

ศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีในการปรับส่วนผสมของเครื่องดื่มข้าวมอลต์ จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่

สุนัน ปานสาคร^{1*} และจตุรงค์ ลังกาพินธุ์²
sunan.p@en.rmutt.ac.th^{1*}, jaturong.l@en.rmutt.ac.th²

¹⁻² ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Received : 02-Oct-2019
Revised : 11-Feb-2020
Accepted : 17-Feb-2020

บทคัดย่อ

ข้าวมอลต์ได้ถูกจัดเตรียมเพื่อการผลิตเครื่องดื่มและผสมกับส่วนผสมอื่นๆ จำนวน 3 สูตร ประกอบด้วย น้ำแป้ง ข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ นมสด และน้ำตาลหญ้าหวาน ในอัตราส่วนร้อยละ 50.0:48.5:1.5 (1), 50.0:49.0:1.0 (2) และ 50.0:49.5:0.5 (3) ตามลำดับ แต่ละสูตรเติม เกลือดิน 0.1% โดยน้ำหนัก จากนั้นทำการโฮมจิไนส์แล้วทดสอบสมบัติทางกายภาพและเคมี ด้านสี ความชื้น ค่าวอเตอร์แอกติวิตี แอนโทไซยานิน ความหนืด ความเป็นกรดเป็นด่าง และทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าการผลิตข้าวมอลต์ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน การแช่ การบ่ม และการคั่ว ส่งผลต่อการลดลงของปริมาณแอนโทไซยานินจาก 1.94 เป็น 1.17 mg/g dry weight เมื่อนำมาผลิตเครื่องดื่มโดยการผสมกับองค์ประกอบอื่นพบว่าแอนโทไซยานินมีค่าระหว่าง 0.17-0.24 mg/ml ในขณะทำการเพิ่มอัตราส่วนของนมสดในเครื่องดื่มเป็นการเพิ่มความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE^*) เครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวไรซ์เบอร์รี่ทั้งสามสูตรให้ค่าความหนืดใกล้เคียงกันในช่วง 15.83-17.17 cP และมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างในระดับ 5-6 จัดอยู่ในกลุ่มเครื่องดื่มที่มีสภาพเป็นกรดต่ำ การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส (สี ความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่น ความหวาน รสชาติ ความหนืด และความชอบโดยรวม) พบว่าเครื่องดื่มสูตรที่ 3 ผู้บริโภคให้คะแนนเฉลี่ยด้านความชอบโดยรวมสูงสุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ซึ่งไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) หรือเป็นสูตรที่มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ต่ำสุด (7°Brix) ในขณะที่สูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 9°Brix และ 8°Brix ตามลำดับ

คำสำคัญ: ข้าวมอลต์ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ เครื่องดื่ม แอนโทไซยานิน สมบัติทางกายภาพและเคมี

Analysis of Characterization of Physicochemical Properties of Different Formulations of Riceberry Malted Beverage

Sunan Parnsakhorn^{1*} and Jaturong Langkapin²
sunan.p@en.rmutt.ac.th^{1*}, jaturong.l@en.rmutt.ac.th²

^{1,2} Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Received	: 02-Oct-2019
Revised	: 11-Feb-2020
Accepted	: 17-Feb-2020

Abstract

Rice malt was prepared for beverage production of different three formulations. In three formulations were consisted of malt flour from riceberry, fresh milk and stevia sugar in the ratio 50.0 : 48.5 : 1.5 (Formula 1), 50.0 : 49.0 : 1.0 (Formula 2) and 50.0 : 49.5 : 0.5 (Formula 3) respectively. Each formula was added with 0.1% of gelatin. Then the ingredients were homogenized to mix together. The resulting beverages were analyzed to determine their physicochemical properties include color value, moisture content water activity, anthocyanin content, viscosity, pH value and sensory tests. The results found that the malting process can be divided into three steps, soaking, germination and kilning was effected to decrease of anthocyanin content from 1.94 to 1.17 mg/g dry weight. After that in the production of beverages by mixing with other components, it was found that anthocyanin was presented between 0.17-0.24 mg/ml. While increasing the ratio of fresh milk in beverages was showed increases in overall color difference value (ΔE^*). The viscosity values of three different formulations of riceberry malted beverage were similar ranged between 15.83-17.17 cP. Including their acidity levels 5.5 to 6.0 or classified as a low acidic beverage. Sensory evaluation of the quality attributes of the beverages (color, homogeneity, order, sweetness, flavor, viscosity, and the overall sensory) were revealed that consumers give the highest overall satisfaction in malted beverages made from formula 3. Including the formula 3 was a statistically significant difference ($P \leq 0.05$) compared to formula 1 and formula 2, which is not significantly different ($P > 0.05$). This formula that has the lowest the total soluble solids content (TSS) (7°Brix). Moreover, formula 1 and formula 2 were presented the total soluble solids content 9°Brix and 8°Brix, respectively.

Keywords: Rice malt, Riceberry, Beverage, Anthocyanin, Physicochemical properties

1. บทนำ

ด้วยความเจริญทางด้านเทคโนโลยี ยังผลให้เกิดความสะดวกสบายในการดำเนินชีวิตมากขึ้น ทำให้ร่างกายของคนเรามีการใช้พลังงานน้อยลงส่งผลให้มีลักษณะง่ายต่อการเกิดโรคอ้วน หรือภาวะน้ำหนักเกินมากขึ้น นำมาซึ่งปัญหาโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ มากมาย ดังนั้นปัจจุบันคนส่วนใหญ่จึงได้หันมาให้ความสำคัญกับเรื่องสุขภาพมากขึ้น โดยเฉพาะอาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพกำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง สังเกตได้จากการจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพเพิ่มมากขึ้นในท้องตลาด เช่น น้ำสมุนไพร เครื่องดื่มธัญพืช ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มแปรรูปจากผักผลไม้ เป็นต้น ทั้งนี้มีธัญพืชชนิดหนึ่งที่นับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยนั้น คือ “ข้าว” และข้าวเป็นพืชที่มีประโยชน์ค่อนข้างสูงโดยเฉพาะข้าวสี (Color rice) หมายถึงข้าวที่เยื่อหุ้มเมล็ดมีสีตามพันธุ์กรรม มีงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตเครื่องดื่มจากธัญพืชหลายชนิด เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวจากรวงข้าวอ่อนผสมธัญพืช [1] เครื่องดื่มหมักฟังก์ชันจากข้าวธัญสินและข้าวหอมล้านนา [2] การผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวหอมนิล [3] การผลิตผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าว [4] การผลิตเครื่องดื่มซูเปอร์เบอร์รี่ที่มีสารสกัดแอนโทไซยานินจากข้าวหอมนิล [5] เป็นต้น

