70:30 and 90:10 w/w and broken glutinous rice and broken brown rice at the ratios of 100:0, 0:100, 50:50, 70:30 and 90:10 w/w in order to analyze their sensory qualities and overall acceptance as well as to study the biological activity of Khoa-Mak beverages in various formulations including antioxidant activity, phenolic content, anthocyanin content, and physical-chemical qualities. The results showed that Khoa-Mak beverages prepared from broken glutinous rice and broken riceberry Rice at the ratios of 70:30 and 90:10 w/w obtained highest overall acceptability score ($P>0.05$) of 7.47 and 7.46, respectively. In addition, Khoa-Mak beverages prepared from broken glutinous rice and broken riceberry rice at the ratios of 70:30 w/w showed the highest yields of antioxidant activity of 42.58%, total phenolic acid of 220.73 mg GAE/g and anthocyanin of 245.56 mg/l. They also received an overall acceptability of “moderately like” on the scale used. Therefore, broken glutinous rice and broken riceberry rice at the ratio of 70:30 w/w were selected to produce the Khoa-Mak beverages used to check the quality according to standard TCPS No. 162/2546.

The microbiological quality test results showed no pathogens at the Khoa-Mak beverages and complied with product standard TCPS No. 162/2546.

Keywords: Khoa-mak, Khoa-mak beverages, Riceberry rice, Brown rice

บทนำ

จังหวัดฉะเชิงเทรา มีพื้นที่ปลูกข้าวมากและมีชื่อเสียง สร้างรายได้ให้จังหวัดประมาณสองพันล้านบาทต่อปี มีพื้นที่เพาะปลูกถึง 5 แสนกว่าไร่ (Seeloy-oungaew & Buddhagoon, 2018) ในกระบวนการสีข้าวจะเกิดข้าวหักหรือข้าวตกเกรด ซึ่งมีราคาต่ำ ราคาใกล้เคียง 10-12 บาท แต่ข้าวสารยังมีคุณภาพที่ดี และสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย เพื่อเพิ่มมูลค่าและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ในพื้นที่ โดยผลิตภัณฑ์จากข้าวเป็นที่ยอมรับและรู้จักอย่างแพร่หลาย คือ ข้าวหอมผลิตจากข้าวเหนียวที่ได้รับการถ่ายทอดการผลิตจากภูมิปัญญาท้องถิ่นของคนไทยมาอย่างยาวนาน จัดเป็นอาหารว่างของคนไทยมาตั้งแต่โบราณกาล ซึ่งในปัจจุบันนี้พบว่าการผลิตน้อยลงและไม่เป็นที่รู้จักของคนรุ่นใหม่ การทำข้าวหอมมีวัตถุดิบหลักคือ ข้าวเหนียวหมักกับลูกแป้งข้าวหมาก ซึ่งในลูกแป้งข้าวหมากมีเชื้อจุลินทรีย์ *Mucor* spp., *Amylomyces rouxii* และ *Rhizopus oryzae* โดยจะผลิตเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสและกลูโคอะไมเลส ย่อยแป้งเปลี่ยนเป็นน้ำตาล ขณะที่ยีสต์ *Saccharomyces* spp., *Saccharomycopsis fibuligera*, *Hansenula anomala* และ *Endomycopsis* (Jirasatid & Nopharatana, 2018) จะเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ เมื่อผ่านกระบวนการหมักผลิตภัณฑ์ข้าวหมาก ข้าวหมากจะมีรสชาติหวาน มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว และมีปริมาณแอลกอฮอล์ประมาณ 0.8-1% และที่สำคัญในข้าวหมากมีเชื้อโปรไบโอติกซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายสูง ช่วยเรื่องระบบย่อยอาหาร ระบบขับถ่าย ปรับสมดุลของเชื้อจุลินทรีย์ในลำไส้ได้อย่างดี และสามารถเพิ่มภูมิคุ้มกันได้ ข้าวหมากมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงต้านอนุมูลอิสระได้ดี (Mongkontanawat & Lertnimitmongkol, 2015) และข้าวหมากมีสารให้กลิ่นรสเฉพาะตัว เช่น 1-propanal, 1-propanal-2-methyl, 1-butanal-3-methyl acetic acid (Wongsa et al., 2018)

