การพัฒนาเครื่องดื่มที่มีสารต้านอนุมูลอิสระจากข้าวสีเข้มผสมน้ำผลไม้
Development of the antioxidant beverage from colored rice and juice

วรรณดี มหรรณพกุล[1], จันทร์ฉาย ยศศักดิ์ศรี[1], เจนจิรา อยู่พะเนียด[1**], ศิริวรรณ จำแนกสาร[1**], การ์ตูน เพ็งพรม[1*]**

Wannadee Mahannopkul[1], Janchay Yossaksri[1**], Janejira Yupanead[1**], Siriwan Jumnaksan[1**], Kartoon Pengprom[1*]

บทคัดย่อ

การพัฒนาเครื่องดื่มที่มีสารต้านอนุมูลอิสระจากข้าวสีเข้มผสมน้ำผลไม้นี้ ได้เลือกใช้ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวสังข์หยด บีทรูท และฟักข้าว เป็นวัตถุดิบ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการสกัดข้าว อัตราส่วนของน้ำข้าวและน้ำผลไม้ ปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสม และกระบวนการในการฆ่าเชื้อ พบว่า ปริมาณน้ำที่เหมาะสมในการสกัดข้าวโดยใช้น้ำ 20 เท่าของน้ำหนักข้าว จะได้น้ำข้าวที่มีลักษณะเหมาะสม คือ ไม่ข้นหรือหนืดเกินไป อัตราส่วนของน้ำข้าว:น้ำผลไม้เท่ากับ 75:25 สำหรับน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่ อัตราส่วนของน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่:น้ำบีทรูท เท่ากับ 75:25 และน้ำข้าวสังข์หยด อัตราส่วนของน้ำข้าวสังข์หยด:น้ำบีทรูท เท่ากับ 80:20 ให้ค่าโอแรค (ORAC) สูงสุด คือ 176 และ 143 µmol TE/100 g ตามลำดับ ปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสมกับเครื่องดื่มข้าวผสมน้ำผลไม้ คือ เพคติน (Pectin) ร้อยละ 0.1 ร่วมกับคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Carboxymethyl cellulose, CMC) ร้อยละ 0.2 ทำให้เครื่องดื่มเป็นเนื้อเดียวกัน การแยกชั้นลดลง กระบวนการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน ที่ 5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (110 องศาเซลเซียส,°C) นาน 25 นาที และเครื่องฆ่าเชื้อชนิดฉีดพ่นไอน้ำร้อน ที่อุณหภูมิ 110°C นาน 25 นาที ทำให้เครื่องดื่มมีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ไม่น้อยกว่า 6 เดือน สำหรับคุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (180 มิลลิลิตร) พบว่า เครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ สูตร R2 ซึ่งประกอบด้วย น้ำข้าว:น้ำบีทรูท ในอัตราส่วน 75:25 ให้พลังงานน้อยกว่าเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด สูตร S2 ซึ่งประกอบด้วย น้ำข้าว:น้ำบีทรูท ในอัตราส่วน 75:25

ABSTRACT

This research developed of the antioxidant beverage from colored rice and juice resources, including Riceberry rice, Sangyod rice, beetroot, and gac. The research aimed to optimize water content for rice extraction, examine the appropriate ratio of rice extract and fruit juice, determine a suitable amount of stabilizer, and optimize the sterilization process. The result demonstrated that the optimum water content for extracting rice was using water 20 times the rice weight, which obtained rice extract with suitable viscosity. The appropriate ratio of rice extract:juice is 75:25 for Riceberry rice extract:beetroot juice and 80:20 for Sangyod rice extract:beetroot juice, based on the presented highest Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) value, 176 and 143 µmol TE/100 g, respectively. The stabilizer suitable for healthy drink was 0.1% pectin with 0.2% carboxymethyl cellulose (CMC), obtaining a homogeneous drink and decreased phase separation. The sterilization process with an autoclave at 5 psi (110 °C) for 25 minutes and spraying hot steam at 110 °C for 25 minutes ensured a shelf life of at least 6 months at room temperature. The nutritional value per serving (180 ml) was that the Riceberry rice drink R2 formula, which contains rice water:beetroot juice at a ratio of 75:25 provides less energy than Sangyod rice drink formula S2, which contains rice water:beetroot juice in a ratio of 75:25.