ปัจจุบันมีพันธุ์ข้าวชนิดหนึ่งที่เรียกว่า “ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Riceberry)” ได้จากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ลักษณะเป็นข้าวเจ้า สีม่วงเข้ม รูปร่างเมล็ดเรียวยาวข้าวกล้องเมื่อนำมาหุงสุกมีความนุ่มนวลมาก คุณสมบัติเด่นทางด้านโภชนาการ คือ มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ โอเมก้า 3 เบต้าแคโรทีน แกมมาโอไรซานอล วิตามินอี แทนนิน สังกะสี และโฟเลต มีดัชนีน้ำตาลในระดับปานกลางถึงต่ำ [6] รวมถึงข้าวและน้ำมันรำข้าวยังมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่ดี ดังนั้นข้าวไรซ์เบอร์รี่นอกจากจะใช้รับประทานเพื่อเสริมสร้างสุขภาพที่ดีแล้ว ทางทางการแพทย์ยังนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์อาหารโภชนาบำบัด ช่วยลดระดับไขมันและคอเลสเตอรอล ป้องกันโรคหัวใจ ช่วยควบคุมน้ำหนัก ช่วยระบบขับถ่าย [7, 8, 9] และที่สำคัญอย่างยิ่งข้าวไรซ์เบอร์รี่ยังมีสารชนิดหนึ่งที่เรียกว่า “แอนโทไซยานิน, Anthocyanin” เป็นรงควัตถุหรือสารสี (Pigment) ที่พบในผัก ผลไม้ที่มีสีแดงหรือม่วง สารสกัดแอนโทไซยานินมีสมบัติเป็นโภชนเภสัช (Nutraceutical) เป็นสารต้าน

อนุมูลอิสระ ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและเส้นเลือดอุดตันในสมอง ด้วยการยับยั้งไม่ให้เลือดจับตัวเป็นก้อน ชะลอความเสื่อมของดวงตา ช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคท้องร่วงและอาหารเป็นพิษ [10, 11, 12] จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงเป็นข้าวสายพันธุ์ที่น่าส่งเสริมในเชิงการค้าเป็นอย่างยิ่ง

ดังนั้นการนำมาเพิ่มมูลค่าโดยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น ข้าวมอลต์ ซึ่งโดยปกติแล้วข้าวมอลต์จะผลิตจากข้าวบาร์เลย์ที่มีราคาสูง ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ โดยนำข้าวเปลือกแช่น้ำจากนั้นบ่มเพื่อให้เกิดการงอก แล้วจึงนำข้าวเปลือกที่งอกนั้นมาคั่วหลังการคั่วนำไปอบให้แห้งแล้วสีเอาเปลือกออก วิธีการนี้ทำให้วิตามินและสารอาหารต่างๆ ที่ละลายน้ำได้ยังคงอยู่ในเมล็ดข้าว นอกจากนี้ข้าวมอลต์ยังให้ วิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญมากมาย ได้แก่ โปรตีนที่เสริมสร้างการเติบโต แคลเซียมที่ช่วยเสริมสร้างกระดูก วิตามินเอ บำรุงสายตา วิตามินซีอาหารผิวและเซลล์ต่างๆ ของร่างกาย และมีวิตามินบีหลายชนิด ไนอะซิน โปแตสเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม ซึ่งล้วนแล้วแต่มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโต และหนึ่งในสารอาหารที่มีประโยชน์เหล่านั้นคือสาร GABA [13] จากที่กล่าวมาจึงเห็นว่าข้าวมอลต์จะมีแปดลงเพราะว่ามีการเปลี่ยนเป็นน้ำตาลบางส่วน รสชาติจึงเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น และยังเมื่อนำไปให้ความร้อนหรือทำแห้ง จึงมีรสชาติดี และกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ เป็นที่นิยมของผู้บริโภค และมีคุณค่าทางโภชนาการสูงซึ่งเกิดจากสารอาหารชนิดต่างๆ ที่สร้างสะสมอยู่ในเมล็ดข้าวระหว่างการงอก [14, 15] ทั้งหมดนี้จึงทำให้นักวิจัยมีแนวคิดในการยกระดับข้าวไทยนั้นคือข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสะดวกต่อการบริโภคประกอบกับจากการศึกษาข้อมูลพบว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวยังไม่มีมีการรายงานไว้อย่างชัดเจนในเรื่องส่วนผสมที่เหมาะสม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจะได้ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีในการปรับส่วนผสมเครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ รวมถึงผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้จะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของผู้ประกอบการในการนำไปขยายต่อเชิงพาณิชย์ต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเตรียมข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่

จัดซื้อข้าวเปลือกพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่คุณภาพดี เมล็ดสมบูรณ์ สะอาด มีค่าความชื้นประมาณ 1213%wb. จากเกษตรกรในจังหวัดปทุมธานี มาทำความสะอาด โดยการเป่าแยกฝุ่นละออง ก่อนที่จะนำไปทดสอบ ในขั้นตอนการทำข้าวมอลต์ต่อไป

2.2 การผลิตข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่

- นำข้าวเปลือกพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านการทำความสะอาดแล้วแช่น้ำในอ่างน้ำ (Wise bath WB-22, Korea) ควบคุมอุณหภูมิ $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 24 hr พร้อมทั้งทำการเปลี่ยนน้ำทุก 4 hr เพื่อป้องกันการหมักของข้าว เมื่อครบเวลาตามกำหนด กรองเอาเมล็ดข้าวเปลือกออก นำไปสู่ขั้นตอนการบ่มโดยห่อด้วยผ้าขาวบางสะอาดชุ่มน้ำ นำเข้าตู้ควบคุมความชื้น (Binder KBF, Germany) ที่อุณหภูมิ $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 เป็นเวลา 48 hr จะได้ข้าวเปลือก ไรซ์เบอร์รี่ที่ออกความยาวของรากประมาณ 3-4 mm.