ข้าว เป็นอาหารหลักของคนไทยมาอย่างยาวนาน อุดมไปด้วยสารอาหารและเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตข้าวหมากจากการวิจัยอื่น ๆ ได้นำข้าวที่มีประโยชน์สูงมาเป็นส่วนผสมในการผลิตข้าวหมากและพัฒนาเป็นน้ำข้าวหมาก คือ ข้าวกล้อง (Brown rice) เป็นเมล็ดข้าวที่กระเทาะเฉพาะเปลือกนอกเท่านั้นแต่ตัวเมล็ดข้าวยังไม่มีการขัดสี และยังมีเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวเหลืออยู่ ซึ่งเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวจะมีเส้นใยสูงและมีคุณค่าทางอาหารสูง เช่น วิตามิน แร่ธาตุและกรดอะมิโน กรดแกมมา-แอมิโนบิวทิริก (GABA) แกมมา-โอไรซานอล วิตามินอี วิตามินบี 1 และวิตามินบี 6 ส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Riceberry Rice) เป็นข้าวที่ยังไม่ผ่านการขัดสี มีกรดแกมมา-แอมิโนบิวทิริก (GABA) เป็นสารที่มีประโยชน์และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง ช่วยลดความดันในเลือดสูง สามารถพัฒนาเป็นอาหารเสริม (Food supplement) หรือเป็นอาหารเชิงหน้าที่ (Functional food) (Polthum & Ahromrit, 2014) และช่วยกระตุ้นการทำงานของสมองและป้องกันโรคอัลไซเมอร์ได้ (Jirasatid & Nopharatana, 2021) ข้าวชนิดนี้มีลักษณะเด่น คือ สีม่วงเข้ม มีเปลือกแข็ง โดยสีม่วงเข้มเป็นสารสีสำคัญที่เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คือ แอนโทไซยานินซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง (Mongkontanawat & Lertnimongkol, 2015) มีเส้นใยสูงมาก สามารถลดคอเลสเตอรอลในเลือด ช่วยระบบขับถ่าย (Plaitho et al., 2013) ช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันในร่างกายเพิ่มสูงขึ้น ลดการเกิดโรคเมตาบอลิกและลดภาวะโรคหัวใจ (Pitija et al., 2013) ผู้วิจัยจึงสนใจนำข้าวกล้องหักและข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เป็นข้าวตกเกรดมีราคาต่ำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ข้าวหมากและเครื่องดื่มน้ำข้าวหมาก โดยมุ่งเน้นพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นเครื่องดื่มน้ำข้าวหมากเชิงหน้าที่เพื่อสุขภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสูตรเครื่องดื่มน้ำข้าวหมากเชิงหน้าที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค
2. เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเครื่องดื่มน้ำข้าวหมาก ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิก และปริมาณแอนโทไซยานิน
3. เพื่อศึกษาคุณภาพของเครื่องดื่มน้ำข้าวหมากตามมาตรฐาน มพช.162/2546. ของข้าวหมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาสูตรเครื่องดื่มน้ำข้าวหมากเชิงหน้าที่

1.1 การผลิตข้าวหมากจากข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หักและข้าวเหนียวหักต่อข้าวกล้องหัก นำข้าวมาล้างน้ำสะอาด แช่น้ำเป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง จากนั้นนำข้าวไปนึ่งเป็นเวลา 40 นาที นำข้าวเหนียวที่สุกแล้วล้างด้วยน้ำสะอาด จำนวน 3 ครั้ง เพื่อล้างเมือกของข้าวเหนียวออก ผึ่งข้าวเหนียวที่ผ่านการล้างน้ำให้หมาด วางแผนการทดลองเป็นอัตราส่วนของข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หักที่ระดับ 100:0 (ตัวอย่างควบคุม) 0:100 50:50 70:30 และ 90:10 w/w และ ข้าวเหนียวหักต่อข้าวกล้องหักที่ระดับ 100:0 (ตัวอย่างควบคุม) 0:100 50:50 70:30 และ 90:10 w/w โดยข้าวที่ผลิต 100 g ผสมกับลูกแป้งข้าวหมาก 0.2% w/w คลุกเคล้าผสมส่วนผสมให้เข้ากัน จากนั้นหมักข้าวที่ผสมแล้วปริมาณ 250 กรัม ใส่ในกล่องพลาสติกขนาดกว้าง 18.5×ยาว 25.5×สูง 9 cm โดยใส่ผลิตภัณฑ์สูงประมาณ 5 cm หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 72 ชั่วโมง (Jirasatid & Nopharatana, 2018) (ข้าวเหนียวใช้ข้าวเหนียวเขียวยาว ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวกล้องหอมมะลิ สายพันธุ์ 105 จากกลุ่มเกษตรกร อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา)

1.2 การศึกษาการผลิตน้ำข้าวหมากที่ผลิตจากอัตราส่วนของข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หักที่ระดับ 100:0 0:100 50:50 70:30 และ 90:10 w/w และข้าวเหนียวหักต่อข้าวกล้องหักที่ระดับ 100:0 0:100 50:50 70:30 และ 90:10 w/w ดำเนินการหมักข้าวหมากดังข้อ 1.1 จากนั้นนำมารองด้วยผ้าขาวบางจำนวน 2 ครั้ง แล้วปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 24 °Brix ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 92 °C เป็นเวลา 1 นาที บรรจุใส่ขวด

1.3 การทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสและความชอบโดยรวมของน้ำข้าวหมากเชิงหน้าที่ในอัตราส่วนของข้าวต่าง ๆ ทดสอบคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของน้ำข้าวหมากเชิงหน้าที่จำนวนทั้งหมด 9 สูตร (แสดงในตารางที่ 1 และ 2) โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง คือ บุคลากรในมหาวิทยาลัยราชภัฏราชชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 30 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale (Mongkontanawat & Lertnimitmongkol, 2015) โดยประเมินความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวหมาก เอกสารรับรองจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ COA. NO. RSUER82021-106

2. ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเครื่องดื่มน้ำข้าวหมากเชิงหน้าที่ ได้แก่

2.1 การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ค่าสีโดยใช้ R.H.S Color chart (2015s 2019, London) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) (SCHOTT, รุ่น Lab850) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ Hand refractometer (Master-M, Atago, Japan) ปริมาณกรดทั้งหมด (Titratable acidity)(AOAC, 2019) ปริมาณแอลกอฮอล์โดย Gas chromatography capillary (Shimadzu gc-14b, Japan) column flame ionization detector, column oven 70 °C, inlet 100 °C and detector 150 °C ดัดแปลงจาก AOAC, 2019 โดยคำนวณปริมาณแอลกอฮอล์จากกราฟมาตรฐานของปริมาณเอทานอล แอลกอฮอล์ในช่วง 1-10 mg/ml

2.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH (Jirasatid & Nopharatana, 2018)

วิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl scavenging capacity (DPPH) (Sigma, India) นำตัวอย่างน้ำข้าวหมากสกัดด้วยเมทานอล 95% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำตัวอย่างที่ได้ส่วนใสปริมาตร 1 ml ใส่สารละลายมาตรฐาน DPPH ปริมาตร 3 ml ใส่ลงในขวดสีชาเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยาในที่มืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที สีสารละลายจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีเหลืองใส จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 nm (A_{515}) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Shimadzu, UV-1601, Japan) และคำนวณหาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากสมการที่ (1)

$$\% \text{ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH} = \left(\frac{A_0 - A_1}{A_0} \right) \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ A_0 = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างควบคุม และ A_1 = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด โดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu (Srisuk et al., 2021)

นำตัวอย่างน้ำข้าวหมากสกัดด้วยเมทานอล 95% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำตัวอย่างน้ำข้าวหมากที่สกัดได้ ปริมาตร 0.30 ml เติมสารละลาย 10% v/v Folin-Ciocalteu Reagent (Loba chemie Pty, India) ปริมาตร 1.50 ml จากนั้นเติม 7.5% Na_2CO_3 v/v ในน้ำกลั่นปริมาตร 3 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 10 ml เขย่าให้สารละลายเข้ากันและ

ตั้งไว้ในที่มืดให้เกิดปฏิกิริยาเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer (Shimadzu, UV-1601, Japan) ที่ความยาวคลื่น 765 nm (A_{765}) นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด จากกราฟมาตรฐานของปริมาณกรดแกลลิกในช่วง 50-200 mg/ml

2.4 การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน โดยวิธีพีเอช-ดิฟเฟอเรนเชียล (pH differential method) ดัดแปลงจาก AOAC, 2019 และ Mongkontanawat & Lertnimongkol, 2015 นำตัวอย่างน้ำข้าวหมากทำการเจือจางด้วยน้ำกลั่น 10 เท่า และนำตัวอย่างน้ำข้าวหมากหลอดที่ 1 โดยใช้สารสกัด 0.2 ml ปรับค่า pH 1.0 โดยเตรียมจาก Potassium chloride เข้มข้น 0.025 M หลอดที่ 2 ใช้สารสกัด 0.2 ml ปรับค่า pH 4.5 โดยเตรียมจาก Sodium acetate เข้มข้น 0.4 M เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นนำตัวอย่างวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 nm และคำนวณหาปริมาณแอนโทไซยานินโดยเทียบกับ Cyanidin-3-glucoside ด้วยสมการที่ (2) และ สมการที่ (3)

$$A = (A_{520} - A_{700}) \text{ pH } 1.0 - (A_{520} - A_{700}) \text{ pH } 4.5 \quad (2)$$

$$\text{ปริมาณแอนโทไซยานิน} = (A \times 449.2 \times \text{ค่าการเจือจาง} \times 103) / 26,900 \text{ mg/l} \quad (3)$$

3. การตรวจสอบคุณภาพน้ำข้าวหมากสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงและมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูง ตรวจสอบคุณภาพน้ำข้าวหมากตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มพข.162/2546 ดังนี้

3.1 คุณภาพทางกายภาพ-เคมี เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้

3.2 คุณภาพจุลินทรีย์ จำนวนเอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*) จำนวนยีสต์และราทั้งหมด (Yeast and mold) และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) (AOAC, 2019)

4. วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of Variance (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างตัวอย่างด้วยวิธี Duncan's new multiple's range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 18 (Minitab Pty Ltd, Sydney NSW, Australia) ส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัสในข้อที่ 1.3 วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD)

ผลการวิจัย

1. ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสและความชอบโดยรวมของผู้บริโภคต่อน้ำข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หักและข้าวเหนียวหักต่อข้าวกล้องหักในอัตราต่าง ๆ

อัตราส่วนเป็นข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หักและข้าวเหนียวหักต่อข้าวกล้องหัก ในอัตราส่วน 100:0 (ตัวอย่างควบคุม) 0:100 50:50 70:30 และ 90:10 w/w ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point hedonic scale ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำข้าวหมากที่ใช้อัตราส่วนข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วนต่าง ๆ

ลักษณะ	Sensory attributes (scores)				
	ข้าวเหนียวหัก	ข้าวไรซ์เบอร์รี่หัก	อัตราส่วนของข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หัก		
	100:0 w/w	0:100 w/w	50:50 w/w	70:30 w/w	90:10 w/w
ลักษณะที่ปรากฏ	7.28±0.08 ^{ab}	6.80±0.13 ^b	6.03±0.09 ^c	7.46±0.18 ^a	7.56±0.15 ^a
สี	8.23±0.10 ^{ab}	6.85±0.24 ^c	6.83±0.08 ^c	7.83±0.02 ^b	8.35±0.26 ^a
กลิ่น	8.19±1.00 ^a	6.47±1.03 ^c	6.89±1.09 ^c	7.65±0.19 ^b	7.50±0.41 ^b
รสชาติ	7.90±0.48 ^a	5.85±1.07 ^c	7.19±0.19 ^b	7.98±1.30 ^a	8.16±1.33 ^a
ความชอบโดยรวม	7.01±1.00 ^b	5.43±1.29 ^d	6.80±1.27 ^c	7.47±0.97 ^a	7.46±1.02 ^a

a,b,c,... ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำข้าวหมากที่ใช้อัตราส่วนข้าวเหนียวหักต่อข้าวกล้องหักในอัตราส่วนต่าง ๆ