คำสำคัญ: เครื่องดื่มข้าว เครื่องดื่มต้านอนุมูลอิสระ เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ

Keywords: Rice drink, Antioxidant drink, Healthy drink

[1] กรมวิทยาศาสตร์บริการ

* e-mail address: kartoon@dss.go.th

** Corresponding author. e-mail address: janchay@dss.go.th, yjanejira@dss.go.th, jsiriwan@dss.go.th

1. บทนำ (Introduction)

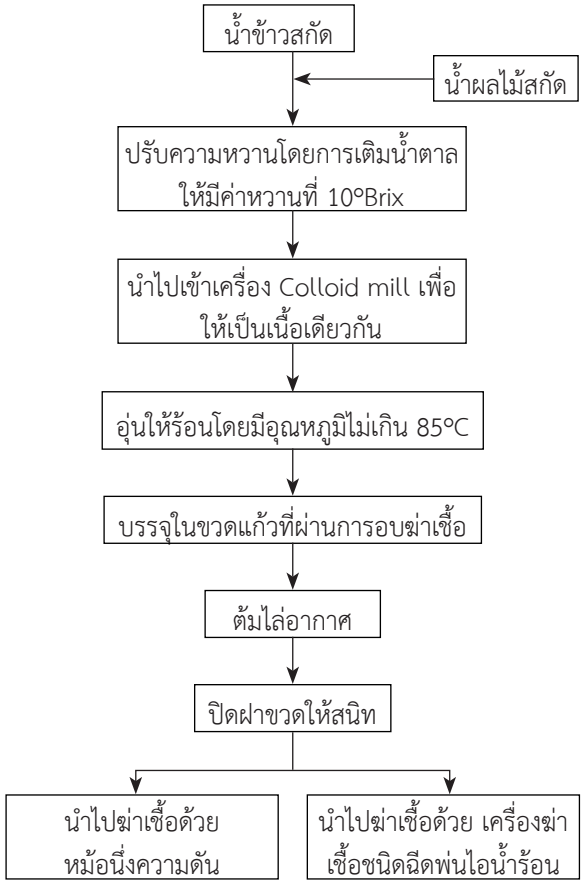
ปัจจุบันผู้บริโภคมีความใส่ใจและดูแลในเรื่องสุขภาพกันมากขึ้น ทั้งนี้ผลจากการสำรวจของ Euromonitor ปี 2017 พบว่า มูลค่าตลาดอาหารเพื่อสุขภาพทั่วโลกมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2560 มีมูลค่าตลาดสูงถึง 1 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือประมาณ ร้อยละ 15 ของมูลค่าอาหารและเครื่องดื่มทั้งหมด โดยประเทศที่บริโภคอาหารเพื่อสุขภาพเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก ได้แก่ สหรัฐอเมริกา เยอรมนี ฝรั่งเศส และจีน ในปี 2558 มูลค่าตลาดอาหารเสริมเพื่อสุขภาพในประเทศไทยมีมูลค่ากว่า 1.7 แสนล้านบาท [1] ในทางวิชาการและวงการแพทย์ได้นำสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) มาใช้เป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ โดยสารนี้ทำหน้าที่ต้านหรือยังยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation) ในร่างกาย ยับยั้งการเกิดเซลล์มะเร็ง ช่วยป้องกันโรคหัวใจ และโรคอัมพาต [2,3] ทำให้ผู้บริโภคหันมาให้ความสำคัญกับสารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถลดความเสี่ยงต่อโรคต่าง ๆ เหล่านี้มากขึ้น สารต้านอนุมูลอิสระจะช่วยปกป้องเซลล์ที่ถูกทำลายหรือได้รับความเสียหายจากโมเลกุลอิสระ โดยผลิตภัณฑ์ธรรมชาติส่วนใหญ่จะประกอบด้วย สารต้านอนุมูลอิสระที่อยู่ในรูปแบบสารประกอบฟีนอลิก เช่น ฟลาโวนอยด์ กรดฟีนอลิก แทนนิน แคโรทีนอยด์ เทอร์ปีนอยด์ และวิตามิน เป็นต้น [4] สารต้านอนุมูลอิสระในอาหารวัดได้จาก การวัดความสามารถตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมด (Oxygen radical absorbance capacity, ORAC) เป็นการทดสอบทางห้องปฏิบัติการที่พยายามตรวจวัดเชิงปริมาณความสามารถตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมดของอาหาร โดยการวางตัวอย่างของอาหารในหลอดทดลองพร้อมกับโมเลกุลบางอย่าง (Certain molecule) อันก่อให้เกิดการออกฤทธิ์อนุมูลอิสระและโมเลกุลอื่น ที่ง่ายต่อปฏิกิริยาออกซิเดชั่น [5] และมีวิธีการประเมินความสามารถตัวต้านออกซิเดชั่นได้หลายวิธี แต่ที่นิยม คือ วิธี 2,2’-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6sulphonicacid (ABTS) และ1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) [6] จากข้อมูลงานวิจัยของ Sompong และคณะ ปี 2011 [7] และงานวิจัยของ Pedro และคณะ ปี 2016 [8] พบว่า ข้าวสีเข้มมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าวิตามินซี และวิตามินอี และงานวิจัยของสุรพงษ์ และรัชนี ปี 2018 [9] ได้วิจัยสารสกัดข้าวสีเข้ม พบว่า มีความสามารถการต้านอนุมูลอิสระ (%Inhibition ABTS) ใกล้เคียงกับวิตามินซี โดยมีการยับยั้งอนุมูลอิสระสูงถึงร้อยละ 90 และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณ แอนโทไซยานิน พบว่า มีเท่ากับ 2.09 ± 0.01 มิลลิกรัม/กรัม นอกจากนี้ยังพบข้อมูลข้าวสีเข้มพันธุ์อื่น ๆ เช่น ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ข้าวสังข์หยด ที่มีธาตุเหล็ก และมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง [10,11]