- นำตัวอย่างข้าวเปลือกพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่เพาะงอกเข้าสู่กระบวนการคั่วด้วยเครื่องคั่วระบบฮีตเตอร์ให้ความร้อนอุณหภูมิ 120°C ที่เวลา 20 min จากนั้นลดความชื้นด้วยการอบในตู้อบร้อน (Binder FD115, Germany) ที่อุณหภูมิ 50°C จนกระทั่งความชื้นสุดท้ายอยู่ที่ประมาณ 13%wb และนำไปกะเทาะเปลือกด้วยเครื่องกะเทาะ (Model P-1, Thailand) ให้เป็นข้าวกล้องมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่

2.3 การเตรียมส่วนผสมของเครื่องต้มข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่

จากขั้นตอนการผลิตข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ จากนั้นนำมาผลิตน้ำแป้งด้วยเทคนิคการไม่เปียกด้วยเครื่องโม่ไฟฟ้า (Promix OP-001, Japan) โดยแช่ตัวอย่างข้าวมอลต์ในน้ำอัตราส่วนข้าว 1 ส่วน ต่อ น้ำ 2 ส่วน อุณหภูมิ $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 3 hr และนำมาโม่ด้วยเครื่องโม่ไฟฟ้า เมื่อได้น้ำแป้งนำมากรองด้วยผ้าขาวบางสองชั้นจนได้น้ำแป้งข้าวมอลต์ จากนั้นปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ด้วยน้ำสะอาดและตรวจวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ $\sim 70\text{Brix}$ ด้วยเครื่องรีแฟรกโตมิเตอร์ (Hand refractometer) จากนั้นวิเคราะห์สมบัติด้าน ปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าสี ความหนืด และค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

- จัดเตรียมส่วนผสมของเครื่องต้มในอัตราส่วนต่างๆ จำนวน 3 สูตร ได้แก่ น้ำแป้งข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ นมสด และน้ำตาลหญ้าหวาน ในอัตราส่วน ร้อยละ 50.0 : 48.5 : 1.5 (สูตรที่ 1), 50.0 : 49.0 : 1.0 (สูตรที่ 2) และ 50.0 : 49.5 : 0.5 (สูตรที่ 3) ตามลำดับ ในแต่ละสูตรเติมเจลาติน 0.1% โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ อัตราส่วน 50% ของน้ำแป้งข้าวมอลต์ได้จากการศึกษาเบื้องต้นถึงความเหมาะสมในอัตราส่วนนี้แล้ว จากนั้นนำไปโม่โม่ในสัด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (Ystral 3 X10/25, Germany) หัว โฮโมจีไนเซอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24.9 mm. ความเร็วรอบ 16,000 rpm เป็นเวลา 5 min และทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและเคมีต่อไป

2.4 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี

2.4.1 ปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w)

ทดสอบปริมาณความชื้นโดยชั่งน้ำหนักตัวอย่างจำนวน 2 g อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (Binder FD115, Germany) ที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 16 hr อ้างอิงวิธีการทดสอบจากมาตรฐาน [16] และหาค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w) ด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Aqualab 3 TE, USA)

2.4.2 ค่าสี

วัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (JC801, Japan) รายงานผลในรูปของ L^* , a^* , b^* ซึ่งค่าทั้ง 3 ค่าเป็นการแสดงการวัดค่าสีโดยที่ค่า L^* คือ ค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าความสว่างมากเมื่อเข้าใกล้ 100 และมีความมืดเมื่อเข้าใกล้ 0 ค่า a^* คือค่าความเป็นสีเขียว (Greenness) เมื่อมีค่าเป็นลบและมีค่าความเป็นสีแดง (Redness) เมื่อมีค่าเป็นบวก และค่า b^* คือ ค่าความเป็นสีเหลือง (Yellowness) เมื่อมีค่าเป็นบวก และค่าความเป็นสีน้ำเงิน (Blueness) เมื่อมีค่าเป็นลบ และวัดค่าความแตกต่างของสีโดยรวม (ΔE^* , Total color difference) แสดงดังสมการที่(1)[17] เปรียบเทียบระหว่างก่อนกระบวนการและหลังกระบวนการ ซึ่งก่อนทำการวัดค่าสี เครื่องวัดสีถูกปรับเทียบความเที่ยงตรงของค่าสีด้วย Standard Calibration Plate ค่า L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 98.11, -0.11 and -0.08 ตามลำดับ

$$\Delta E^* = ((L^* - L_o^*)^2 + (a^* - a_o^*)^2 + (b^* - b_o^*)^2)^{1/2} \quad (1)$$

โดยที่

ΔE^* = ความแตกต่างของสี (Total color difference)

L^*, L^* = ค่าความสว่างของตัวอย่างก่อนกระบวนการและหลังกระบวนการ

a^*, a^* = ค่าความเป็นสีเขียวหรือสีแดงของตัวอย่างก่อนกระบวนการและหลังกระบวนการ

b^*, b^* = ค่าความเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำเงินของตัวอย่างก่อนกระบวนการและหลังกระบวนการ

2.4.3 ปริมาณแอนโทไซยานิน

วิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน (Total Anthocyanin Content) [18, 19] โดยเตรียมตัวอย่างเครื่องดื่ม 1 ml ใส่ลงในสารละลาย เอทานอลไฮโดรคลอริก (เอทานอล 95% 85 ml ต่อ กรดไฮโดรคลอริก 1.5 นอร์มอล 15 ml) ปริมาตร 25 ml เขย่าให้เข้ากัน ปิดฝาด้วยแผ่น อลูมินัมฟอยล์แล้วนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4°C นาน 24 hr จากนั้นนำออกมากรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4 ปรับปริมาตรด้วยสารละลายเอทานอลไฮโดรคลอริกให้มีปริมาตร 25 ml แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง (Thermo spectronic Genesys, USA) ที่ความยาวคลื่น 535 nm โดยใช้สารละลายเอทานอลไฮโดรคลอริก เป็นตัวปรับศูนย์ (blank) คำนวณหาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดจากสมการที่ (2) และ (3) ดังนี้

$$Total\ Absorbance = (OD_{535} \times V \times 100) / W \quad (2)$$

$$Total\ anthocyanin\ content\ (mg/g) = Total\ absorbance / 98.2 \quad (3)$$

โดยที่

V = ปริมาณของสารละลายที่นำมาหาปริมาณแอนโทไซยานิน (ml)

W = ปริมาณของตัวอย่างเครื่องดื่มที่นำมาหาปริมาณแอนโทไซยานิน (ml)

OD_{535} = ค่าการดูดกลืนแสงที่อ่านได้จากเครื่องวัดการดูดกลืนแสง

2.4.4 ค่าความหนืดและค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

ค่าความหนืดของตัวอย่างวัดด้วยเครื่องวัดความข้นหนืด Brookfield viscometer (Brookfield RVDV-II+PRO, USA) โดยใช้หัวเข็มขนาด No. 1 ปริมาณ

ตัวอย่าง 250 มิลลิลิตรต่อการวัดแต่ละครั้ง อ่านค่าที่ระดับความเร็วรอบ 150 rpm บันทึกค่าความหนืดในหน่วยเซนติพอยด์ (cP) ทำการวัดซ้ำ 3 ซ้ำ วัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของตัวอย่างเครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ด้วยเครื่อง pH meter (Jenco VisionPlus630, USA) ทำการวัดซ้ำ 3 ซ้ำ