ลักษณะ	Sensory attributes (scores)				
	ข้าวเหนียวหัก	ข้าวกล้องหัก	อัตราส่วนของข้าวเหนียวหักต่อข้าวกล้องหัก		
	100:0 w/w	0:100 w/w	50:50 w/w	70:30 w/w	90:10 w/w
ลักษณะที่ปรากฏ	7.28±0.48 ^b	7.30±0.31 ^b	7.43±0.85 ^b	7.46±1.40 ^b	7.96±1.30 ^a
สี	7.74±0.57 ^a	6.96±1.20 ^b	7.13±1.09 ^a	7.53±0.39 ^a	7.93±1.19 ^a
กลิ่น	8.56±1.16 ^a	6.13±1.32 ^d	7.93±0.12 ^b	7.30±0.31 ^c	7.90±1.20 ^b
รสชาติ	7.60±0.58 ^a	6.26±1.07 ^c	7.09±0.19 ^b	7.60±1.30 ^a	7.93±1.13 ^a
ความชอบโดยรวม	7.67±1.00 ^a	5.93±0.99 ^c	7.08±1.69 ^b	7.66±0.77 ^a	7.61±1.42 ^a

a,b,c,... ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. ผลการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำข้าวหมาก ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิก แอนโทไซยานิน และคุณภาพทางกายภาพ เคมีของน้ำข้าวหมาก

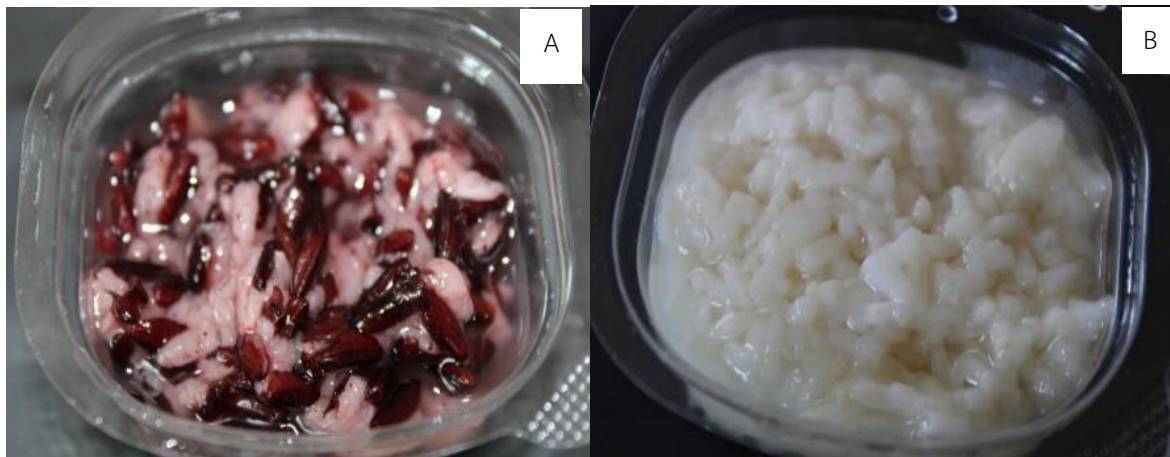
การทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดย DPPH ปริมาณฟีนอลิก และปริมาณแอนโทไซยานิน และคุณภาพทางกายภาพ เคมี โดยนำผลิตภัณฑ์น้ำข้าวหมากในอัตราส่วนข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หักที่อัตราส่วน 70:30 และ 90:10 w/w และข้าวเหนียวหักต่อข้าวกล้องหักที่อัตราส่วน 70:30 และ 90:10 w/w ที่ได้ผลคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด 2 อันดับ ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพ เคมีของน้ำข้าวหมากเชิงหน้าที่และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำข้าวหมากเชิงหน้าที่

