ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)

ผลของการใช้ข้าวไรซ์เบอรี่ต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวแช่เยือกแข็งและการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพหลังการทำละลาย

Effect of Riceberry Rice on Antioxidant Activities of Rice Wrapped Lotus Leaf Frozen Product and Changes in Physical Properties after Thawing

สุนัน ปานสาคร* และ จตุรงค์ ลังกาพินธุ์

Sunan Parnsakhorn* and Jaturong Langkapin

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathumthani 12110, THAILAND

*Corresponding author e-mail: sunan.p@en.rmutt.ac.th

ARTICLE INFO

Article history:

Received: October 7, 2022

Revised: November 22, 2022

Accepted: November 29, 2022

Available online: February x, 2023

DOI: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Keywords: riceberry rice, antioxidant activities, rice wrapped lotus Leaf, freezing, thawing

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the effect of using cooked riceberry rice at the ratio of rice to water of 1:1 and 1:2 for the production of rice wrapped in lotus leaf. Such products also contain other components, including: shiitake mushrooms, lotus seeds, dried shrimps, pork, (Chinese) sausage and salted egg, with a total weight of approximately 150 g. Then, products were freeze at –18°C and -40°C before thawing and analyze total microbial content, anthocyanin content, antioxidant activity and the change in physical properties after thawing. It was found that all of the products tested gave the overall microbial count at a level that was safe for consumption. For anthocyanin content and antioxidant activity DPPH were presented highest value at 22.60 mg/g dry weight and 68.67 mg eq Trolox/100g, respectively, with the sample of frozen lotus leaf rice products at -18°C for use rice to water ratio of 1:1. In testing the properties of L*, a*, moisture content and water activity were found that thawing in air,

Journal of Applied Research on Science and Technology (JARST), Vol 22, Issue 1, 2023
ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)

microwave heating, and thawing in water were not affected the change in such value. While the b* value decreased slightly after thawing in water and the hardness value was decreased after microwave heating. When considering the overall preference for the product after thawing, it was found that the consumers were most satisfied with the microwave heating technique for thawing.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ข้าวไรซ์เบอรี่ที่ผ่านการหุงสุกในอัตราส่วนข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:1 และ 1:2 นำมาผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัว ซึ่งมีองค์ประกอบอื่นร่วมด้วย ได้แก่ เห็ดหอม เม็ดบัว กุ้งแห้ง หมู กุนเชียง และไข่เค็ม น้ำหนักรวมกันประมาณ 150 g จากนั้นแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ –18°C และ -40°C ก่อนนำมาทำละลายและวิเคราะห์ ปริมาณจุลินทรีย์โดยรวม ปริมาณสารแอนโทไซยานิน ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระและการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพหลังการทำละลายกลับ พบว่าทุกผลิตภัณฑ์ให้ค่าปริมาณจุลินทรีย์โดยรวมอยู่ในระดับที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค สำหรับปริมาณแอนโทไซยานินและการตรวจฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH ให้ค่าสูงสุดเท่ากับ 22.60 mg/g dry weight และ 68.67 mg eq Trolox/100g ตามลำดับ ในผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18°C ใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1 ในการทดสอบสมบัติด้าน L*, a* ค่าความชื้น และค่าวอเตอร์แอคทีวิตี้ พบว่าการทำละลายที่อุณหภูมิห้อง การทำละลายด้วยไมโครเวฟ และการทำละลายด้วยน้ำไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าดังกล่าว ในขณะที่ค่า b* ลดลงเล็กน้อยหลังการทำละลายด้วยน้ำและค่าความแข็งลดลงหลังการทำละลายด้วยไมโครเวฟ หากพิจารณาด้านความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์หลังการทำละลาย พบว่าผู้บริโภคพึงพอใจเทคนิคการทำละลายด้วยไมโครเวฟสูงที่สุด

คำสำคัญ: ข้าวไรซ์เบอรี่ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ข้าวห่อใบบัว แช่เยือกแข็ง การทำละลาย

บทนำ

ปัจจุบันคนไทยหันมาใส่ใจสุขภาพในเชิงป้องกันมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการบริโภคอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระจึงได้รับความนิยมโดยเฉพาะอาหารกลุ่มข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสี ทั้งนี้คนส่วนใหญ่นิยมบริโภคข้าวในลักษณะข้าวหุงสุกหรือการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ หนึ่งในนั้นคือ “ข้าวห่อใบบัว” ซึ่งเป็นเมนูอาหารที่หารับประทานได้ไม่ง่ายนัก โดยส่วนประกอบหลักที่มีคุณค่าทางโภชนาการได้แก่ ข้าว ที่เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตให้พลังงานแก่ร่างกาย [1] มีเนื้อสัตว์ เช่น เนื้อหมู กุนเชียง กุ้งแห้ง ไข่เค็ม เป็นแหล่งโปรตีนช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ มีไขมันชนิดที่ไม่อิ่มตัวให้พลังงานและความอบอุ่นแก่ร่างกาย [2] มีเห็ดหอมที่มีสรรพคุณทางยาช่วยป้องกันโรคกระดูกในเด็ก ถ้ารับประทานเป็นประจำจะช่วยป้องกันการอักเสบของผิวหนัง ช่วยป้องกันการเกิดอาการตับแข็งและหลอดเลือดแข็งตัว มีเส้นใยช่วยทำให้ขับถ่ายได้ง่ายนอกจากนี้ยังช่วยจับสารเคมีที่เป็นพิษและทำให้ผ่านลำไส้ได้อย่างรวดเร็ว ลดความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งลำไส้ได้ [3] มีเม็ดบัวที่มีวิตามินซีสูง โปรตีนสูงและยังมีฟอสฟอรัส เหล็ก [4] เมื่อนำส่วนผสมหลักมาผัดกับเครื่องเทศและนำไปห่อด้วยใบบัวแล้วนำไปนึ่งจะได้ผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวที่มีกลิ่นหอม แต่ผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวมีข้อเสียคืออายุการเก็บรักษาสั้นเน่าเสียง่าย เนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ของจุลินทรีย์ ดังนั้นเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้

ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)

ยาวนานขึ้นนักวิจัยจึงมีแนวคิดในการใช้เทคนิคการแช่เยือกแข็งเข้ามาช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว โดยผลิตภัณฑ์อาหารที่ผ่านการแช่เยือกแข็งจะสามารถเก็บรักษาได้ยาวนาน เพราะอุณหภูมิที่ต่ำจะสามารถยับยั้งและหยุดการเสื่อมเสียในอาหารอันเนื่องมาจากการเจริญของจุลินทรีย์ [5] รวมถึงขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญสำหรับอาหารแช่เยือกแข็งคือ การทำละลายอาหารนั้น ๆ ก่อนนำไปบริโภค ซึ่งขั้นตอนการละลายเพื่อจะคืนสภาพของอาหารแช่แข็งให้สดใหม่มีเทคนิคและวิธีการทำละลายหลายรูปแบบ เช่น การทำละลายในตู้เย็น การทำละลายที่อุณหภูมิห้อง การทำละลายด้วยไมโครเวฟ การทำละลายด้วยน้ำเย็น เป็นต้น ทั้งนี้แต่ละเทคนิคและวิธีการส่งผลที่แตกต่างกันต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์

วัตถุดิบหลักของผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวคือข้าวเดิมทีนิยมใช้ข้าวเสาไห้มาเป็นวัตถุดิบหลักเนื่องจากมีลักษณะการแยกตัวของเมล็ดข้าวค่อนข้างดีเป็นข้าวในกลุ่มอะไมโลสสูง [6] ทั้งนี้จากที่กล่าวมาคนหันมาใส่ใจสุขภาพกันมากขึ้น ดังนั้นข้าวที่ไม่ผ่านการขัดสีและข้าวกลุ่มที่เมล็ดมีสีเฉดน้ำตาลหรือม่วง เช่น ข้าวพันธุ์ไรซ์-เบอรี่จึงเป็นที่นิยม เนื่องจากข้าวไรซ์เบอรี่มีลักษณะเด่น คือ มีสีม่วงดำ กลิ่นหอม และมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง [7] นอกจากนี้ข้าวไรซ์เบอรี่ยังมีธาตุสังกะสี 31.9 mg/kg โอเมก้า-3 ปริมาณ 25.51 mg/kg ธาตุเหล็ก ปริมาณ 13-18 mg/kg แกมมา-โอไรซานอล ปริมาณ 462 µg/g วิตามินอี โฟเลต เบต้าแคโรทีนปริมาณ 678, 48.1 และ 63 µg/100g ตามลำดับ สารโพลีฟีนอล แทนนิน ปริมาณ 113.5 และ 89.33 mg/100g และสารต้านอนุมูลอิสระชนิดละลายในน้ำและน้ำมันเท่ากับ 47.5 mg ascorbic acid และ 33.4 mg trolox equivalent/100 g ตามลำดับ [8] ข้าวไรซ์เบอรี่มีใยอาหารสูงเมื่อเทียบกับข้าวเจ้าขัดขาว [9] สารต้านอนุมูลอิสระ “แอนโทไซยานิน” ซึ่งเป็นสารประกอบฟีนอลชนิดหนึ่งเป็นรงควัตถุสีแดง ดำ หรือม่วง สะสมอยู่ในเยื่อหุ้มเมล็ด [10, 11] แอนโทไซยานินมีสรรพคุณช่วยในการบำรุงร่างกาย ทำให้เกิดการสร้างคอลลาเจน ช่วยชะลอและลดริ้วรอย ลดการอักเสบที่ผิวหนัง และที่สำคัญ คือ ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งโรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคความดันโลหิตสูง และโรคสมองเสื่อมได้ [12]

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนักวิจัยจึงมีแนวคิดในการผลิตข้าวห่อใบบัวจากข้าวไรซ์เบอรี่โดยใช้เทคนิคการแช่เยือกแข็งเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา โดยทำการศึกษาผลของการใช้ข้าวไรซ์เบอรี่ต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวแช่เยือกแข็งและศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพรวมถึงการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสหลังการทำละลายด้วยเทคนิคการทำละลายที่อุณหภูมิห้อง (Thawing in air) การทำละลายด้วยไมโครเวฟ (Microwave heating) และการทำละลายด้วยน้ำ (Thawing in water) เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับผู้บริโภค ทั้งช่วยส่งเสริมให้ผู้บริโภคได้รับสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เป็นการส่งเสริมและรักษาภูมิปัญญาท้องถิ่นให้คงอยู่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายมากขึ้น รวมถึงผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้จะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของผู้ประกอบการในการนำไปขยายต่อเชิงพาณิชย์ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมตัวอย่างข้าวห่อใบบัว

จัดเตรียมส่วนผสมในการทำข้าวห่อใบบัว ประกอบด้วย น้ำซอสปรุงรส เห็ดหอม เม็ดบัว กุ้งแห้ง หมู กุนเชียง และไข่เค็ม ในส่วนข้าวไรซ์เบอรี่เลือกซื้อที่คุณภาพดีเมล็ดสมบูรณ์สะอาดความชื้นเริ่มต้นประมาณ 12-13 %wb จากนั้นเตรียมข้าวหุงสุกโดยการปรับอัตราส่วนข้าวต่อน้ำที่ 2 ระดับ คือ 1:1 และ 1:2 ใส่ลงในหม้อหุงข้าวไฟฟ้าและทำการเปิดสวิตช์เพื่อทำการหุงจนได้ตัวอย่างข้าวไรซ์เบอรี่หุงสุก ทำการผสมกับน้ำซอสปรุงรสคลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นนำใบบัวหลวงมาตัดให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 25 cm นึ่งให้ความร้อนเป็นเวลา 15 min นำส่วนผสมได้แก่ เห็ดหอม เม็ดบัว กุ้งแห้ง หมู กุนเชียง และไข่เค็ม น้ำหนักรวมกันประมาณ 100 g จัดเรียงตรงกลางของใบบัว แล้วนำข้าวหุงสุกที่ผ่านการ