2.4.5 การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ทำการประเมินตัวอย่างเครื่องดื่มด้านประสาทสัมผัสโดยวิธี 5-Point hedonic scale (5 คะแนน) โดยมีระดับคะแนน 5 ระดับ คือ 5 = ชอบมาก 4 = ชอบ 3 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 2 = ไม่ชอบ 1 = ไม่ชอบมาก ในด้านคุณลักษณะทาง สี ความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่น ความหวาน รสชาติ ความหนืด และความชอบโดยรวม ใช้ผู้ทดสอบชิมซึ่งเป็นกลุ่มผู้บริโภคจำนวน 30 คน วิเคราะห์การเปรียบเทียบทางสถิติแบบ Duncan's new multiple-rang test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมทางสถิติ

2.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ผลการทดลองที่ระดับความแตกต่างทางสถิติ 95% (One-way analysis of variance (ANOVA)) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธีของ Duncan New's Multiple Range Test (DMRT)

3. ผลการศึกษาและวิจารณ์

3.1 ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวกล้องพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่และข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีต่อการปรับส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปผลิตเครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์ต่อไปโดยมีส่วนผสมหลัก 3 ชนิด ได้แก่ น้ำแบ่งข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ นมสด และน้ำตาลหญ้าหวาน พร้อมทั้งเติมเจลาตินเพื่อให้ส่วนผสมเข้ากัน ทั้งนี้กระบวนการเริ่มตั้งแต่การผลิตข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ให้ผลการทดลองดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและเคมีของข้าวกล้องและข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่

ตัวอย่าง	แอนโทไซยานิน	ค่าสี			ความชื้น	วอเตอร์แอกติวิตี
	(mg/g dry weight)	L*	a*	b*	(%wb)	(a _w)
BR	1.94±0.16 ^a	24.25±0.01 ^a	7.29±0.02 ^a	7.58±0.05 ^a	7.89±0.53 ^b	0.29±0.01 ^b
GBR	1.17±0.08 ^b	23.39±0.02 ^b	4.78±0.08 ^b	5.17±0.13 ^b	10.19±0.53 ^a	0.30±0.01 ^a

* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ (ค่าเฉลี่ย±SD.) โดยกำหนดให้ BR คือ ข้าวกล้องพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่; GBR คือ ข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่

^{ab} อักษรที่แตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

จากตารางที่ 1 พบว่าข้าวไรซ์เบอร์รี่ (BR) เมื่อนำมาผ่านการกะเทาะเปลือกจะมีลักษณะสีม่วงเข้ม เมื่อนำไปทดสอบหาปริมาณสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ให้ค่าเท่ากับ 1.94 mg/g dry weight ซึ่งสีม่วงของเมล็ดข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นสีที่มีสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) หรือที่เรียกว่าสารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) เป็นสารแอนติออกซิแดนท์ (Antioxidant) ทำหน้าที่จับกับอนุมูลอิสระ และช่วยทำให้กลไกการทำงานของร่างกายมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าปกติ [20] ดังนั้นการที่ข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ทดสอบนี้มีสารแอนโทไซยานินที่มีประโยชน์จึงจัดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ (Functional Foods) ช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจอุดตันและมะเร็ง [21, 22] และเมื่อนำข้าวเปลือกไรซ์เบอร์รี่มาผ่านขั้นตอนการผลิตข้าวมอลต์โดยการแช่น้ำอุณหภูมิ 35±1°C เป็นเวลา 24 hr การบ่มที่อุณหภูมิเดิมความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 เป็นเวลา 48 hr จนได้ข้าวเปลือกไรซ์เบอร์รี่ที่งอก ก่อนนำไปคั่วที่อุณหภูมิ 120°C ที่เวลา 20 min และลดความชื้นลงที่ประมาณ 13%wb ก่อนนำไปทดสอบหาปริมาณสารแอนโทไซยานิน พบว่าให้ค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ที่ 1.17 mg/g dry weight ซึ่งการลดลงอาจจะเป็นเนื่องจากกระบวนการผลิตข้าวมอลต์ตัวอย่างข้าวต้องผ่านขั้นตอนทั้งการแช่ การล้าง การให้ความร้อน จึงส่งผลต่อการลดลงของสารแอนโทไซยานิน เนื่องจากสมบัติของแอนโทไซยานินที่ละลายได้ดีในน้ำ ไม่เสถียร สลายตัวได้ง่ายด้วยความร้อน ออกซิเจน แสง เมื่อโครงสร้างเปลี่ยนแปลงสีจะเปลี่ยนไปด้วย [23] อย่างไรก็ตามข้าวมอลต์ที่ผลิตจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ยังคงมีปริมาณสารแอนโทไซยานินเหลืออยู่ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้บริโภค และกระบวนการผลิตข้าวมอลต์เป็นการปรับปรุงคุณภาพข้าวช่วยให้มีรสชาติ สี และกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ และยังมีการวิจัยรายงานถึงคุณค่าทางโภชนาการที่สูง

ซึ่งเกิดจากสารอาหารชนิดต่างๆ ที่สร้างสะสมอยู่ในเมล็ดข้าวระหว่างการงอก [14, 15]

นอกจากนี้กระบวนการผลิตข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่นี้ได้ทำการเปรียบเทียบสมบัติของตัวอย่างก่อนและหลังการผลิตข้าวมอลต์ประกอบด้วย ค่าสี ค่าความชื้น และปริมาณน้ำอิสระซึ่งให้ผลดังตารางที่ 1 พบว่าค่าสีของข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่ก่อนการผลิตข้าวมอลต์มีค่า L* a* และ b* เท่ากับ 24±0.01, 7.29±0.02 และ 7.58±0.05 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าสีของเมล็ดข้าวไรซ์เบอร์รี่หลังการผลิตข้าวมอลต์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และให้ค่าเท่ากับ 23.39±0.02, 4.78±0.08 และ 5.71±0.13 ตามลำดับ ทั้งนี้สังเกตได้ว่าระหว่างกระบวนการล้าง การแช่ และการบ่มเป็นเวลานานทำให้เกิดการชะล้างของเม็ดสี ส่งผลให้ค่าสีทั้งสามของข้าวไรซ์เบอร์รี่หลังการผลิตข้าวมอลต์มีแนวโน้มลดลง ข้อมูลดังกล่าวนี้สอดคล้องกับการลดลงจากการวัดปริมาณสารแอนโทไซยานินดังที่ได้กล่าวไปแล้ว และการวิเคราะห์ค่าความชื้นพบว่าก่อนการผลิตข้าวมอลต์เท่ากับ 7.89±0.02%wb และค่าความชื้นหลังการผลิตข้าวมอลต์เท่ากับ 10.19±0.01%wb ซึ่งค่าความชื้นดังกล่าวอยู่ในช่วง 7-11%wb ทั้งนี้ข้าวไรซ์เบอร์รี่หลังการผลิตข้าวมอลต์มีค่าความชื้นเพิ่มขึ้น เนื่องจากการผลิตข้าวมอลต์มีการแช่และบ่มซึ่งใช้น้ำเป็นองค์ประกอบหลัก ส่งผลให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตี ในข้าวไรซ์เบอร์รี่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจาก 0.29±0.01 เป็น 0.30±0.01 และแสดงถึงความแตกต่างทางสถิติ (P<0.05) แต่ยังคงอยู่ในกลุ่มอาหารแห้ง ค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.6 โดยที่ค่าวอเตอร์แอกติวิตีบอกถึงปริมาณน้ำในอาหาร ส่งผลให้อาหารเกิดการเสื่อมเสียได้ง่าย ทั้งนี้ น้ำที่มีอยู่ในอาหารแต่ละชนิดมีการยึดติดอยู่ในโครงสร้าง หรือโมเลกุลของสารอื่นๆ ที่เป็นส่วนประกอบของอาหารในรูปแบบและความแข็งแรง