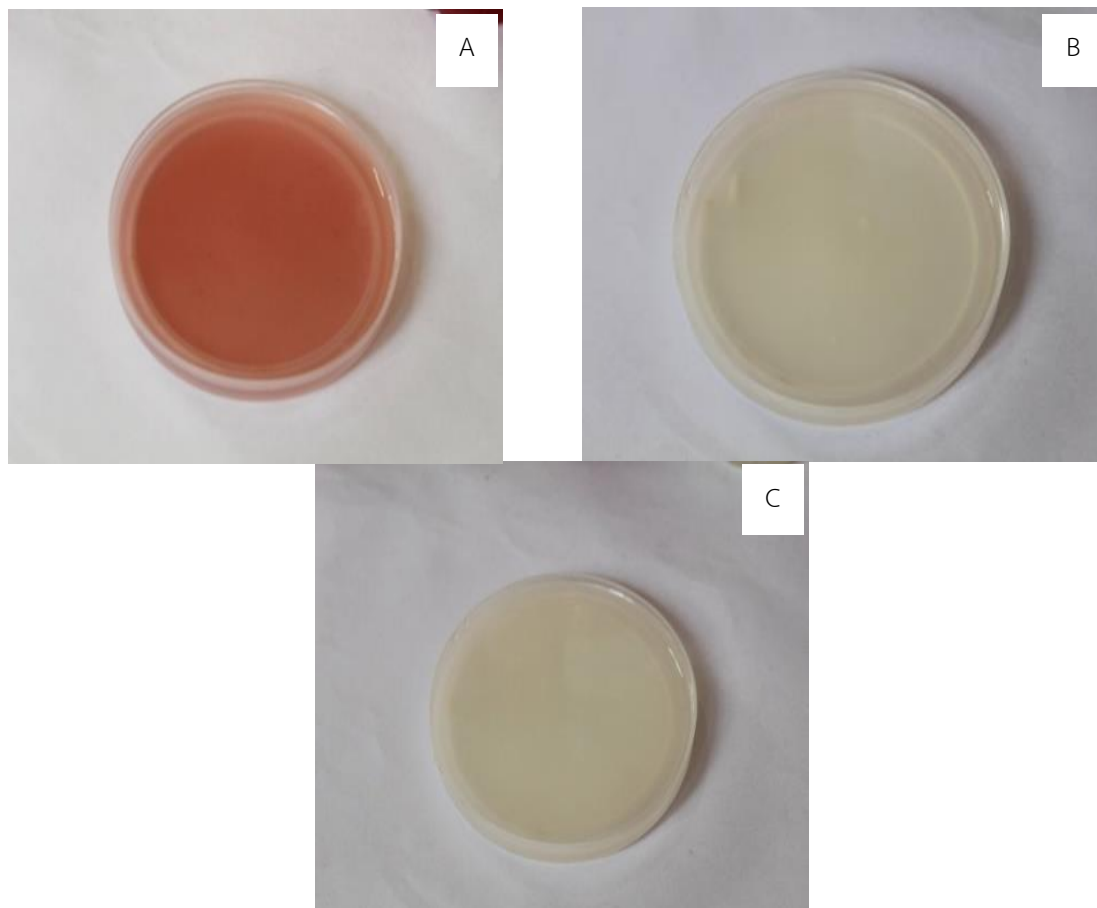
การทดสอบ	น้ำข้าวหมาก (100:0 w/w) (control)	น้ำข้าวหมาก จากข้าวเหนียว หักต่อข้าว ไรซ์เบอร์รี่หัก (70:30 w/w)	น้ำข้าวหมาก จากข้าวเหนียว หักต่อข้าว ไรซ์เบอร์รี่หัก (90:10 w/w)	น้ำข้าวหมาก จากข้าวเหนียว หักต่อ ข้าวกล้องหัก (70:30 w/w)	น้ำข้าวหมาก จากข้าวเหนียว หักต่อ ข้าวกล้องหัก (90:10 w/w)
สี	WHITE GROUP (NN155)	Vivid Purplish Red N57 B	Vivid Purplish Red N57 B	Pale Yellow Green B	Pale Yellow Green B
pH	4.83±0.03 ^{ns}	4.89±0.02	4.79±0.01	4.79±0.02	4.82±0.02
TSS (°Brix)	24.00±0.00 ^{ns}	24.00±0.00	24.00±0.00	24.00±0.00	24.00±0.00
Titrateable acidity (%)	0.60±0.01 ^{ns}	0.56±0.03	0.54±0.05	0.56±0.02	0.51±0.02
Ethanol content (%)	0.69±0.01 ^a	0.40±0.02 ^c	0.49±0.03 ^{bc}	0.57±0.01 ^b	0.51±0.01 ^b
DPPH antioxidant activity (%)	23.08±0.01 ^e	42.58±0.01 ^a	38.58±0.01 ^c	39.02±0.01 ^b	30.17±0.01 ^d
Total phenolic acid (mg GAE/g)	115.05±0.01 ^c	220.13±0.02 ^a	180.67±0.05 ^b	205.00±0.02 ^a	167.78±0.05 ^b
Anthocyanin (mg/l)	-	205.56±3.12 ^a	135.47±2.23 ^b	98.16±2.50 ^c	88.48±2.50 ^c

a,b,c,... ตัวอักษรต่างกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)ns แสดงถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

3. ผลิตภัณฑ์ข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวหักและข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วน 70:30 w/w และข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวหักและข้าวกล้องหักในอัตราส่วน 70:30 w/w และสีของน้ำข้าวหมากโดยใช้ R.H.S Color chart (2015s 2019, London)



ภาพที่ 1 ผลิตภัณฑ์ข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวหักและข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วน 70:30 w/w (A) และข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวหักและข้าวกล้องหักในอัตราส่วน 70:30 w/w (B)



ภาพที่ 2 น้ำข้าวหมากจากข้าวเหนียวหักและข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วน 70:30 w/w (A) น้ำข้าวหมากจากข้าวเหนียวหักและข้าวกล้องหักในอัตราส่วน 70:30 w/w (B) และน้ำข้าวหมากจากข้าวเหนียวหักอัตราส่วน 100:0 w/w (C)

4. การตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของน้ำข้าวหมากตามมาตรฐาน มพช.162/2546. ผลการทดสอบน้ำข้าวหมากของข้าวเหนียวหักกับข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วนที่ 70:30 ตามมาตรฐาน มพช. 162/2546. ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คุณภาพตามมาตรฐาน มพช.162/2546. ของน้ำข้าวหมากในอัตราส่วนข้าวเหนียวหักกับข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วน 70:30 w/w

การทดสอบ	ปริมาณ	ค่ามาตรฐาน ตามมาตรฐาน มพช.162/2546
pH	4.89±0.03	4.0-4.5
TSS (°Brix)	24.00±0.00	ไม่เกิน 40 %
<i>Escherichia coli</i>	น้อยกว่า 3 MPN	น้อยกว่า 3 MPN
Yeast and mold	19±0.05 CFU/g	ไม่เกิน 100 CFU/g
Total plate count	130±0.07 CFU/g	ไม่กำหนด

