เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมถั่วดำและฟอส-พรีไบโอติก
Healthy Drink from Riceberry Rice with Black Bean and FOS-Prebiotic

ศุภศิษฏ์ อรุณรุ่งสวัสดิ์[*] , นิอร ชุมศรี, ธีรนาถ อุทารวุฒิพงศ์
Suphasit Aroonrungsawasdi [1*], Ni-orn Chumsri [2], Teeranart Utarwuthipong [3]

Received: June 14, 2019
Revised: August 13, 2019
Accepted: September 5, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมด้วยธัญพืชถั่วและพรีไบโอติกด้วยการทดสอบคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัส วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ รวมทั้งปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและกิจกรรมการต้านออกซิเดชันหรือฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ จากการวิจัยพบว่าเครื่องดื่มที่มีอัตราส่วนระหว่างข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อถั่วดำต่อน้ำเท่ากับ 1:0.5:20 ต้มและปั่นละเอียดที่อุณหภูมิ 85-90°C เป็นเวลา 25-30 นาที กรองเอากากออกแล้วเติมสารละลายฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์เข้มข้นร้อยละ 5.0 ของปริมาตรรวมทั้งหมด เก็บรักษาเครื่องดื่มที่ได้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4°C เป็นสูตรที่ได้รับคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส (Flavor) เนื้อสัมผัส (Texture) และความชอบโดยรวมมากที่สุดที่ 7.14 7.09 และ 7.50 คะแนนตามลำดับ เครื่องดื่มมีความหนืด 150 เซนติพอยส์ มีพลังงาน 36.76 กิโลแคลอรีต่อ 100 มิลลิลิตร ขณะที่มีความชื้น โปรตีน ไขมันทั้งหมด คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด เถ้าและใยอาหารทั้งหมดร้อยละ 93.93 0.80 0.36 7.58 0.10 และ 0.56 ตามลำดับ ปริมาณยีสต์และราและโคลิฟอร์มไม่เกินมาตรฐานตามข้อกำหนดของคณะกรรมการอาหารและยา ผลิตภัณฑ์มีสารประกอบแอนโทไซยานินโดยรวมเท่ากับ 0.11 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระทดสอบด้วยการวัดค่าความสามารถในการดูดซับอนุมูลอิสระของออกซิเจน (Oxygen radical absorbance capacity, ORAC) เท่ากับ 569.04 µmole TE/100 ml

คำสำคัญ : ข้าวไรซ์เบอร์รี่, ธัญพืชถั่ว, พรีไบโอติก, ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์

ABSTRACT

This research studied the production of healthy drink from riceberry rice with legume-cereal and prebiotic by using sensory test, analyze physical, chemical, and microbial properties, and including the content of bioactive compound and antioxidant activity. The research found that the selected formula was the ratio of riceberry rice and black bean and water at 1:0.5:20, boiled and blended thoroughly at 85-90 °C for 25-30 minutes, filter out the waste and added 5.0% of fructooligosaccharide (FOS) solution, the products was kept in 4 °C had the most sensory score with the flavor texture and overall acceptance at 7.14 7.09 and 7.50 respectively, a viscosity was 150 centipoise. The product provided 36.76 kcal/100 ml, while the chemical compositions, moisture, protein, total fats, total carbohydrate, ash and fiber were 93.93, 0.80 0.36, 7.58, 0.10 and 0.56 % respectively. Yeast mold and coliform examination were within the limit, according to the microbiological specifications of Thai Food and Drug Administration. The product contained 0.11 mg/100 ml of total anthocyanin compounds and total antioxidant activity (ORAC assay) was 569.04 µmole TE/100 ml.