ต่างกัน รวมถึงปริมาณน้ำในอาหารมีผลต่อการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถเจริญได้ดีในอาหารที่ความชื้นสูง [24]

3.2 การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีต่อการปรับส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่

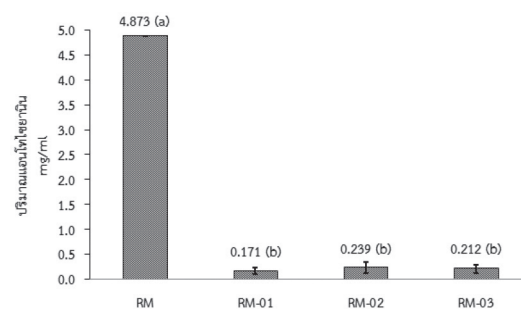
จากการศึกษาในเบื้องต้นพบว่าการผลิตเครื่องดื่มสิ่งที่สำคัญ คือ สี ความหนืด รสชาติ และรวมไปถึงคุณค่าทางโภชนาการ [3] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการทดสอบเบื้องต้นและพบว่าอัตราส่วนการใช้น้ำแบ่งข้าวมอลต์ที่เหมาะสมคือ 50% จากสัดส่วนในองค์ประกอบอื่นๆ เนื่องจากได้ทำการทดสอบสมบัติทั้งทางกายภาพและความพึงพอใจของผู้บริโภคเบื้องต้น ดังนั้นเพื่อให้ได้เครื่องดื่มรสชาติที่ดี มีความเนียนของเนื้อสัมผัส และดีต่อสุขภาพผู้บริโภค นักวิจัยจึงได้กำหนดส่วนผสมของเครื่องดื่มประกอบด้วย น้ำแบ่งจากข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ นมสด น้ำตาลหญ้าหวาน และเจลาติน โดยกำหนดอัตราส่วนเทียบในหน่วยเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักในการผลิตเครื่องดื่มเป็น 3 สูตร คือ น้ำแบ่งข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ นมสด และน้ำตาลหญ้าหวาน ในอัตราส่วนร้อยละ 50.0 : 48.5 : 1.5 (RM-01) , 50.0 : 49.0 : 1.0 (RM-02) และ 50.0 : 49.5 : 0.5 (RM-03) ตามลำดับ และแต่ละสูตรเติมเจลาติน 0.1% จากนั้นผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ เพื่อให้เกิดการรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันและไม่เกิดการแยกชั้น เมื่อได้ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตรแล้ว จึงทำการศึกษสมบัติทางกายภาพและเคมีพร้อมทั้งเปรียบเทียบกับน้ำแบ่งจากข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ (RM) ที่ไม่ได้ผสมกับองค์ประกอบอื่นๆ ให้ผลการทดสอบแสดงดังหัวข้อ 3.2.1-3.2.4

3.2.1 ผลการศึกษาปริมาณแอนโทไซยานินต่อการปรับส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่

จากการทดสอบค่าสารแอนโทไซยานินดังรูปที่ 1 พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินจากน้ำแบ่งข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ (RM) มีค่า 4.873 mg/ml และเมื่อนำน้ำแบ่งข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่มาทำการ

จากการทดสอบค่าสารแอนโทไซยานินดังรูปที่ 1 พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินจากน้ำแบ่งข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ (RM) มีค่า 4.873 mg/ml และเมื่อนำน้ำแบ่งข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่มาทำการผสมกับ

นมสด น้ำตาลหญ้าหวาน และเจลาติน เพื่อการปรับปรุงรสชาติและทำให้เครื่องดื่มมีเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น จำนวน 3 สูตร คือ 50.0 : 48.5 : 1.5 (RM-01), 50 : 49.0 : 1.0 (RM-02) และ 50 : 49.5 : 0.5 (RM-03) พบว่ามีแนวโน้มการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนและหลังการผสมกับส่วนผสมอื่นๆ หรือมีค่าปริมาณแอนโทไซยานินเท่ากับ 0.171 mg/ml, 0.239 mg/ml และ 0.212 mg/ml ตามลำดับ และด้วยอัตราส่วนที่เท่ากันของปริมาณน้ำแบ่งข้าวมอลต์คือ 50% ดังนั้นทั้งสามสูตรจึงไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ของปริมาณแอนโทไซยานิน ทั้งนี้ก็ยังคงพบว่ามีปริมาณสารแอนโทไซยานิน (ระหว่าง 0.171-0.239 mg/ml) ซึ่งส่งผลกับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่จะทำการผลิตเนื่องจากสารสกัดแอนโทไซยานินมีสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูง มีฤทธิ์เป็นสารปฏิชีวนะ ต้านภูมิแพ้ ต้านไวรัสพิษ ช่วยการขยายตัวของหลอดเลือด รวมทั้งด้านการหินของไขมัน [10, 11, 12, 25]



รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่าแอนโทไซยานินในการเตรียมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่สูตรต่างๆ

ab อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสภาวะทดสอบแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

3.2.2 ผลการศึกษาสมบัติด้านสีต่อการปรับส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่

ค่าสีนับเป็นปัจจัยหนึ่งของการยอมรับหรือไม่ยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหาร ดังนั้นในกระบวนการผลิตเครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่จึงคำนึงถึงปัจจัยนี้เป็นอันดับแรกๆ โดยงานวิจัยทำการวัดค่าสีจากตัวอย่างเครื่องดื่มทั้ง 3 สูตรเปรียบเทียบกับน้ำแบ่งข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่าสีในการเตรียมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่สูตรต่างๆ

ค่าสี		สูตรการทำเครื่องดื่ม			
		RM	RM-01	RM-02	RM-03
เครื่องดื่มข้าว มอลต์จากข้าว ไรซ์เบอร์รี่	L*	51.82±0.01 ^d	64.24±0.04 ^c	65.28±0.03 ^b	69.05±0.04 ^a
	a*	7.95±0.02 ^a	5.30±0.02 ^b	5.30±0.05 ^b	4.30±0.02 ^c
	b*	5.27±0.01 ^a	4.33±0.02 ^b	4.17±0.05 ^c	3.56±0.03 ^d
	ΔE*		12.73±0.04 ^c	13.95±0.04 ^b	17.69±0.03 ^a

* ค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ (ค่าเฉลี่ย±SD.)