การวิจัยพัฒนาเครื่องดื่มข้าวมีผู้ศึกษาไว้ดังนี้ การวิจัยพัฒนาเครื่องดื่มสกัดจากปลายข้าว สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ปี 2558 [12] ผลิตแป้งข้าวโดยใช้ปลายข้าวกล้องหอมมะลิผ่านกระบวนการโม่เปียกและทำให้แห้งด้วยเครื่องอบลมร้อน และใช้เอนไซม์อะไมเลส (Termamyl SE) ย่อยแป้งข้าวได้เป็นน้ำตาลมอลโตส ที่สามารถดูดซึมได้ง่าย ได้วิตามินซีจากน้ำผลไม้ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวสูตรใบเตย และสูตรผลไม้รวม และในส่วนการวิจัยพัฒนาเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ งานวิจัยของ จุฑามาศ และเฉลิมพล ปี 2015 [13] ศึกษาอัตราส่วนระหว่างแป้งข้าวต่อน้ำที่เหมาะสม ที่ 1:20 1:30 และ 1:40 สกัดน้ำแป้งที่ 50°C พบว่า อัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งข้าวต่อน้ำคือ 1:30 มีปริมาณ แอนโทไซยานิน เท่ากับ 0.37 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร และการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 90°C นาน 25 นาที มีอายุการเก็บรักษาเครื่องดื่มได้ 15 วัน ที่อุณหภูมิ 4-6°C และงานวิจัยของสุรพงษ์และรัชนี ปี 2018 [9] ได้วิจัยสารสกัดจากข้าวสีเข้มเพื่อใช้ผลิตเครื่องดื่มซุปเปอร์เบอร์รี่จากข้าวสีเข้ม พบว่า การสกัดที่ดีที่สุดคือ ใช้อัตราส่วนข้าวหอมนิลต่อน้ำ เท่ากับ 1:2 (w/v) มีปริมาณแอนโทไซยานิน เท่ากับ 2.09 ± 0.01 มิลลิกรัม/กรัม และมีร้อยละการต้านอนุมูลอิสระด้วย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) และ 2,2-azobis (3-ethylbenzothialzoline-6-sulfonic acid) (ABTS) เท่ากับ 72.34 ± 8.17 และ 90.72 ± 0.86 ตามลำดับ เมื่อนำสารสกัดมาผสมในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มรสผลไม้รวมที่มีผงเบอร์รี่รวม (Super berries) ปริมาณ 0.1 กรัม ซึ่งจะมีค่าโอแรคสูงถึง 6,000 หน่วย

กรมวิทยาศาสตร์บริการ เล็งเห็นถึงความต้องการเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ จึงได้จัดทำโครงการวิจัย การศึกษาพัฒนาเครื่องดื่มสุขภาพที่ผลิตจากข้าวสีเข้ม (ข้าวไรซ์เบอร์รี่และข้าวสังข์หยด) ผสมน้ำผลไม้ (น้ำบีทรูท และน้ำฟักข้าว) โดยมีเป้าหมายคือ เพื่อให้ได้กระบวนการผลิตเครื่องดื่มข้าวที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ บรรจุในภาชนะปิดสนิท ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลส์ เพื่อให้สามารถนำองค์ความรู้ไปใช้ทดลองผลิตในระดับอุตสาหกรรม

2. วิธีการวิจัย (Experimental)