อภิปรายผลการวิจัย

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำข้าวหมากที่เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่ใช้อัตราส่วนของข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วน 100:0 ตัวอย่างควบคุม 0:100 50:50 70:30 และ 90:10 w/w โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ชิมและให้คะแนนในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ผลการทดลองมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงผลในตารางที่ 1 และ 2 ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวหมากในอัตราส่วนข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หักที่อัตราส่วน 70:30 และ 90:10 w/w สูงเท่ากับ 7.47 และ 7.46 คะแนน ตามลำดับ จากผลการทดลองอธิบายได้ว่า น้ำข้าวหมากในอัตราส่วนข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หัก 70:30 และ 90:10 w/w มีรสชาติใกล้เคียงกับสูตรควบคุม คือมีรสชาติหวาน มีกลิ่นหอม โดยตัวอย่างควบคุมมีคะแนนความชอบโดยรวมประมาณ 7.01-7.67 คะแนน เนื่องจากเป็นสูตรควบคุม มีสีขาวปกติ แต่ผลิตภัณฑ์น้ำข้าวหมากที่ผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่หักสีน้ำข้าวหมากจากสีขาวนวลจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงอ่อน (Vivid purplish red) ส่วนน้ำข้าวหมากในอัตราส่วน 50:50 และ 0:100 w/w มีคะแนนลดลง 6.80 และ 5.43 ตามลำดับ พบว่า ข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวไรซ์เบอร์รี่อัตราส่วน 0:100 w/w รสชาติ สี และลักษณะเนื้อสัมผัสของข้าวหมาก (ก่อนทำน้ำข้าวหมาก) มีความแตกต่างกันอย่างมาก เนื่องจากข้าวไรซ์เบอร์รี่มีใยอาหารสูง มีเนื้อสัมผัสหยาบและแข็งยากต่อการย่อยของจุลินทรีย์ในลูกแป้งที่จะเปลี่ยนแป้งในข้าวเป็นน้ำตาลและเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ (Jirasatid & Nopharatana, 2018) ส่งผลให้น้ำข้าวหมากมีรสชาติหวานน้อย คะแนนความชอบโดยรวมของน้ำข้าวหมากต่ำ ผลการวิจัยสอดคล้องกับ Mongkontanawat & Lertnimitmongkol (2015) ผลิตข้าวหมากจากข้าวเหนียวผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราส่วนระหว่างข้าวเหนียวกับข้าวไรซ์เบอร์รี่จาก 100:0 80:20 60:40 40:60 20:80 และ 0:100 w/w คะแนนความชอบโดยรวมลดลงเรื่อย ๆ จากตัวอย่างที่อัตราส่วน 100:0 ถึง 0:100 w/w โดยตัวอย่างควบคุมได้ 7.14 คะแนน ลดลงเรื่อย ๆ จนถึง 5.56 คะแนน ที่ตัวอย่างอัตราส่วน 0:100 w/w ซึ่งถ้าเพิ่มปริมาณข้าวไรซ์เบอร์รี่มากไป จะส่งผลต่อน้ำตาลในกระบวนการหมัก

น้ำข้าวหมากสูตรที่ผสมข้าวกล้องหัก ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสสูตรในอัตราส่วนของข้าวเหนียวหักต่อข้าวกล้องหักในการผลิตน้ำข้าวหมากในอัตราส่วน 100:0 0:100 50:50 70:30 และ 90:10 w/w พบว่า คะแนนในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบโดยรวมผลิตภัณฑ์น้ำข้าวหมากในอัตราส่วนข้าวเหนียวหักต่อข้าวกล้องหักที่อัตราส่วน 70:30 w/w สูงเท่ากับ 7.66 คะแนน และ 90:10 w/w มีคะแนนความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.61 คะแนน โดยน้ำข้าวหมากมีสีขาวนวล ดังรูป 2 (B) สีเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุมดังรูป 2 (C) แตกต่างกับน้ำข้าวหมากสูตรข้าวเหนียวหักผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่หักซึ่งจะมีสีม่วงอ่อนดังรูป 2 (A) ส่วนน้ำข้าวหมากจากข้าวกล้องหักที่อัตรา 0:100 w/w ได้คะแนนต่ำที่สุดเท่ากับ 5.93 คะแนน โดยน้ำข้าวหมากที่ได้มีสีเหลืองอ่อน กลิ่นและรสชาติที่เกิดจากการหมักมีเพียงเล็กน้อย ผลิตภัณฑ์ข้าวหมากก่อนทำน้ำข้าวหมากเนื้อสัมผัสข้าวหมากจะแข็งกระด้างและหวานน้อย เนื่องจากข้าวถูกจุลินทรีย์จากลูกแป้งย่อยแป้งเป็นน้ำตาลในเมล็ดข้าวยาก เนื่องจากมีผนังที่แข็ง เมื่อนำมาผลิตข้าวหมากผสมในปริมาณมากจะทำให้เกิดการหมักน้อยลง จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสน้ำข้าวหมากสูตรข้าวเหนียวหักผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่หักกับผสมข้าวกล้องหัก ผู้วิจัยจึงเลือกผลิตภัณฑ์น้ำข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หักและข้าวกล้องหักที่อัตราส่วน 70:30 กับ 90:10 w/w เนื่องจากผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำข้าวหมากทั้งสองอัตราส่วนได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงทั้ง 2 อันดับ โดยอัตราส่วนข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หักและข้าวกล้องหักที่อัตราส่วน 70:30 w/w มีคะแนนความชอบ

โดยรวมสูงเป็นอันดับที่ 1 และอัตราส่วน 90:10 w/w เป็นอันดับที่ 2 ผู้วิจัยจึงเลือกผลิตภัณฑ์น้ำข้าวหมากในอัตราส่วนข้าวเหนียวหักและข้าวไรซ์เบอร์รี่หัก และข้าวเหนียวหักและข้าวกล้องหักที่อัตราส่วน 70:30 w/w กับ 90:10 w/w มาศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพในน้ำข้าวหมาก และเปรียบเทียบกับสูตรน้ำข้าวหมากจากข้าวเหนียวหัก 100:0 w/w ซึ่งเป็นสูตรควบคุม