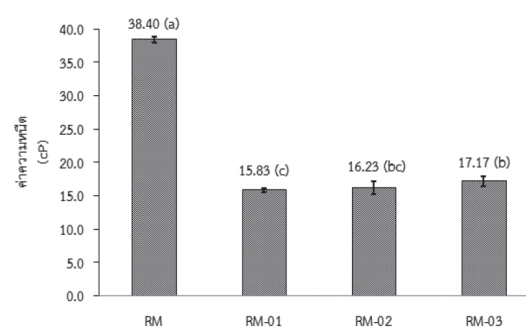
^{ab} อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ของน้ำแป้งข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ (RM) มีค่าเท่ากับ 51.82 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยให้ค่า L* ของสูตร RM-01, RM-02, RM-03 เท่ากับ 64.24, 65.28 และ 69.05 ตามลำดับ ในทางตรงกันข้ามพบแนวโน้มการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) ของค่า a* และ b* ของเครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่เมื่อเทียบกับน้ำแป้งข้าวมอลต์ ในขณะที่เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละสูตรของเครื่องดื่มพบว่าให้ค่าสีใกล้เคียงกันจากการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างสีโดยรวม (ΔE*) ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ พบว่าการเพิ่มสัดส่วนของนมสดส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของ (ΔE*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อเทียบกับน้ำแป้งข้าวมอลต์ที่ไม่ได้ผ่านการผสมกับองค์ประกอบใดๆ นั้นหมายความว่า การปรับอัตราส่วนของส่วนผสมส่งผลต่อค่าความแตกต่างสีโดยรวมมากขึ้นเมื่อเทียบกับค่าเริ่มต้น

3.2.3 ผลการศึกษาสมบัติด้านความหนืดต่อการปรับส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่

ความหนืดเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความต้านทานการไหล เป็นสมบัติที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของอาหาร และการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์กลุ่มอาหารเหลว ซึ่งในกระบวนการทดสอบความหนืดของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่นี้ แสดงดังรูปที่ 2 พบว่าค่าความหนืดของน้ำแป้งข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ (RM) มีค่าเท่ากับ 38.4 cP เมื่อนำน้ำแป้ง

ไปผสมกับองค์ประกอบอื่นๆ เป็นเครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ทั้ง 3 สูตร ให้ค่าความหนืดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) เมื่อเทียบกับน้ำแป้งเริ่มต้น โดยให้ค่าใกล้เคียงกันระหว่าง 15.83-17.17 cP ซึ่งน้ำข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ที่ผ่านกระบวนการผสมแล้วทั้ง 3 สูตร มีค่าความหนืดลดลงอย่างเห็นได้ชัด เป็นเพราะมีการนำนมสดมาเป็นส่วนผสมในอัตราส่วนประมาณ 50% ทำให้น้ำข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่มีการเจือจางลง และส่งผลให้ความหนืดมีค่าลดลงและมีลักษณะความเป็นเครื่องดื่มมากขึ้น ซึ่งค่าที่ได้สอดคล้องกับรายงานวิจัยที่แสดงค่าความหนืดที่เหมาะสมของเครื่องดื่มกลุ่มธัญพืชอยู่ประมาณ 14-17 cP [3]



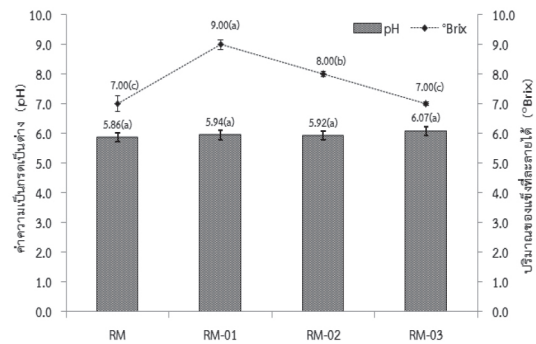
รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดในการเตรียมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่สูตรต่างๆ

^{ab} อักษรที่แตกต่างกันในแต่ละสภาวะทดสอบแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

3.2.4 ผลการศึกษาสมบัติด้านค่าความเป็นกรดเป็นด่างและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำต่อการปรับส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่

ในการผลิตอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีสภาพเป็นกรดต่ำควรมีค่า pH สูงกว่า 4.6 [26] ดังนั้นจากการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำแป้งข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ (RM) และเครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ทั้ง 3 สูตรให้ผลแสดงดังรูปที่ 3

ก่อนการผสมด้วยองค์ประกอบอื่นๆ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) น้ำแป้งข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ (RM) มีค่า 5.86 นับว่าเป็นค่าที่มีความเป็นกรดอ่อน เมื่อนำไปผสมตามอัตราส่วนต่างๆ ทั้ง 3 สูตร มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 5.94, 5.92 และ 6.07 ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) หรือจัดอยู่ในกลุ่มเครื่องดื่มที่มีสภาพเป็นกรดต่ำ ผลการวิจัยสอดคล้องกับ จุฑามาศ และ เฉลิมพล [3] รายงานค่าความเป็นกรดเป็นด่างของเครื่องดื่มจากข้าวหอมนิลที่เหมาะสมอยู่ที่ 6.71 นอกจากการปรับค่าความเป็นกรดให้เหมาะสมกับเครื่องดื่มแล้วอีกปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง คือ ค่าความหวานหรือปริมาณของแข็งที่ละลายได้ เนื่องจากเป็นปัจจัยในการยอมรับหรือไม่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นจากการปรับอัตราส่วนค่าความหวานในเครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ 3 สูตร จะเห็นว่าสูตรที่ 1 (RM-01) มีการใส่น้ำตาลหญ้าหวานในสัดส่วน 1.5% สูตรที่ 2 (RM-02) สัดส่วน 1.0% และสูตรที่ 3 (RM-03) จำนวน 0.5% เมื่อทำการตรวจวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในเครื่องดื่มพบว่าให้ค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P\leq 0.05$) เท่ากับ 9.00°Brix, 8.00°Brix และ 7.00°Brix ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณในการเติมสารให้ความหวานดังที่ได้กล่าวมาแล้ว อย่างไรก็ตามค่าความหวานที่ปรากฏนี้จะเป็นปัจจัยที่สำคัญในการสนับสนุนการยอมรับหรือไม่ยอมรับของผู้บริโภคจะได้นำเสนอในหัวข้อที่ 3.2 ต่อไป