ขั้นตอนการผลิตเครื่องดื่มที่มีสารต้านอนุมูลอิสระจากข้าวสีเข้มผสมน้ำผลไม้



2.1 ศึกษาการเตรียมวัตถุดิบขั้นต้น เพื่อใช้ในการผลิตเครื่องดื่มข้าว

- การเตรียมน้ำข้าวโดยใช้วิธีสกัดด้วยน้ำ ข้าวที่ใช้เป็นข้าวสีเข้ม ได้แก่ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ และข้าวสังข์หยด โดยเปรียบเทียบปริมาณน้ำ 15 และ 20 เท่าของน้ำหนักข้าว ต้มให้เดือดนาน 30 นาที ปั่นให้ละเอียดและกรองผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช (Mesh) และวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำข้าวสกัดเริ่มต้น (°Brix)

- การเตรียมสกัดน้ำผลไม้ที่มีสารต้านอนุมูลอิสระได้แก่ น้ำบีทรูท และน้ำฟักข้าว โดยใช้ปริมาณน้ำ 3 เท่าของน้ำหนักผลไม้ ต้มให้เดือดนาน 15 นาที ปั่นให้ละเอียดและกรองผ่านผ้าขาวบาง และวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำผลไม้สกัดเริ่มต้น (°Brix)

2.2 ศึกษาพัฒนาสูตรเครื่องดื่มข้าว และลักษณะทางกายภาพ ในเครื่องดื่มข้าว

- ศึกษาพัฒนาสูตรเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ และเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด โดยการนำน้ำข้าวที่สกัดด้วยปริมาณน้ำ 15 และ 20 เท่าของน้ำหนักข้าว ผสมน้ำบีทรูท ในอัตราส่วน 80:20 และ75:25 และผสมน้ำบีทรูทร่วมกับน้ำฟักข้าว ในอัตราส่วน 50:25:25

- ศึกษาลักษณะทางกายภาพ ในเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ และเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด สูตรต่าง ๆ โดยการเปรียบเทียบปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสม ได้แก่ การเติม Pectin ร้อยละ 0.1 ร่วมกับ CMC ร้อยละ 0.2 เปรียบเทียบกับการเติม Pectinร้อยละ 0.2 ร่วมกับ CMC ร้อยละ 0.2

2.3 ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ ในเครื่องดื่มข้าว

ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ ในเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ และเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด ด้วยการส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ตามเกณฑ์ข้อกำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 356) พ.ศ. 2556 เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ที่ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ โดยสุ่มตัวอย่างเครื่องดื่มข้าวทั้ง 2 ชนิด ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน ที่ 5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (110°C) นาน 25 นาที และการฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อชนิดฉีดพ่นไอน้ำร้อน ที่อุณหภูมิ 110°C นาน 25 นาที

2.4 ศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และคุณค่าทางโภชนาการ ในเครื่องดื่มข้าว

ศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และคุณค่าทางโภชนาการ ในเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ และเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด ด้วยการส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ ที่ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และคุณค่าทางโภชนาการ

2.5 ศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าว

การประเมินทางประสาทสัมผัสด้าน สี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 25 คน โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-point Hedonic Scale และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2.6 ศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าว

ศึกษาอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ และเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด โดยเก็บผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวทั้ง 2 ชนิดไว้ ที่อุณหภูมิห้อง นาน 6 เดือน

3. ผลและวิจารณ์ (Results and discussion)

3.1 ผลการศึกษาการเตรียมวัตถุดิบขั้นต้น เพื่อใช้ในการผลิตเครื่องดื่มข้าว

- การสกัดน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่ และน้ำข้าวสังข์หยด โดยใช้ปริมาณน้ำ 15 และ 20 เท่าของน้ำหนักข้าว พบว่า การสกัดน้ำข้าวทั้ง 2 ชนิด ที่ใช้ปริมาณน้ำ 15 เท่าของน้ำหนักข้าว มีลักษณะเนื้อข้นหนืดมาก และที่ใช้ปริมาณน้ำ 20 เท่าของน้ำหนักข้าว มีลักษณะเนื้อข้นหนืดน้อยกว่า จึงเหมาะสมที่จะนำไปผลิตเป็นเครื่องดื่มข้าวต่อไป และเมื่อนำไปวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำข้าวสกัดเริ่มต้น ได้ค่าเท่ากับ 1.8 และ 2 °Brix ตามลำดับ

- การสกัดน้ำผลไม้ที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ น้ำบีทรูท และน้ำฟักข้าว พบว่า การสกัดน้ำผลไม้ทั้ง 2 ชนิด เมื่อนำไปวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำผลไม้สกัดเริ่มต้น ได้ค่าเท่ากับ 3 และ 3 °Brix ตามลำดับ