Journal of Applied Research on Science and Technology (JARST), Vol 22, Issue 1, 2023
ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)

คลุกเคล้ากับซอสปรุงรสแล้วน้ำหนัก 150 g วางด้านบนทำการห่อข้าวในใบบัวและนึ่งโดยใช้หม้อต้มน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 95°C เป็นเวลา 30 min ทำขั้นตอนนี้จนครบทั้ง 2 ตัวอย่างข้าว เพื่อรอการนำไปแช่เยือกแข็งต่อไป

กระบวนการแช่เยือกแข็งและการทำละลายข้าว

การแช่เยือกแข็ง : จากขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างข้าวห่อใบบัวจากข้าวไรซ์เบอรี่และนึ่งให้ความร้อน จากนั้นนำไปใส่ภาชนะพลาสติกทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาดพอดีกับข้าวห่อใบบัว 10x10x5 cm (กxยxส) พร้อมฝา และวางในเครื่องแช่เยือกแข็งแบบอากาศนิ่ง (Still air freezer) ควบคุมอุณหภูมิที่ –18°C จากนั้นทำเช่นเดิมปรับเปลี่ยนอุณหภูมิเป็น –40°C ทำการแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์เป็นเวลา 14 วัน และนำมาทำละลายโดยการทำละลายที่อุณหภูมิห้องและศึกษาการคงอยู่ของปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด ปริมาณจุลินทรีย์โดยรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH

การทำละลาย : เมื่อได้ผลจากการศึกษาการคงอยู่ของปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด ปริมาณจุลินทรีย์โดยรวม และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ข้างต้นแล้วจะเลือกตัวอย่างที่ให้ผลการทดสอบเหมาะสมที่สุด 1 ตัวอย่าง มาศึกษาผลของการทำละลายต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัว โดยทำการละลายด้วย 3 เทคนิค ได้แก่ การทำละลายที่อุณหภูมิห้อง การทำละลายด้วยไมโครเวฟ และการทำละลายด้วยน้ำ จากนั้นทดสอบการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อไป

- การทำละลายที่อุณหภูมิห้อง (Thawing in air) : นำผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวออกจากตู้แช่เยือกแข็งและวางบนภาชนะรองรับน้ำที่เกิดการละลาย จากนั้นตั้งไว้ในห้องที่มีอากาศถ่ายเทอุณหภูมิประมาณ 25±2°C จนกระทั่งผลิตภัณฑ์พร้อมในการนำไปทดสอบต่อไป
- การทำละลายด้วยไมโครเวฟ (Microwave heating) : นำผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวแช่เยือกแข็งใส่ในตู้ไมโครเวฟและใช้ปุ่มการทำลาย (Defrost) เป็นเวลา 4 min จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะนุ่มพร้อมในการนำไปทดสอบต่อไป
- การทำละลายด้วยน้ำ (Thawing in water) : นำผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวแช่เยือกแข็งใส่ในถุงพลาสติกพร้อมทั้ง ซีลปิดปากถุงให้สนิทและนำไปแช่ในน้ำอุณหภูมิห้องใช้เวลาประมาณ 2 hr ระหว่างการแช่จะมีการเปลี่ยนน้ำทุก ๆ 30 min

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี

1. การทดสอบปริมาณสารแอนโทไซยานินทั้งหมด (Total anthocyanin content) : โดยเตรียมตัวอย่างจำนวน 1 g เฉพาะส่วนข้าวไรซ์เบอรี่ ใส่ลงในสารละลายเอทาโนลิกไฮโดรคลอริก (เอทธานอล 95% 85 ml ต่อกรดไฮโดรคลอริก 1.5 N 15 ml) ปริมาตร 25 ml เขย่าให้เข้ากัน ปิดฝาด้วยแผ่นอลูมินัมฟอยล์แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4°C นาน 24 hr จากนั้นนำออกมากรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4 ปรับปริมาตรด้วยสารละลายเอทาโนลิกไฮโดรคลอริกให้มีปริมาตร 25 ml แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 535 nm โดยใช้สารละลายเอทาโนลิกไฮโดรคลอริกเป็นตัวปรับศูนย์ (blank) คำนวณหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดจากสมการที่ (1) และ (2) [13, 14] โดยทำการทดสอบซ้ำ 3 ซ้ำ

$$\text{Total absorbance} = (OD_{535} \times V \times 100)/W \quad (1)$$

$$\text{Total anthocyanin content (mg/g)} = \text{Total absorbance} /98.2 \quad (2)$$

โดยที่ V คือ ปริมาตรสารละลายที่นำมาหาปริมาณสารแอนโทไซยานิน (ml)

W คือ น้ำหนักตัวอย่างที่นำมาหาปริมาณสารแอนโทไซยานิน (g)

OD_{535} คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้จากเครื่องวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 535 nm

2. การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activity) : นำผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวมาอบที่

ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)

อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 24 hr แล้วนำมาบดและร่อนผ่านตะแกรงร่อนความละเอียด 100 mesh เก็บตัวอย่างในถุงลามิเนทกันความชื้นที่ –20°C ดัดแปลงวิธีของ Shao และคณะ [15] และทดสอบด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay ดัดแปลงจากวิธีของ Pellati *et al*. [16] โดยเตรียมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 mM ละลายด้วย ethanol 99% ปิเปตสารสกัดของตัวอย่าง 100 µl ผสมกับสารละลาย DPPH 2.9 ml เขย่าให้เข้ากันแล้วปล่อยให้ทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 30 min จากนั้นทำการวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV/Vis spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 517 nm โดยเทียบกับสารมาตรฐาน Trolox และรายงานผลในรูปของมิลลิกรัมสมมูลย์ของโทร็อกซ์ต่อ 100 กรัมน้ำหนักของตัวอย่าง (mg eq Trolox/100g) โดยทำการทดสอบซ้ำ 3 ซ้ำ