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำในการเตรียมผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่สูตรต่างๆ

ab อักษรที่ต่างกันในแต่ละสภาวะทดสอบแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

อีกหนึ่งส่วนผสมที่สำคัญของเครื่องดื่ม ได้แก่ เจลาติน งานวิจัยได้ทำการศึกษาเบื้องต้นพบว่าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ที่ใช้เจลาตินในปริมาณที่สูงส่งผลให้เกิดตะกอนแยกชั้นลดน้อยลง แต่จะทำให้เครื่องดื่มมีลักษณะของความข้นหนืดเป็นเจลเพิ่มขึ้น เนื่องจากเจลาตินมีลักษณะที่ละลายได้ในน้ำร้อน ไม่ละลายน้ำเย็น มีลักษณะอ่อน นุ่ม พองตัว และสร้างโครงร่างตาข่าย (Network) ขึ้นมาจึงสามารถยึดจับกับอนุภาคที่มีขนาดเล็กเอาไว้ภายใน ดังนั้นการใช้เจลาตินในปริมาณที่เหมาะสมจะทำให้ตะกอนที่แขวนลอยอยู่ในสารละลายถูกจับ จึงไม่เกิดการแยกชั้นผลิตภัณฑ์เกิดความคงตัวไม่เกิดการแยกชั้น [3,27] และสัดส่วนที่เหมาะสมของเครื่องดื่มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่คือ 0.1% โดยน้ำหนัก

3.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่สูตรต่างๆ

การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัสมีบทบาทสำคัญในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ การบริโภคอาหารความรู้สึที่ซับซ้อนที่เกิดจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสนี้ จะส่งผลให้เกิดการยอมรับหรือไม่ยอมรับของผู้บริโภค โดยทำการประเมินการตรวจวิเคราะห์คุณภาพของอาหารใช้ประสาทสัมผัสของผู้ชิม คือ สี ความเป็นเนื้อเดียวกัน กลิ่น ความหวาน รสชาติ ความหนืด และความชอบโดยรวม ให้ผลแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยของเครื่องต้มข้าวมอลต์จากพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ทั้ง 3 สูตร

ปัจจัยการทดสอบ	สูตร		
	RM-01	RM-02	RM-03
สี	4.20±0.77 ^a	4.10±0.80 ^a	4.40±0.83 ^a
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	3.90±0.88 ^a	3.40±0.91 ^a	3.70±0.98 ^a
กลิ่น	3.40±1.06 ^a	3.00±0.93 ^a	3.10±0.99 ^a
ความหวาน	3.20±1.26 ^a	3.00±1.13 ^a	2.50±1.06 ^a
รสชาติ	3.10±1.28 ^a	3.50±1.19 ^{ab}	4.00±1.07 ^a
ความหนืด	3.40±1.12 ^a	3.30±0.96 ^a	3.30±1.29 ^a
ความชอบโดยรวม	3.50±0.99 ^b	3.60±0.99 ^b	4.20±0.94 ^a

^{ab} อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

จากตารางที่ 3 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบคะแนนความชอบเฉลี่ยของเครื่องต้มข้าวมอลต์จากพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ทั้ง 3 สูตร ในทุกด้านไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ยกเว้นด้านความชอบโดยรวมพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุดกับสูตรที่ 3 (RM-03) และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรที่ 1 (RM-01) และสูตรที่ 2 (RM-02) ความนอกจากนี้ผู้บริโภคมีความพอใจต่อเครื่องต้มข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่สูตรที่ 3 (RM-03) ด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวม มากกว่าเครื่องต้มข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่สูตรที่ 1 (RM-01) และสูตรที่ 2 (RM-02) นอกจากนี้ผู้บริโภคให้ความพึงพอใจด้านสี และรสชาติ กับสูตรที่ 3 (RM-03) สูงกว่า สูตรที่ 1 (RM-01) และสูตรที่ 2 (RM-02) แต่เมื่อพิจารณาด้านความหวาน กลิ่น และความเป็นเนื้อเดียวกันของเครื่องต้มข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่พบว่าสูตรที่ 1 (RM-01) มีค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเทียบกับสูตรอื่นๆ อย่างไรก็ตาม

หากเปรียบเทียบในภาพรวมโดยพิจารณาจากความชอบโดยรวมทั้งหมด พบว่าเครื่องต้มข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่สูตรที่ 3 (RM-03) ให้ค่าความชอบโดยรวมสูงสุด หรือสัดส่วนขององค์ประกอบเครื่องต้มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ที่ผู้บริโภคพึงพอใจในสูงสุด ประกอบด้วยน้ำแป้งข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ นมสด และน้ำตาลหญ้าหวาน ในอัตราส่วน 50.0 : 49.5 : 0.5 หรือหวานน้อยเมื่อเทียบกับทั้งสามสูตร

4. สรุปผลการวิจัย

จากศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีต่อการปรับส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องต้มข้าวมอลต์จากข้าวพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ ด้วยการผลิตข้าวมอลต์โดยการแช่ข้าวเปลือกที่อุณหภูมิ $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เวลา 24 hr และบ่มที่อุณหภูมิเดิมความชื้นสัมพัทธ์ 90% เป็นเวลา 48 hr ตามด้วยการคั่วเพื่อให้เกิดกลิ่นหอมที่อุณหภูมิ 120°C เป็นเวลา 20 min และลดความชื้นได้ความชื้นสุดท้ายประมาณ 13%wb. จากนั้นนำข้าวมอลต์แปรรูปเป็นน้ำแป้งด้วยเทคนิคการไม่เปียก และผสมกับองค์ประกอบอื่นๆ จำนวน 3 สูตร ได้แก่ น้ำแป้งข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ นมสด และน้ำตาลหญ้าหวาน ในอัตราส่วนร้อยละ 50.0 : 48.5 : 1.5 (สูตรที่ 1), 50.0 : 49.0 : 1.0 (สูตรที่ 2) และ 50.0 : 49.5 : 0.5 (สูตรที่ 3) ตามลำดับ ในแต่ละสูตรเติมเจลาติน 0.1% โดยน้ำหนัก ซึ่งพบว่าให้การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพและเคมีดังนี้ ปริมาณแอนโทไซยานินของเครื่องต้มหลังการผสมทั้ง 3 สูตร มีปริมาณลดลง เช่นเดียวกับค่า a^* และ b^* ที่มีแนวโน้มลดลงเช่นกัน ในขณะที่ค่า L^* มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มสัดส่วนขององค์ประกอบนมสด และจากการทดสอบพบว่า การผสมส่วนผสมต่างๆ ทั้ง 3 สูตร ให้ค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วง 15-17 cP ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 7-9°Brix และค่าความเป็นกรด เป็นด่าง 5-6 ซึ่งเหมาะสมในการผลิตเป็นเครื่องต้ม ในขณะเดียวกันพบว่าเครื่องต้มจากข้าวมอลต์พันธุ์ไรซ์เบอร์รี่ที่ทำการผสมที่อัตราส่วน 50.0 : 49.5 : 0.5 หรือสูตรที่ 3 ให้ค่าความพึงพอใจสูงสุดจากผู้บริโภค