3.2 ผลศึกษาพัฒนาสูตรเครื่องดื่มข้าว และลักษณะทางกายภาพ ในเครื่องดื่มข้าว

- การพัฒนาสูตรเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ และเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด โดยเครื่องดื่มข้าวทั้ง 2 ชนิด สกัดน้ำข้าวโดยใช้ปริมาณน้ำ 20 เท่าของน้ำหนักข้าว ผสมน้ำบีทรูท ในอัตราส่วน 80:20 และ 75:25 และผสมน้ำบีทรูทร่วมกับน้ำฟักข้าว ในอัตราส่วน 50:25:25 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมในเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ และเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด

สูตร	เครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่		
	น้ำข้าว (ร้อยละ)	น้ำบีทรูท (ร้อยละ)	น้ำฟักข้าว (ร้อยละ)
R1	80	20	-
R2	75	25	-
R3	50	25	25
R4	75	25	-

สูตร	เครื่องดื่มข้าวสังข์หยด		
	น้ำข้าว (ร้อยละ)	น้ำบีทรูท (ร้อยละ)	น้ำฟักข้าว (ร้อยละ)
S1	80	20	-
S2	75	25	-
S3	50	25	25
S4	75	25	-

หมายเหตุ : *ตัวอย่าง R1-R3 และ S1-S3 ฆ่าเชื้อโดยใช้ หม้อนึ่งความดัน ที่ 5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (110°C) นาน 25 นาที*
ตัวอย่าง R4, S4 ฆ่าเชื้อโดยใช้ เครื่องฆ่าเชื้อชนิดฉีดพ่นไอน้ำร้อน ที่อุณหภูมิ 110°C นาน 25 นาที

- การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเครื่องดื่มข้าว โดยการเติมสารให้ความคงตัว ได้แก่ Pectin ร่วมกับ CMC ในเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมบีทรูท (75:25) และเครื่องดื่มข้าวสังข์หยดผสมบีทรูท (75:25) พบว่า การเติมสารให้ความคงตัวในเครื่องดื่มข้าวทั้ง 2 ชนิด เมื่อเติม Pectin ร้อยละ 0.1 ร่วมกับ CMC ร้อยละ 0.2 เครื่องดื่มข้าวมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน และเกิดการแยกชั้นน้อยมาก และเมื่อเติม Pectin ร้อยละ 0.2 ร่วมกับ CMC ร้อยละ 0.2 เครื่องดื่มข้าวมีลักษณะเนื้อข้นหนืดเล็กน้อย ดังนั้นการเติมสารให้ความคงตัวในเครื่องดื่มข้าวทั้ง 2 ชนิด ให้ผลเหมือนกัน จึงเลือกการเติม Pectin ร้อยละ 0.1 ร่วมกับ CMC ร้อยละ 0.2 เป็นปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสม ทำให้ได้เครื่องดื่มที่มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน และเกิดการแยกชั้นน้อย

3.3 การศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ ในเครื่องดื่มข้าว

จากการสุ่มตัวอย่าง เครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมบีทรูท สูตร R2 และ R4 และเครื่องดื่มข้าวสังข์หยดผสมบีทรูท สูตร S2 และ S4 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน ที่ 5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (110°C) นาน 25 นาที และการฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อชนิดฉีดพ่นไอน้ำร้อน ที่อุณหภูมิ 110°C นาน 25 นาที ส่งตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ตามเกณฑ์ข้อกำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 356) พ.ศ. 2556 เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท พบว่าเครื่องดื่มข้าวทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณ

จุลินทรีย์ผ่านตามเกณฑ์ข้อกำหนดดังกล่าว และผลิตภัณฑ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ โดยไม่เสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ และเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด

รายการวิเคราะห์	มาตรฐานเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท	สูตรเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่		สูตรเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด	
		R2	R4	S2	S4
Bacillus cereus (cfu/ml)	≤ 100	< 1	< 1	< 1	< 1
Clostridium perfringens (cfu/ml)	≤ 100	< 1	<1	< 1	<1
Coliforms (MPN/100 ml)	< 2.2	< 1.1	<1.1	< 1.1	<1.1
Escherichia coli (in 100 ml)	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected
Salmonella spp. (in 25 ml)	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected
Staphylococcus aureus (in 0.1 ml)	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected	Not Detected
Yeast and Mold (cfu/ml)	< 100	< 1	< 1	< 1	< 1