คุณภาพทางกายภาพ เคมี และปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำข้าวหมากเชิงหน้าที่ น้ำข้าวหมากจากข้าวเหนียวหักกับข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วนที่ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมสูง 2 ลำดับ คือในอัตราส่วน 70:30 และ 90:10 w/w และตัวอย่างควบคุมรวมทั้งหมด 5 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่า น้ำข้าวหมากทั้ง 5 สูตร มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 24.00 °Brix pH อยู่ในช่วง 4.7-4.8 และปริมาณกรดโดยรวมอยู่ในช่วง 0.54-0.56% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนปริมาณ Ethanol อยู่ในช่วง 0.4-0.5% เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม น้ำข้าวหมากตัวอย่างควบคุมจะมีปริมาณ Ethanol สูงกว่าน้ำข้าวหมากที่มีส่วนผสมของข้าวไรซ์เบอร์รี่หักและข้าวกล้องหักเล็กน้อย เนื่องจากข้าวไรซ์เบอร์รี่มีเปลือกที่แข็ง มีกากใยสูง จึงทำให้การย่อยแบ่งเปลี่ยนเป็นน้ำตาล และแอลกอฮอล์ลดลงเล็กน้อย (Mongkontanawat & Lertnimitmongkol, 2015) ส่วนฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในน้ำข้าวหมากตัวอย่างควบคุมมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 23.08% และสูตรที่เพิ่มข้าวไรซ์เบอร์รี่หักและข้าวกล้องหักในอัตราส่วน 70:30 และ 90:10 w/w พบว่า น้ำข้าวหมากจากข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วน 70:30 และ 90:10 w/w มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) เท่ากับ 42.58% และ 38.58% ตามลำดับ พบว่า สอดคล้องกับปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 220.73 และ 180.73 mg GAE/g ตามลำดับ และมีปริมาณแอนโทไซยานินเท่ากับ 205.56 mg/l และ 135.47 mg/l ตามลำดับ มีรายงานวิจัยพบว่าแอนโทไซยานินสามารถป้องกันโรคได้ และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงมาก Mongkontanawat & Lertnimitmongkol (2015) พบว่าข้าวหมากจากข้าวเหนียวผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่อัตราส่วน 100:0 (ตัวอย่างควบคุม) 80:20 60:40 40:60 20:80 และ 0:100 w/w โดยได้เลือกสูตรที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด คือข้าวเหนียวผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่อัตราส่วน 80:20 w/w และนำมาหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเทียบกับตัวอย่างควบคุม พบว่า ข้าวเหนียวผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่อัตราส่วน 80:20 w/w มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 59.7 mg/ml ส่วนตัวอย่างควบคุมมีค่า IC_{50} เท่ากับ 199.37 mg/ml และมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงถึง 180 mg/l นอกจากนี้สารสีม่วงในข้าวยังเป็นวัตถุดิบที่ใช้ผลิตอาหารเชิงหน้าที่เพื่อสุขภาพได้อย่างดี (Yamuangmorn & Prom-u-Thai, 2021) ส่วนสีโดยใช้ R.H.S Color chart พบว่า น้ำข้าวหมากในอัตราส่วนของข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หักที่อัตราส่วน 70:30 และ 90:10 w/w สีจะอยู่ในช่วง Red-purple group (N57) ที่ช่วงสี Vivid purplish red N57 B ค่าสีแดงม่วง แสดงในภาพที่ 2 (A) เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำข้าวหมากของข้าวเหนียวหักกับข้าวกล้องหักในอัตราส่วน 70:30 และ 90:10 w/w พบว่า มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) เมื่อเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยมีค่าเท่ากับ 39.02% และ 30.17% ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นเป็น 220.73 และ 167.78 mg GAE/g ตามลำดับ ส่วนปริมาณแอนโทไซยานินเท่ากับ 98.16 mg/l และ 88.48 mg/l ตามลำดับ ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้น การวัดค่าสีโดยใช้ R.H.S Color chart พบว่า น้ำข้าวหมากในอัตราส่วนของข้าวเหนียวหักต่อข้าวกล้องหักที่อัตราส่วน 70:30 และ 90:10 w/w สีจะอยู่ในช่วง Green-white group (157) ที่ช่วงสี Pale yellow green B แสดงในภาพที่ 2 (B) ผลิตภัณฑ์มีสีขาวนวลจากผลการทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำข้าวหมากทั้ง 5 สูตร ดังแสดงผลในตารางที่ 3 พบว่า น้ำข้าวหมากจากสูตรข้าวเหนียวหักกับข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วนที่ 70:30 w/w มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิก และแอนโทไซยานินสูงที่สุด เมื่อเทียบกับน้ำข้าวหมากทั้งหมด 5 สูตร และประกอบกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำข้าวหมากผลิตจากข้าวเหนียวหักกับข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วนที่ 70:30 w/w ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมในระดับชอบปานกลาง เมื่อเทียบกับน้ำข้าวหมากทั้ง 9 สูตร (ตารางที่ 1 และ 2) ผู้วิจัยจึงนำผลิตภัณฑ์น้ำข้าวหมากสูตรตัวอย่างดังกล่าว ทำการตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน มพช.162/2546 ต่อไป