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่สนับสนุนสถานที่ในการทำวิจัย และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่อุดหนุนทุนวิจัยประเภทงบประมาณกองทุนส่งเสริมงานวิจัยฯ ประจำปีงบประมาณ 2562

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Rawdsiri S, Thongrak P. Product development of young rice and cereal beverage. Full research reports. Food Science and Technology. Faculty of Agriculture and Industrial Technology. Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi; 2012. p. 80. (in Thai)
- [2] Chomsri N, Panomwan R.N.A, Functional fermented beverage from Tunyasirin and Lanna rices. Full research reports. Rajamangala University of Technology Lanna; 2014. p. 59. (in Thai)
- [3] Thirasaroj J, Thanomwong C. Production of healthy beverage from “Homnil” Rice. KKU Science journal. 2015; 43(3): 395-402. (in Thai)
- [4] Sonsa-ard N, Rupakchee S, Nakngam A. The effects of stabilizer and thermal conditions on quality of milky rice product. National Academic Conference “Innovation and technology academic; 2017. p. 389-95. (in Thai)
- [5] Pinitglang S, Saiprajong R. Formulation of super berry beverage containing anthocyanin extract from Thai black jasmine rice based on sensory analysis. Agricultural Science Journal. 2018; 49(2) (Suppl.): 25-8. (in Thai)
- [6] Sirichokworakita 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.
- [7] Singhasurasak H, Riceberry. 2019 [cited 2019 May 25]. Available from: <http://riceberryrice.blogspot.com/2013/12/blog-post.html>. (in Thai)
- [8] Boontun C, Lomeniem T, Saimo Chu J, Thumthanaruk B. Comparison of riceberry flour and sweeteners affecting quality of custard cream stuffed rice berry chinese bun. Agricultural Science Journal. 2015; 46(3) (Suppl.): 525-8. (in Thai)
- [9] Khamklin N, Yossombat N, Phumchuen S, Sungsub S, Chattong U. Effect of riceberry flour on physico-chemical and sensory properties of brownie. National meeting “Innovation and Technology 2017” “Research from knowledge to sustainable development”; 2017. p. 757-64. (in Thai)
- [10] Tsuda T, Horio F, Uchida K, Aoki H, Osawa T. Dietary cyanidin 3-O-β-D-glucoside-rich purple corn color prevents obesity and ameliorates hyperglycemia in mice. J. Nutr. 2003; 133(7): 2125-30.
- [11] Jones K. The potential health benefits of purple corn. Herbal Gram. 2005; 65: 46-9.
- [12] He J, Giusti M.M. Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties. Ann. Rev. Food Sci. Tech. 2010; 1(1): 163-87.
- [13] Nestle. Know malt more benefits than you think. 2019 [cited 2019 May 25]. Available from: <https://www.Nestle.co.th/th/nhw/news/รู้จั๊กมอลต์.คุณประโยชน์มากกว่าที่คิด>. (in Thai)

- [14] Puangwerakul Y, Klaharn W. Changes in GABA and vitamin B1 intake during the processing of parboiled rice products in camera germinated rice and germinated brown rice, jasmine rice 105. Complete research report, commercial and private joint government research and development project; 2007. (in Thai)
- [15] Puangwerakul Y, Puangwerakul C. Commercial production of steamed high vitamin B malt. Full research reports. Agricultural research development agency (public organization); 2010. (in Thai)
- [16] AOAC. Official Methods of Analyses of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. 1990.
- [17] Rhim J.W., Nunes R.V., Jones V.A., Swartzel K. R. Kinetics of color change of grape juice generated using linearly increasing temperature. *Journal of Food Science*. 1989; 54(3): 776–7.
- [18] Suwan N. Effect of coating materials on controlling of browning and weight loss in lychee fruit. Master thesis. Department of Biology Chiang Mai University; 2005. p. 176. (in Thai)
- [19] Ranganna S. Plant pigment. In S. Ragana (ed.). *Manual of analysis of fruit and vegetable produce*. Tata McGraw-Hill Publishing Co., Ltd, New Delhi; 1977. p. 72-93.
- [20] Sompong R, Siebenhandl-Ehn S, Linsberger-Martin G, Berthofer E. Physicochemical and antioxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, China and Srilanka. *Food Chemistry*. 2011; 124(1): 132-40.
- [21] Laze M.C, Savio M, Pizzala R, Cazzalini O, Perucca P, Scovassi A.I, Stivala L.A, Bianchi L. Anthocyanins induce cell cycle perturbations and apoptosis in different human cell lines. *Carcinogenesis*. 2004; 25(8): 1427-33.
- [22] Lee J.C, Kim J.D, Hsieh F.H. Eun J.B. Production of black rice cake using ground black rice and medium-grain brown rice. *International Journal of Food Science and Technology*; 2008; 43(6):1078 – 82.
- [23] Markakis P. Anthocyanins as food colors. 1st ed. New York : Academic Press; 1982. p. 280.
- [24] Rangsadthong W. Food processing technology. Tex and Journal Public Company Limited. 5th ed. Bangkok Thailand; 2014. p. 500. (in Thai)
- [25] Skrovankova S, Sumczynski D, Mlcek J, Jurikova T, Sochor J. Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *International Journal of Molecular Sciences*. 2015; 16(10): 24673-706.
- [26] Food and Drug Administration – FDA. Inspection guide according to the rules, good methods of food production in sealed containers low acidity and acid adjustment type (Low-acid Canned Foods and Acidified Foods). The War Veterans Organization of Thailand Under Royal Patronage of His majesty the King Publisher. 1st ed. Bangkok Thailand. 2013; p. 263. (in Thai)
- [27] Chaloeiphong P, Rattanapanon N. Beverage. 2019 [cited 2019 May 25]. Available from: <http://www.Foodnetworksolution.com/wiki/word/0792/beverage>. (in Thai)