หมายเหตุ : *การส่งตัวอย่างวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด*

3.4 การศึกษาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และคุณค่าทางโภชนาการ ในเครื่องดื่มข้าว

จากการศึกษาเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ 4 สูตร พบว่า เครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ สูตร R2 ซึ่งประกอบด้วย น้ำข้าว:น้ำบีทรูท ในอัตราส่วน 75:25 มีค่า ORAC สูงสุด คือ 176 µmol TE/100 g รองลงมาคือ สูตร R3, R1 และ R4 ตามลำดับ ส่วนเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด 4 สูตร พบว่า เครื่องดื่มข้าวสังข์หยด สูตร S1 ซึ่งประกอบด้วย น้ำข้าว:น้ำบีทรูท ในอัตราส่วน 80:20 มีค่า ORAC สูงสุดคือ 143 µmol TE/100 รองลงมาคือ สูตร S2, S3 และ S4 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งค่า ORAC เป็นหน่วยวัดริเริ่มโดยสถาบันผู้สูงวัยแห่งชาติ และสถาบันสุขภาพแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา แสดงถึงอาหารและเครื่องดื่มที่มีค่า ORAC สูงกว่าน่าจะมีประสิทธิภาพในการทำให้อนุมูลอิสระเป็นกลาง (Neutralizing) ได้มากกว่า [5] ดังนั้นควรเลือกเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ สูตร R2 ซึ่งมีปริมาณ ORAC สูงสุด เมื่อเทียบกับสูตรอื่น ๆ

ตารางที่ 3 ค่าการต้านอนุมูลอิสระรวม สารโพลีฟีนอล และธาตุเหล็ก ในเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ และเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด

รายการวิเคราะห์	สูตรเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่				สูตรเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด			
	R1	R2	R3	R4	S1	S2	S3	S4
Total Antioxidant (ORAC) µmol TE/100 g (DPPH-method)	160	176	167	103	143	105	91	53
Total polyphenol (as gallic acid) mg/mL	0.16	0.21	0.30	0.34	0.15	0.24	0.27	0.24
Iron (Fe) mg/kg	0.620	0.650	0.910	0.075	0.810	0.124	0.074	0.086

หมายเหตุ *: การส่งตัวอย่างวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่ บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด*

สำหรับผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ในเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ สูตร R2 ซึ่งประกอบด้วย น้ำข้าว:น้ำบีทรูท ในอัตราส่วน 75:25 และเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด สูตร S2 ซึ่งประกอบด้วย น้ำข้าว:น้ำบีทรูท ในอัตราส่วน 75:25 พบว่า เครื่องดื่มข้าวทั้ง 2 ชนิด มีคุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (180 มิลลิลิตร) ตามตารางที่ 4 แต่ถ้าพิจารณาปริมาณพลังงานในแต่ครั้งที่จะได้รับต่อการบริโภคเครื่องดื่มข้าวทั้ง 2 ชนิด ควรเลือกบริโภคเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ สูตร R2 ที่ให้พลังงาน 70 กิโลแคลอรี่ ซึ่งน้อยกว่าเครื่องดื่มข้าวสังข์หยดสูตร S2 ที่ให้พลังงาน 100 กิโลแคลอรี่

ตารางที่ 4 ค่าการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ในเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ และเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (180 มิลลิลิตร)

รายการวิเคราะห์	สูตรเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่	สูตรเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด
	R2	S2
พลังงาน (กิโลแคลอรี่)	70	100
ไขมัน (กรัม)	0.09	0.35
โปรตีน (กรัม)	2	5
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	16	20
โซเดียม (มิลลิกรัม)	40	45
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	6.05	7.15
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.13	0.22
ใยอาหาร (กรัม)	น้อยกว่า 0.18	น้อยกว่า 0.18

หมายเหตุ : *การส่งตัวอย่างวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการที่ บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด*

3.5 ผลการศึกษาการยอมรับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าว

การประเมินทางประสาทสัมผัสการยอมรับด้าน สี ลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ของเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ และเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด ทุกสูตร โดยใช้ผู้ทดสอบชิม จำนวน 25 คน พบว่า เครื่องดื่มข้าวทั้ง 2 ชนิด ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับด้าน กลิ่น และเนื้อสัมผัส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับด้าน สี ลักษณะปรากฏ รสชาติ และการยอมรับโดยรวม ในระดับที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยเฉพาะเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ สูตร R2 ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับด้าน สี ลักษณะปรากฏ รสชาติ และการยอมรับโดยรวม สูงที่สุด (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ค่าคะแนนความชอบด้านคุณลักษณะต่าง ๆ ในเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ และเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด

คุณลักษณะ	สูตรเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่				สูตรเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด			
	R1	R2	R3	R4	S1	S2	S3	S4
สี	6.68 ± 1.07^{a}	7.16 ± 1.11^{a}	4.72 ± 2.03^{b}	4.04 ± 1.97^{b}	4.64 ± 0.76^{b}	4.68 ± 1.03^{b}	4.60 ± 1.04^{b}	4.64 ± 0.76^{b}
ลักษณะปรากฏ	6.12 ± 1.30^{a}	6.68 ± 1.31^{a}	4.60 ± 1.98^{b}	4.00 ± 1.63^{b}	4.68 ± 0.95^{b}	4.68 ± 0.69^{b}	4.48 ± 1.00^{b}	4.68 ± 0.95^{b}
กลิ่น^{ns}	4.72 ± 1.67	5.20 ± 1.98	4.64 ± 2.58	4.52 ± 1.94	4.64 ± 0.91	4.96 ± 0.89	4.76 ± 1.16	4.64 ± 0.91
รสชาติ	4.80 ± 1.87^{ab}	5.48 ± 2.04^{a}	5.12 ± 2.54^{ab}	4.12 ± 1.86^{ab}	4.80 ± 0.87^{ab}	4.84 ± 1.03^{ab}	4.96 ± 1.17^{ab}	4.80 ± 0.87^{ab}
เนื้อสัมผัส^{ns}	5.12 ± 1.79	5.56 ± 2.18	4.56 ± 2.12	4.68 ± 2.04	4.84 ± 0.75	5.16 ± 0.62	4.76 ± 1.05	4.84 ± 0.75
การยอมรับโดยรวม	5.44 ± 1.58^{ab}	6.16 ± 1.68^{a}	4.68 ± 2.12^{b}	4.56 ± 1.76^{b}	4.92 ± 0.91^{b}	5.20 ± 0.50^{b}	4.84 ± 0.94^{b}	4.92 ± 0.91^{b}

หมายเหตุ : *ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)*

a,b หมายถึง ค่าเฉลี่ยของข้อมูลในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

3.6 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าว

การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าว โดยดูลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ พบว่า อายุการเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ เครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ และเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด ทุกสูตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน ที่ 5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (110˚C) นาน 25 นาที และเครื่องฆ่าเชื้อชนิดฉีดพ่นไอน้ำร้อน ที่อุณหภูมิ 110˚C นาน 25 นาที สามารถเก็บรักษา

ที่อุณหภูมิห้องได้มีอายุการเก็บได้ไม่น้อยกว่า 6 เดือน โดยมีลักษณะทางกายภาพคงเดิม

4. สรุปผลการศึกษาวิจัย (Conclusion)

จากการศึกษาวิจัยนี้ พบว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ และเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด ในการสกัดน้ำข้าวโดยใช้ปริมาณน้ำ 20 เท่าของน้ำหนักข้าว น้ำข้าวที่ได้มีลักษณะเนื้อข้นหนืดน้อย จึงเหมาะสมที่จะนำไปผลิตเป็นเครื่องดื่มข้าวต่อไป โดยนำไปผสมกับน้ำผลไม้ที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ บีทรูท และฟักข้าว และการเติมสารให้ความคงตัว ได้แก่ Pectin ร้อยละ 0.1 ร่วมกับ CMC ร้อยละ 0.2 ซึ่งเป็นปริมาณสารให้ความคงตัวที่เหมาะสม เครื่องดื่มที่ได้มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน และเกิดการแยกชั้นน้อย เมื่อนำเครื่องดื่มข้าวทั้ง 2 ชนิด ที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดัน ที่ 5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (110°C) นาน 25 นาที และเครื่องฆ่าเชื้อชนิดฉีดพ่นไอน้ำร้อน ที่อุณหภูมิ 110°C นาน 25 นาที จากการส่งตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 356) พ.ศ. 2556 เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท และจากการส่งตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า เครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ สูตร R2 ซึ่งประกอบด้วย น้ำข้าว:น้ำบีทรูท ในอัตราส่วน 75:25 มีค่า ORAC สูงสุด คือ 176 μmol TE/100 g เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่นทั้งหมด และคุณค่าทางโภชนาการต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (180 มิลลิลิตร) ของเครื่องดื่มข้าวทั้ง 2 ชนิด เมื่อพิจารณาปริมาณพลังงานในแต่ละครั้งที่จะได้รับต่อการบริโภค เครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ สูตร R2 ให้พลังงานน้อยกว่าเครื่องดื่มข้าวสังข์หยด สูตร S2 ในขณะเดียวกันผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ สูตร R2 สูงสุด ($p \leq 0.05$) เครื่องดื่มข้าวทั้ง 2 ชนิด ทุกสูตร สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้มีอายุการเก็บได้ไม่น้อยกว่า 6 เดือน โดยมีลักษณะทางกายภาพคงเดิม