3. ปริมาณความชื้น (Moisture Content) : ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 2 g (น้ำหนักก่อนอบ) เฉพาะส่วนข้าวไรซ์เบอรี่ อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven, Model WTB Binder, Germany) ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 16 hr จากนั้นนำตัวอย่างพร้อมภาชนะใส่ในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 30 min และชั่งน้ำหนักหลังการอบ คำนวณหาค่าความชื้นด้วยสมการที่ (3) รายงานผลในหน่วยเปอร์เซ็นต์ฐานเปียก (%wb) [17] โดยทำการทดสอบซ้ำ 3 ซ้ำ

เปอร์เซ็นต์มาตรฐานเปียก (%wb)

$$= \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ-น้ำหนักหลังอบ)}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100 \qquad (3)$$

4. ค่าวอเตอร์แอคทีวิตี้ (a_w) : ชั่งตัวอย่าง 5 g เฉพาะส่วนข้าวไรซ์เบอรี่ ใส่ในตลับจากนั้นหาค่าวอเตอร์แอคทีวิตี้ด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคทีวิตี้ (AquaLab, Model PRE, USA) โดยทำการทดสอบซ้ำ 3 ซ้ำ

5. ค่าสี (Color value) : เตรียมตัวอย่างที่ใช้เฉพาะส่วนข้าวไรซ์เบอรี่ วัดค่าสีด้วยเครื่องวัด (FRU, Model WR 10, Japan) รายงานผลในรูปของ L*, a*, b* ซึ่งค่าทั้ง 3 ค่า เป็นการแสดงการวัดค่าสีโดยที่ค่าสี L* คือ ค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าความสว่างมากเมื่อเข้าใกล้ 100 และมีความมืดเมื่อเข้าใกล้ 0 ค่า a* คือค่าความเป็นสีเขียว (Greenness) เมื่อมีค่าเป็นลบและมีค่าความเป็นสีแดง (Redness) เมื่อมีค่าเป็นบวก และค่า b* คือ ค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness) เมื่อมีค่าเป็นบวกและค่าความเป็นสีน้ำเงิน (Blueness) เมื่อมีค่าเป็นลบ ซึ่งก่อนทำการวัดค่าสีเครื่องวัดสีถูกปรับเทียบความเที่ยงตรงของค่าสีด้วย Standard Calibration Plate ค่า L*, a* และ b* เท่ากับ 98.11, - 0.11 และ -0.08 ตามลำดับ โดยทำการทดสอบซ้ำ 3 ซ้ำ

6. ค่าความแข็ง (Hardness) : นำตัวอย่างเฉพาะส่วนข้าวไรซ์เบอรี่ ไปทดสอบค่าความแข็งด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Ametek LLOYD Ltd, model LRX Plus, USA) ตามวิธีการกดแบบ Back extrusion ค่าที่อ่านได้เป็นค่าที่แสดงความแข็งของตัวอย่างในหน่วยของนิวตัน [18] โดยทำการทดสอบซ้ำ 3 ซ้ำ

7. ปริมาณจุลินทรีย์โดยรวม (Total viable count) : อ้างอิงวิธีการทดสอบจาก Maturin และ Peeler [19] โดยทำการทดสอบซ้ำ 3 ซ้ำ

8. การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส (Sensory evaluation) : ทดสอบความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ผู้บริโภคจำนวน 30 คน โดยวิธี Hedonic Scaling 9 point ซึ่งมี 9 คะแนน ได้แก่ 1 หมายถึง ไม่ชอบมากอย่างยิ่ง 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย 5 หมายถึง เฉย ๆ 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย 7 หมายถึง ชอบปานกลาง 8 หมายถึง ชอบมาก และ 9 หมายถึง ชอบมากอย่างยิ่ง [20] โดยทำการประเมินทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น สี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (One–way analysis of variance, ANOVA) และ

ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)

ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธีของ Duncan New's Multiple Range Test (DMRT)

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลของปริมาณจุลินทรีย์โดยรวม ปริมาณแอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

พิจารณาตัวอย่างการทดสอบประกอบด้วยข้าวไรซ์เบอรี่ผ่านการหุงสุกที่อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1 และนำไปผลิตข้าวห่อใบบัวแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18°C (RB (1:1)/(-18)) และอุณหภูมิ -40°C (RB(1:1)/(-40)) รวมถึง ตัวอย่างที่อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2 และนำไปผลิตข้าวห่อใบบัวแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18°C (RB(1:2)/(-18)) และอุณหภูมิ -40°C (RB(1:2)/(-40)) จากนั้นทำการตรวจวิเคราะห์สมบัติด้านปริมาณจุลินทรีย์โดยรวม ปริมาณแอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ แสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์โดยรวม แอนโทไซยานิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของข้าวห่อใบบัวจากข้าวไรซ์เบอรี่แช่เยือกแข็ง

ตัวอย่างทดสอบ	ปริมาณจุลินทรีย์โดยรวม (CFU/g)	แอนโทไซยานิน (mg/g dry weight)	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH (mg eq Trolox/100g)
RB(1:1)/(-18)	20	22.60±0.07[a]	68.67±0.03[a]
RB(1:1)/(-40)	25	20.36±0.03[b]	62.48±0.04[b]
RB(1:2)/(-18)	<10	16.74±0.02[c]	50.05±0.02[c]
RB(1:2)/(-40)	<10	14.98±0.03[d]	46.21±0.03[d]

* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ (ค่าเฉลี่ย±SD)

[ab] อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT (mean ± SD)

ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงคือความปลอดภัยในการบริโภค ดังนั้นก่อนการพิจารณาให้มีการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ จำเป็นต้องทดสอบทางด้านปริมาณจุลินทรีย์ที่เหมาะสมและปลอดภัยหรือไม่สำหรับการบริโภค ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการทดสอบปริมาณจุลินทรีย์โดยรวมของผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวจากข้าวไรซ์เบอรี่หลังผ่านการให้ความร้อนโดยการนึ่งด้วยหม้อต้มน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 95°C เป็นเวลา 30 min ก่อนนำไปแช่เยือกแข็งแสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 1 ผลการประเมินพบว่าปริมาณจุลินทรีย์โดยรวมในผลิตภัณฑ์ให้ค่าเท่ากับ 20 CFU/g และ 25 CFU/g สำหรับตัวอย่างข้าวห่อใบบัวที่ใช้ข้าวไรซ์เบอรี่ผ่านการหุงสุกที่อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1 แช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18°C (RB(1:1)/(-18)) และอุณหภูมิ -40°C (RB(1:1)/(-40)) ตามลำดับ ในขณะที่ตัวอย่างข้าวห่อใบบัวที่ใช้ข้าวไรซ์เบอรี่ผ่านการหุงสุกที่อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2 แช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18°C (RB(1:2)/(-18)) และอุณหภูมิ -40°C (RB(1:2)/(-40)) ให้ค่าปริมาณจุลินทรีย์โดยรวม <10 CFU/g ซึ่งทั้ง 4 ตัวอย่างการทดสอบถือว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่หลงเหลือในผลิตภัณฑ์อยู่ในระดับที่ปลอดภัยเป็นไปตามประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ เรื่อง เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหารฉบับที่ 3 ซึ่งระบุว่าอาหารแช่เยือกแข็งควรมีปริมาณจุลินทรีย์โดยรวมน้อยกว่า 10^5 CFU/g [21]

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานินในผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวแช่เยือกแข็งจากข้าวไรซ์เบอรี่แสดงดังตารางที่ 1 ซึ่งทุกตัวอย่างในการทดสอบจำนวน 4 ตัวอย่างพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยที่ ตัวอย่างที่ 1 (RB(1:1)/(-18)) ให้ค่าปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุดเท่ากับ 22.60 mg/g dry

ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)

weight และลดลงเท่ากับ 20.36 mg/g dry weight เมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -40°C (RB(1:1)/(-40)) ในตัวอย่างที่ 2 สำหรับตัวอย่างที่ 3 และตัวอย่างที่ 4 ใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2 และนำไปผลิตข้าวห่อใบบัวแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18°C (RB(1:2)/(-18)) และอุณหภูมิ -40°C (RB(1:2)/(-40)) ให้ค่าปริมาณสารแอนโทไซยานินลดลงเท่ากับ 16.74 และ 14.98 mg/g dry weight ตามลำดับ การที่ตรวจพบปริมาณสารแอนโทไซยานินในผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวเนื่องจากใช้ข้าวไรซ์เบอรี่เป็นวัตถุดิบหลัก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yawadio *et al*. [22] พบว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่มีแอนโทไซยานินสูงถึง 87.46 mg/100 g แต่ทั้งนี้หลังการนำมาผลิตเป็นข้าวห่อใบบัวต้องผ่านการให้ความร้อนโดยการนึ่ง และการใช้อัตราส่วนน้ำในการหุงที่สูงขึ้นจึงอาจส่งผลต่อการลดลงของแอนโทไซยานิน เนื่องจากโครงสร้างพื้นฐานของแอนโทไซยานินประกอบด้วยฟลาวีเลียมแคทไอออน (Flavyliumcation) ละลายน้ำได้ดีมาก จะสูญสลายได้ง่ายด้วยความร้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีออกซิเจนอยู่ด้วยอัตราการสลายตัวของแอนโธไซยานินจะเร็วขึ้น [23] ถึงแม้จะพบแนวโน้มการลดลงของแอนโทไซยานินในตัวผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวแต่ยังพบการคงอยู่ในตัวผลิตภัณฑ์ระดับหนึ่งซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีประโยชน์ต่อร่างกาย และสอดคล้องกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดังผลการทดสอบในตารางที่ 1

จากการตรวจฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวแช่เยือกแข็งใช้ข้าวไรซ์เบอรี่จำนวน 4 ตัวอย่างพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยแสดงค่าสูงสุดฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 68.67 mg eq Trolox/100g ในตัวอย่างที่ 1 (RB(1:1)/(-18)) และลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เท่ากับ 62.48 mg eq Trolox/100g เมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -40°C (RB(1:1)/(-40)) ในตัวอย่างที่ 2 สำหรับตัวอย่างที่ 3 และตัวอย่างที่ 4 ใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2 และนำไปผลิตข้าวห่อใบบัวแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18°C (RB(1:2)/(-18)) และอุณหภูมิ -40°C (RB(1:2)/(-40)) แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ลดลงเท่ากับ 50.05 และ 46.21 mg eq Trolox/100g ตามลำดับ ทั้งนี้พบว่ามีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและแปรผันตรงกับปริมาณแอนโทไซยานิน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khumkhom [24] ที่พบว่าการใช้แป้งข้าวไรซ์เบอรี่ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ชาลาเปาส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของสารแอนโทไซยานินและมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นในการต้านอนุมูลอิสระเมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH

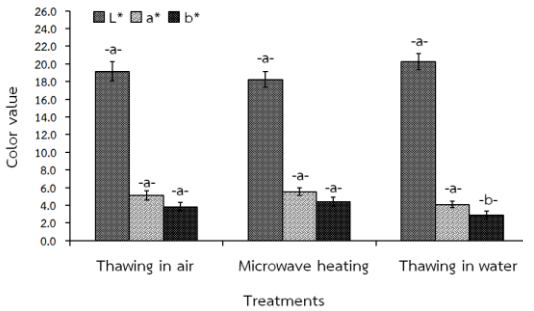
ผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสหลังการทำละลาย

จากการทดสอบในขั้นตอนแรกเพื่อเตรียมผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวจากข้าวไรซ์เบอรี่แช่เยือกแข็ง สังเกตพบว่าตัวอย่างที่เตรียมโดยการใช้ข้าวไรซ์เบอรี่ผ่านการหุงสุกที่อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2 และนำไปผลิตข้าวห่อใบบัวแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18°C (RB(1:2)/(-18)) ให้ปริมาณจุลินทรีย์โดยรวม <10 CFU/g ปลอดภัยสำหรับการบริโภค ปริมาณแอนโทไซยานิน 16.74 mg/g dry weight และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH 50.05 mg eq Trolox/100g มีคุณสมบัติทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัสนุ่มเนื่องจากใช้อัตราส่วนน้ำในการหุงที่เหมาะสมจึงถูกคัดเลือกเพื่อทดสอบขั้นตอนต่อไป โดยนำไปทดสอบการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพรวมถึงการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสหลังการทำละลายด้วยเทคนิคการทำละลายที่อุณหภูมิห้อง (Thawing in air) การทำละลายด้วยไมโครเวฟ (Microwave heating) และการทำละลายด้วยน้ำ (Thawing in water) แสดงผลการทดสอบดังรูปที่ 1-4

สีเป็นปัจจัยหนึ่งที่ใช้บ่งบอกคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในการยอมรับหรือไม่ยอมรับของผู้บริโภค จึงเป็นปัจจัยแรกในการนำมาวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ จากการทดสอบวัดค่าสี L*, a*, b* พบว่าในรูปที่ 1 หลังการทำละลายที่อุณหภูมิห้อง (Thawing in air) การทำละลายด้วยไมโครเวฟ (Microwave heating) และการทำ

Journal of Applied Research on Science and Technology (JARST), Vol 22, Issue 1, 2023
ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)

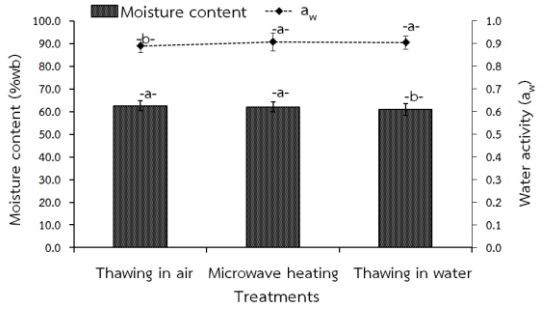
ละลายด้วยน้ำ (Thawing in water) ให้ค่า L* เท่ากับ 19.17, 18.25 และ 20.26 ให้ค่า a* เท่ากับ 5.12, 5.55 และ 4.09 ตามลำดับ ซึ่งทั้ง L* และ a* ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ในขณะที่ค่า b* ให้ค่าหลังการทำละลายที่อุณหภูมิห้อง (Thawing in air) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) กับการทำละลายด้วยไมโครเวฟ (Microwave heating) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) กับการทำละลายด้วยน้ำ (Thawing in water) ทั้งนี้ค่าสีของตัวอย่างสอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของข้าวไรซ์เบอรี่พบว่ามีปริมาณแอนโทไซยานิน ที่มีลักษณะเมล็ดข้าวสีม่วงเข้ม เมื่อมีการให้ความร้อนด้วยการนึ่งเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวส์กับกรดแอมิโนหรือสารประกอบไนโตรเจนโดยมีความร้อนจากการนึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาผลที่ได้คือสารประกอบที่ให้สีน้ำตาล [25]



รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่าสี (L*, a*, b*) ของข้าวห่อใบบัวจากข้าวไรซ์เบอรี่แช่เยือกแข็งหลังการทำละลายด้วยเทคนิคต่าง ๆ

[ab] อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสภาวะทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P≤0.05) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT (mean± SD)

จากการทดสอบการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทีวิตี้ของของข้าวห่อใบบัวจากข้าวไรซ์เบอรี่แช่เยือกแข็งหลังการทำละลายด้วยเทคนิคต่าง ๆ ดังรูปที่ 2 พบว่าผลิตภัณฑ์ให้ค่าความชื้นระหว่าง 60.97-62.63%wb. และค่าวอเตอร์แอคทีวิตี้ระหว่าง 0.89-0.90 ซึ่งไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) กับรูปแบบที่แตกต่างของเทคนิคการทำละลายทั้ง 3 แบบ ทั้งนี้ในทุกตัวอย่างการทดสอบมีค่าวอเตอร์แอคทีวิตี้มากกว่า 0.6 นั้นหมายความว่าผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวแช่เยือกแข็งจัดอยู่ในกลุ่มอาหารสด ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลที่สำคัญที่แสดงว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเสื่อมเสียง่ายเนื่องจากค่าวอเตอร์แอคทีวิตี้เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ และสอดคล้องกับค่าปริมาณความชื้นที่ค่อนข้างสูง [26] อย่างไรก็ตามความชื้นที่เหมาะสมจะส่งผลที่ดีในแง่ของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สังเกตได้จากความพึงพอใจของผู้บริโภคในการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส



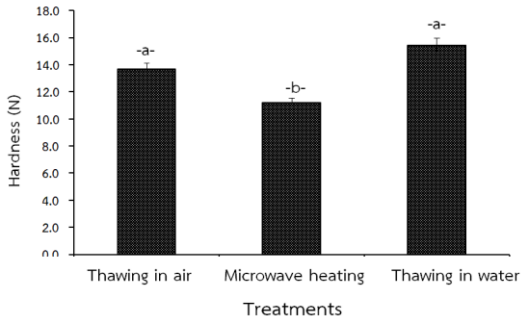
รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นและค่าวอเตอร์แอคทีวิตี้ของของข้าวห่อใบบัวจากข้าวไรซ์เบอรี่แช่เยือกแข็งหลังการทำละลายด้วยเทคนิคต่าง ๆ

[ab] อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสภาวะทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P≤0.05) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT (mean± SD)