การตรวจสอบคุณภาพตามมาตรฐาน มพช.162/2546. น้ำข้าวหมากจากสูตรข้าวเหนียวหักกับข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วนที่ 70:30 w/w พบว่า การตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของน้ำข้าวหมากตามมาตรฐาน มพช.162/2546. คุณภาพที่สามารถตรวจเทียบได้พบว่า มีปริมาณยีสต์และราเท่ากับ 19 CFU/g และ เชื้อ *Escherichia coli* มีค่าน้อยกว่า 3 MPN ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน มพช.162/2546. ส่วนค่า pH มีค่าเท่ากับ 4.89 สูงกว่ามาตรฐานเล็กน้อย ซึ่งขึ้นกับปริมาณหัวเชื้อและระยะเวลาการหมัก Mongkontanawat & Lertnimitmongkol (2015) พบว่า ข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่อัตราส่วน 80:20 w/w นำมาตรวจสอบคุณภาพจุลินทรีย์ พบว่า Yeast and mold อยู่ใน

เกณฑ์มาตรฐาน และ *Escherichia coli* มีจำนวนน้อยกว่า 3 MPN และ Jirasatid & Nopharatana (2018) แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาข้าวหมากจากยีสต์ที่ผลิตข้าวแดง (Red yeast rice) พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพใหม่ ข้าวหมากมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงแปรผันระหว่างร้อยละ 62-72 ผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ที่ 5.6-7.0 คะแนน ตามความเข้มข้นของยีสต์ที่ใช้ผลิตข้าวแดง (Red yeast rice) และผลิตภัณฑ์มี *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 MPN มีปริมาณ Ethanol content ร้อยละ 0.12 และมีค่า pH ระหว่าง 3.9-4.6 ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วน 70:30 w/w

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาน้ำข้าวหมากจากข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวหักต่อข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วน 100:0 0:100 50:50 70:30 และ 90:10 w/w และข้าวเหนียวหักต่อข้าวกล้องหักในอัตราส่วน 100:0 0:100 50:50 70:30 และ 90:10 w/w น้ำข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวหักผสมข้าวกล้องหักในอัตราส่วน 70:30 w/w ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด รองลงมาคือ น้ำข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวหักและข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วน 70:30 w/w แต่จากการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิก ปริมาณแอนโทไซยานิน และคุณภาพกายภาพ เคมี น้ำข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวหักผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วน 70:30 w/w มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณฟีนอลิก และปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุด มากกว่าสูตรอื่นและสูงกว่าสูตรควบคุม และผนวกกับผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับสูง คือ ชอบปานกลาง ซึ่งถือเป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดที่พัฒนาเป็นเครื่องดื่มใหม่ น้ำข้าวหมากเชิงหน้าที่ เมื่อนำน้ำข้าวหมากที่ผลิตจากข้าวเหนียวหักผสมข้าวไรซ์เบอร์รี่หักในอัตราส่วน 70:30 w/w ทดสอบผลิตภัณฑ์ดังกล่าวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มผช. 162/2546 ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ มผช.162/2546. สามารถพัฒนาเป็นเครื่องดื่มเชิงหน้าที่ โดยมีข้อเสนอแนะในการนำองค์ความรู้ถ่ายทอดและต่อยอดสู่ชุมชน และพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาดชุมชนในระยะต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. (2019). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analysis Chemistry International* (21st Ed.). Arlington, Virginia: The Association of Official Analytical Chemists.
- Jirasatid, S. & Nopharatana, M. (2018). Product development of sweet fermented rice (Khao-Mak) supplemented with red yeast rice. *International Journal of Agricultural Technology*, 14(4), 521-534.
- Jirasatid, S. & Nopharatana, M. (2021). Thermal kinetics of gamma-aminobutyric acid and antioxidant activity in germinated red Jasmine Rice Milk using arrhenius, eyring-polanyi and ball models. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 9(2), 700-711.
- Mongkontanawat, N. & Lertnimitmongkol, W. (2015). Product development of sweet ferment rice (Khao-Mak) from germinated Native Black Rice. *International Journal of Agricultural Technology*, 11, 501-515.
- Pitija, K., Nakornriab, M., Sriseadka, T., Vanavichit, A. & Wongpornchai, S. (2013). Anthocyanin content and antioxidant capacity in bran extracts of some Thai Black Rice Varieties. *International Journal of Food Science & Technology*, 48, 300-308.
- Plaitho, Y., Kangsadalampai, K. & Sukprasansap, M. (2013). The protective effect of Thai fermented pigmented rice on urethane induced somatic mutation and recombination in *Drosophila melanogaster*. *Journal of Medicinal plants Research*, 7(2), 91-98.
- Polthum, P. & Ahromrit, A. (2014). GABA content and antioxidant activity of Thai waxy corn seeds germinated by hypoxia method. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 36(3), 309-316.
- Srisuk, N., Montira, N. & Sani, J. (2021). Co-encapsulation of *Dictyophora indusiate* to improve *Lactobacillus acidophilus* survival and its effect on quality of sweet fermented rice (Khao-Mak)



- sap beverage. *Journal of Food Science and Technology*, 58(9), 3598-3610.
- Seeloy-ounkaew, T. & Buddhaboon, C. (2018). Land use and diversity of planting rice varieties in Chachoengsao Province. *Journal of Agricultural Research and Extension*, 35(2), 11-23. (in Thai)
- Wongsa, J., Rungsardthong, V. & Yasutomo, T. (2018). Production and analysis of volatile flavor compounds in sweet fermented rice (Khao Mak). *LWT-Food Science and Technology*, 91, 192-196.
- Yamuangmorn, S. & Prom-u-Thai, C. (2021). The potential of high-anthocyanin purple rice as a functional ingredient in human health. *Antioxidants*, 10, 1-21.