ดังนั้นการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จึงเลือกผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ สูตร R2 ซึ่งประกอบด้วย น้ำข้าว:น้ำบีทรูท ในอัตราส่วน 75:25 ที่ให้ค่า ORAC สูงสุด คือ 176 μmol TE/100 g เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอื่นทั้งหมด และให้พลังงานน้อยกว่าสูตรอื่น

5. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กองหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเจ้าหน้าที่กองเทคโนโลยีชุมชน ที่อนุเคราะห์ช่วยทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวสูตรต่าง ๆ ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

6. เอกสารอ้างอิง (References)

[1] สถาบันอาหาร กระทรวงอุตสาหกรรม.*เทรนด์สุขภาพ ยังมาแรงในปี 62 กลุ่มอาหารเพื่อสุขภาพ เป็นสินค้าขายดี* [ออนไลน์]. 2561. [อ้างถึงวันที่ 25 ตุลาคม 2563]. เข้าถึงจาก: https://cheechongruay.smartsme.co.th/content/23337

[2] ANDREW WEIL, M.D. *ORAC: Scoring Antioxidants?* [online]. 2010. [viewed 28 December 2019]. Available from: https://www.drweil.com/vitamins-supplements-herbs/vitamins/orac-scoring-antioxidants

[3] JORGUSTIN, K. *ORAC Value | Top 100 High Antioxidant Foods – Berries – Spices – Herbs.* [online]. 2017. [viewed 18 July 2020]. Available from: https://modernsurvivalblog.com/health/high-orac-value-antioxidant-foods-top-100/

[4] สุชาดา มานอก และปวีณา ลิ้มเจริญ. การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดสมุนไพรในตำรับยาหอมเทพจิตร. *Advanced Science*. 2015, **15**(1), 106-117.

[5] บทบรรณาธิการ. วิธีการกำหนดหาการออกฤทธิ์ของตัวต้านออกซิเดชั่นทั้งหมด. *Naresuan Phayao Journal*. 2016, **9**(3), 25-30.

[6] FLOEGEL, A., et al. Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2011, **24**(7), 1043-1048.

[7] R, SOMPONG, et al. Physicochemical and antioxidative properties of red and black rice varieties from Thailand, China and Sri Lanka.

Food Chemistry. 2011, **124**(1), 132-140.

[8] PEDRO, A.C., D. GRANATO and N.D. ROSSO. Extraction of anthocyanins and polyphenols from black rice (Oryza sativa L.) by modeling and assessing their reversibility and stability. *Food Chemistry*, 2016, **191**, 12-20.

[9] สุรพงษ์ พินิจกลาง และรัชนี ไสยประจง. การผลิตเครื่องดื่มซุปเปอร์เบอรี่ที่มีสารสกัดแอนโธไซยานินจากข้าวหอมนิล. *Agricultural Science Journal*. 2018, **49**(2) (Suppl.), 25-28.

[10] ศูนย์ข้อมูลข้าวตลาดเฉพาะ กรมการข้าว. *ข้าวไรซ์เบอร์รี่* [ออนไลน์]. [อ้างถึงวันที่ 21 กันยายน 2563]. เข้าถึงจาก: https://www.thairicedb.com/rice-detail.php?id=15.

[11] ศูนย์ข้อมูลข้าวตลาดเฉพาะ กรมการข้าว. *ข้าวสังข์หยดเมืองพัทลุง* [ออนไลน์]. [อ้างถึงวันที่ 30 พฤศจิกายน 2563] . เข้าถึงจาก: https://www.thairicedb.com/rice-detail.php?id=1

[12] สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.). *เครื่องดื่มสกัดจากปลายข้าว* [ออนไลน์]. 2558. [อ้างถึงวันที่ 26 มกราคม 2564] . เข้าถึงจาก: https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2015/20150911-Technology-show%202-2558-Food-Beverage-15.pdf

[13] จุฑามาศ ถิระสาโรช และเฉลิมพล ถนอมวงค์. การผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวหอมนิล. *KKU Science Journal*, 2015, **43**(3), 395-402.