การวัดค่าเนื้อสัมผัสหรือค่าความแข็งของข้าวห่อใบบัวจากข้าวไรซ์เบอรี่แช่เยือกแข็งหลังการทำละลายด้วยเทคนิคต่าง ๆ ตามวิธีการกดแบบ Back extrusion แสดงค่าดังรูปที่ 3 พบว่าหลังการทำละลายที่อุณหภูมิห้อง)Thawing in air) และการทำละลายด้วยน้ำ)Thawing in water) ผลิตภัณฑ์ให้ค่าความแข็งเท่ากับ 13.72 N และ 15.48 N ซึ่งไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)P>0.05) และค่าความแข็งมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)P≤0.05) ที่ 11.24 N สำหรับ

ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)

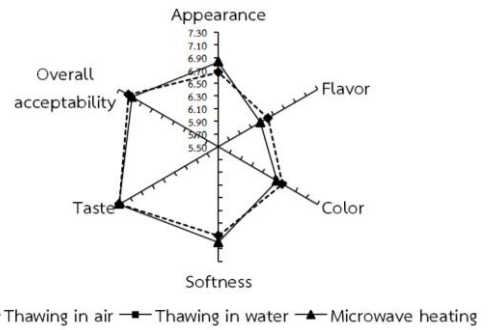
ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำละลายด้วยไมโครเวฟ)Microwave heating) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเทคนิคการทำละลายด้วยไมโครเวฟเป็นการส่งผ่านพลังงานเข้าไปในอาหารและพลังงานนี้จะถูกดูดซับและเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานความร้อนขึ้น คุณสมบัตินี้เป็นเอกลักษณ์ของไมโครเวฟที่สามารถทะลุผ่านและทำให้โมเลกุลของน้ำสั่นสะเทือนเป็นความร้อนภายในอาหารทำให้เกิดการทำละลายอย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อการลดลงของค่าความแข็งในผลิตภัณฑ์ [27] สอดคล้องกับ Parnsakhorn et al., [28] ที่ว่าเมื่อให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟในที่นานขึ้นกับผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาช์พบว่าให้ค่าความแข็งมีแนวโน้มที่ลดลง



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของของข้าวห่อใบบัวจากข้าวไรซ์เบอรี่แช่เยือกแข็งหลังการทำละลายด้วยเทคนิคต่าง ๆ

[ab] อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสภาวะทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (P≤0.05) เมื่อเปรียบเทียบโดย DMRT(mean± SD)

ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวห่อใบบัวจากข้าวไรซ์เบอรี่แช่เยือกแข็งหลังการทำละลายด้วยเทคนิคต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 4 พบว่าคะแนนความพึงพอใจในทุกตัวอย่างและทุกปัจจัยในการทดสอบอยู่ที่คะแนนเฉลี่ย 6-8 โดยที่ตัวอย่างหลังการทำละลายที่อุณหภูมิห้อง (Thawing in air) ให้ค่าระดับความพึงพอใจด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น สี ความนุ่ม รสชาติ และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.67, 6.40, 6.67, 6.90, 7.30 และ 7.13 ตามลำดับ ซึ่งให้ค่าสูงสุดในด้านรสชาติ ในส่วนการทดสอบหลังผ่านการทำละลายด้วยน้ำ (Thawing in water) ให้ค่าระดับความพึงพอใจด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น สี ความนุ่ม รสชาติ และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.73, 6.30, 6.50, 6.50, 6.83 และ 6.67 ตามลำดับ สังเกตโดยภาพรวมมีค่าระดับความพึงพอใจใกล้เคียงกันในทุกด้าน และผู้บริโภคให้ค่าระดับความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวหลังการทำละลายด้วยไมโครเวฟ (Microwave heating) ในด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น สี ความนุ่ม รสชาติ และความชอบโดยรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.83, 6.27, 6.57, 7.00, 7.30 และ 7.07 ตามลำดับ โดยให้ค่าสูงสุดในด้านรสชาติ และหากพิจารณาด้านความชอบโดยรวมพบว่าผู้บริโภคพึงพอใจเทคนิคการทำละลายด้วยไมโครเวฟสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากด้วยเนื้อสัมผัสที่นุ่ม พิจารณาได้จากค่าความแข็งที่มีค่าต่ำสุดสอดคล้องกับค่าความชื้นที่สูง และการใช้เวลาในการทำละลายที่สั้นจะส่งผลต่อภาพรวมที่ดีของผลิตภัณฑ์หลังการทำละลาย



รูปที่ 4 ผลของการทดสอบทางประสาทสัมผัสของข้าวห่อใบบัวจากข้าวไรซ์เบอรี่แช่เยือกแข็งหลังการทำละลายด้วยเทคนิคต่าง ๆ

สรุปผล

ผลของการใช้ข้าวไรซ์เบอรี่ที่ผ่านการหุงสุกในอัตราส่วนข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:1 และ 1:2 ในการผลิตผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18°C และ -40°C พบว่าในทุกผลิตภัณฑ์ให้ค่าปริมาณจุลินทรีย์

โดยรวมหลงเหลืออยู่ในระดับที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภคตามมาตรฐาน สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวห่อใบบัวแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18°C ใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:1 ให้ค่าปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุดเท่ากับ 22.60 mg/g dry weight และลดลงเมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านการแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -40°C สำหรับการใช้อัตราส่วนข้าวต่อน้ำ 1:2 และแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18°C และอุณหภูมิ -40°C ให้ค่าปริมาณสารแอนโทไซยานินลดลงเท่ากับ 16.74 และ 14.98 mg/g dry weight ตามลำดับ จากการตรวจฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยแสดงค่าสูงสุดฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 68.67 mg eq Trolox/100g ในผลิตภัณฑ์ RB (1:1)/(-18) ในการทดสอบสมบัติด้าน L*, a* ค่าความชื้น และค่าวอเตอร์แอคทีวิตี้ พบว่าการทำละลายที่อุณหภูมิห้อง การทำละลายด้วยไมโครเวฟ และการทำละลายด้วยน้ำ ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าดังกล่าว ในขณะที่ค่า b* ลดลงเล็กน้อยหลังการทำละลายด้วยน้ำและค่าความแข็งลดลงหลังการทำละลายด้วยไมโครเวฟ หากพิจารณาด้านความชอบโดยรวมต่อผลิตภัณฑ์หลังการทำละลายพบว่าผู้บริโภคพึงพอใจเทคนิคการทำละลายด้วยไมโครเวฟสูงที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่สนับสนุนสถานที่ในการทำวิจัย และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่สนับสนุนทุนวิจัยและวัสดุอุปกรณ์

เอกสารอ้างอิง

1. Palanasingh C, Thaweesuk D. [Exercise and energy source]. Journal of science and technology Mahasarakham University. 2013;31 (3):316-22. Thai.
2. Srichamroen A. Food and Nutrition: Prevention and therapy. Third printing. Chulalongkorn University Press, Bangkok. 2013. Thai.
3. Thananiwetkul N. Food and Nutrition. (Mushroom nutritional value). Village doctor magazine, volume: 327. 2006. Thai.
4. Kandikere RS. Nutritional quality evaluation of electron beam-irradiated lotus (Nelumbo nucifera) seeds. Food Chem. 2008;107(1): 174-84.
5. Uttarapichart B. Handbook of Microbiology Laboratory. Phatthalung Department of Biology Faculty of Science Thaksin University. 2012. Thai.
6. Naivikun O. Rice : Science and Technology. Third printing. Kasetsart University Press., 2013. Thai.
7. Sirichokworrakita S, Phetkhuta J, Khommoona A. Effect of partial substitution of wheat flour with riceberry flour on quality of noodles. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2015;197:1006–12.
8. Boontan C, Lanniam T, Saimor C, Thammathanarak B. Comparison of riceberry flour and sweetener on quality of custard cream buns. Journal of Agricultural Science. 2015;46(3 Suppl):525-28. Thai.
9. Sinchaipanich P, Butphong K, Disanil S, Tawichatwittayakul R. [Effect of riceberry flour as a substitute for wheat flour in brownies: Texture and quality characteristics]. Thai Science and Technology Journal. 2017;10(2):69-80. Thai.
10. Khamchoom S. Development of a betel nut drink from colored rice with antioxidant

activity. Master of Science Thesis (Food Science and Technology Branch). Phibunsongkhram Rajabhat University, Phitsanulok. 2016. Thai.

11. Lien EJ, Ren S, Bui HH, R Wang R. Quantitative structure-activity relationship analysis of phenolic antioxidants. Free Radic Biol Med. 1999;26(3-4):285-94.
12. Hanying W. Free radicals and antioxidants in the mechanism of carcinogenesis. Science journal, Khon Kaen University. 2006;34(3):199-208. Thai.
13. Ranganna S. Plant pigment. In Ragana S (Editor). Manual of analysis of fruit and vegetable produce. Tata McGraw-Hill Publishing Co., Ltd, New Delhi. 1977. p. 72-93.
14. Suwan N. Effect of coating materials on controlling of browning and weight loss in lychee fruit. Thesis (Master of Science (Biology Department)) Chiang Mai University. 2005. Thai.
15. Shao Y, Xu F, Sun X, Bao J, Beta T. Identification and quantification of phenolic acids and anthocyanins as antioxidants in bran, embryo and endosperm of white, red and black rice kernels (Oryza sativa L.). J Cereal Sci. 2014;59(2):211-8.
16. Pellati F, Benvenuti S, Magro L, Melegari M, Soragni F. Analysis of phenolic compounds and radical scavenging activity of Echinacea spp. J Pharmaceut Biomed. 2004;35(2):289-301.
17. AOAC. Official Methods of AOAC International. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Virginia; 2000.
18. Reyes VG, Jindal VK. A small sample back extrusion test for measuring texture of cooked rice. J Food Quality. 1989;13(2):109-18.
19. Maturin L, Peeler JT. Chapter 3 Aerobic Plate Count: Food and Drug Administration (FDA), Bacteriological Analytical Manual Online. 8th ed. Silver Spring, Berlin. 2001.
20. Kanjana M, Kulika J, Duangta S. Quick-cooking mixed brown rice. Food Technology Journal Siam University. 2012;8(1):35-46. Thai.
21. Department of Medical Sciences. Criteria for Microbiological Quality No.3. Bureau of food quality and safety department of medical sciences ministry of health Nonthaburi province. P2 Design and Print Company Limited. 2017. Thai.
22. Yawadio R, Tanimori S, Morita N. Identification of phenolic compounds isolated from pigmented rices and their aldose reductase inhibitory activities. Food Chem. 2007;101 (4):1616-25.
23. Areekul W, Wongnarat K, Kittaworapat S. Stability of anthocyanin and ability to destroy free radicals in blueberry juice and blueberry concentrate. Proc. of the 47th Kasetsart University Annual Conference, Kasetsart, 17-20 March, 2009. p. 499-506. Thai.
24. Khumkhom S. Effect of riceberry flour on physicochemical properties and antioxidant activities of steamed bun. Thai Science and Technology Journal (TSTJ). 2019;28(11):2025-38. Thai.
25. Hiemori m, Koh E, Mitchell AE. Influence of cooking on anthocyanins in black rice

Journal of Applied Research on Science and Technology (JARST), Vol 22, Issue 1, 2023
ISSN: 2773-9376 (Print), 2773-9473 (Online)

(Oryzasativa L. japonica var. SBR). J Agr Food Chem. 2009; 57(5):1908-14.

26. Langsatthong W. Food processing technology. Department of Agro-Industry Technology Faculty of Applied Sciences King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok. 6th ed. Tex and Journal Publication Company Limited, Bangkok. 2014. Thai.
27. Tong CH, Lentz RR, Lund DB. A microwave oven with variable continuous power and a feedback temperature controller. Biotechnology Progress. 1993;9(5):488–96.
28. Parnsakhorn S, Langkapin J, Pansri P, Chaiyadam T. Effect of sterilization process on physicochemical properties of lotus leaf wrapped rice in retort pouch product. J Appl Res Sci Tech. 2020;19(1):1-15. Thai.