Keywords: Riceberry rice, legume-cereal, prebiotic, fructooligosaccharide (FOS)

* Corresponding author e-mail: suphasita@yahoo.com
สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน
Innovation in Food Technology Program, College of Health Science, Christian University of Thailand

บทนำ

วิถีหรือรูปแบบการดำเนินชีวิตที่เปลี่ยนไปจากอดีตซึ่งมีการบริโภคอาหารที่หลากหลาย ออกกำลังกายเป็นประจำผ่านกิจวัตรการทำงานที่เน้นการใช้แรงงาน เปลี่ยนเป็นชีวิตที่เร่งรีบ รับประทานอาหารสำเร็จรูป อาหารจานด่วนที่ขาดคุณค่าทางโภชนาการ อีกทั้งอาหารที่ผ่านการแต่งสีและเติมสารเพิ่มรสชาติและสารยืดอายุ ขาดการออกกำลังกายและพักผ่อนไม่เพียงพอ รวมทั้งความเครียดสะสมจากการทำงานนานวันเข้าสะสมเรื่อยมานาน 10-20 ปี จนส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายอย่างชัดเจนเมื่อก้าวเข้าสู่วัย 40 ปีขึ้นไป เช่น มีน้ำหนักเกิน (overweight) หรืออ้วน (obese) มีภาวะความดันโลหิตหรือน้ำตาลในเลือดสูง และมีไขมันในเลือดสูงผิดปกติซึ่งเป็นสาเหตุที่นำไปสู่การเป็นโรคไม่ติดต่อ (Non-Communicable Diseases, NCDs) ได้เมื่อเข้าสู่วัยชรา โดยพบว่าโรคหลอดเลือดสมองหรืออัมพฤกษ์อัมพาต (Stroke) โรคหัวใจขาดเลือด (Ischemic Heart Disease, IHD) โรคเบาหวาน (Diabetes, DM) และโรคความดันโลหิตสูง (Hypertension, HT) ตามลำดับ เป็นสาเหตุหลักร้อยละ 75 ของการเสียชีวิตทั้งหมดของคนไทยในปัจจุบัน ดังตัวอย่างปี พ.ศ. 2560 คนไทยเสียชีวิตด้วยโรคหลอดเลือดสมอง 31,172 คน โรคหัวใจขาดเลือด 20,745 คน และโรคเบาหวาน 9,647 คน โดยพบว่าประมาณครึ่งหนึ่งหรือร้อยละ 50.9 ร้อยละ 51.1 และ ร้อยละ 49.7 ตามลำดับเป็นผู้เสียชีวิตที่มีอายุระหว่าง 30-69 ปี และจากการที่ประเทศไทยจะมีผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไปจาก 13 ล้านคนในปี พ.ศ. 2564 เพิ่มขึ้นเป็น 20 ล้านคนใน พ.ศ.2583 [1-2] หรือกล่าวได้ว่าประชากรวัย 40 ปีขึ้นไปไม่น้อยกว่า 7 ล้านคนในปัจจุบันนี้ที่มีวิถีการดำเนินชีวิตดังกล่าวจะมีความเสี่ยงที่จะป่วยและเสียชีวิตด้วยโรคไม่ติดต่อทั้งหลายได้

โรคไม่ติดต่อมีความเกี่ยวข้องกับอนุมูลอิสระ (free radical) ที่เกิดจากปฏิกิริยาชีวเคมีในร่างกายหรือได้รับจากภายนอก เป็นสารที่มีคุณสมบัติแย่งชิงอิเล็กตรอนจากสารอื่นๆ และเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ แต่ร่างกายก็จะมีการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ (anti-free radicals) ขึ้นมาเพื่อยุติปฏิกิริยาลูกโซ่การแย่งชิงอิเล็กตรอนดังกล่าวโดย สารต้านอนุมูลอิสระที่ร่างกายสร้างขึ้นจัดเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือแอนตี้ออกซิแดนท์ (antioxidant) ที่สำคัญ ได้แก่ กลูต้าไทโอน (glutathione) และซิสเตอีน (cysteine) หรือเป็นเอนไซม์ที่ออกฤทธิ์ยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ เช่น ซุปเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส (superoxide dismutase, SOD) คะตะเลส (catalase, CAT) และกลูต้าไทโอนเปอร์ออกซิเดส (glutathione peroxidase, GPx) เป็นต้น [3-4] แต่พบว่าร่างกายจะสร้างสารต้านอนุมูลอิสระลดลงเมื่ออายุมากขึ้นหรือเริ่มเข้าสู่วัยชรา ดังนั้นการแนะนำให้รับประทานอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ใช้ป้องกันหรือรักษาผู้ป่วยโรคไม่ติดต่อควบคู่กับการรักษาทางการแพทย์ [5] สารต้านอนุมูลอิสระในอาหารที่รู้จักกันดี ได้แก่ กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) หรือวิตามินซีในผลไม้หลายชนิด เบต้า-แคโรทีน (β-carotene) จากฟักทอง แครอท และแอนโทไซยานิน (anthocyanin) ในดอกอัญชัน องุ่น ลูกพรุน ทับทิม ผลไม้กลุ่มเบอร์รี่ และกระเจี๊ยบแดง มันเทศสีม่วง ข้าวโพดสีม่วง กะหล่ำปลีสีม่วง (red cabbage) ถั่วแดง ถั่วดำ ข้าวเหนียวดำ ข้าวก่ำ (ข้าวสีนิล) และข้าวไรซ์เบอร์รี่ (riceberry rice) เป็นต้น [6]

ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นข้าวเจ้าผสม เมล็ดเรียวยาวสีม่วงเข้ม มีแร่เหล็ก สังกะสี และทองแดง วิตามินบี 1 วิตามินบี 6 กรดโฟลิก วิตามินอี และมีแอนโทไซยานินที่มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีคุณสมบัติช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ ลดระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันหรือลดความเสี่ยงต่อการดำเนินโรคมะเร็งและโรคไม่ติดต่อชนิดต่างๆ ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน และโรคหลอดเลือดหัวใจ ทั้งนี้มีการแนะนำว่าควรบริโภคอาหารและเครื่องดื่มที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่อวันไม่น้อยกว่า 3,000 μmole TE จึงจะช่วยป้องกันหรือชะลอการดำเนินโรคไม่ติดต่อทั้งหลายได้ [7-9] ดังนั้นการบริโภคอาหารหรือเครื่องดื่มจากพืชผักหรือผลไม้ที่มีสารที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจึงเป็นแนวทางการป้องกันรักษาหรือชะลอการดำเนินโรคไม่ติดต่อทั้งหลาย ดังกล่าวได้ดังเช่นที่ Seeram และคณะ (2008) ได้ศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มผลไม้

* Corresponding author e-mail: suphasita@yahoo.com
สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน
Innovation in Food Technology Program, College of Health Science, Christian University of Thailand

ชนิดต่างๆ พบว่า เครื่องดื่มที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยรวมทดสอบด้วยวิธีการวัดค่าความสามารถในการดูดซับอนุมูลอิสระของออกซิเจน (oxygen radical absorbance capacity, ORAC) มากที่สุด คือ น้ำทับทิม (Pomegranate juice) เท่ากับ 2,500 µmole TE/100 ml สูงกว่าน้ำบลูเบอร์รี่ (Blueberry juice) น้ำส้ม (Orange juice) ชาเขียว (Green tea) และน้ำแอปเปิ้ล (Apple juice) ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 2,060, 740, 530 และ 480 µmole TE/100 ml ตามลำดับ (Table 3) [10] ขณะที่ นิอร ชุมศรี (2559) และศุภศิษฏ์ อรุณรุ่งสวัสดิ์และคณะ (2561) ได้พัฒนาสูตรการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และศึกษาวิจัยทางคลินิกเชิงโภชนาการเบื้องต้น (Nutrition preclinical trial) ของการบริโภคเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุที่มีอายุเฉลี่ย 64.80±8.18 ปี จำนวน 16 คนที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 และรับประทานยารักษาโรคเบาหวานกลุ่มซัลโฟนิลยูเรียและเม็ทฟอร์มินอย่างสม่ำเสมอมานานกว่า 1 ปีแต่ยังคงไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลสะสมในเลือด (Glycated hemoglobin, HbA1c) ได้ตามต้องการ โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าระดับน้ำตาลสะสมในเลือดก่อนการทดสอบเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 9.45±1.25 และเมื่อเริ่มการทดลองกลุ่มตัวอย่างยังคงรับประทานยารักษาโรคเบาหวานดังกล่าวควบคู่กับการบริโภคเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ORAC assay) เท่ากับ 396 µmole TE ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค 250 มิลลิลิตร ติดต่อกันทุกวันเป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยระดับน้ำตาลสะสมในเลือด (HbA1c) เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 8.63±1.12 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) [11-12] อีกทั้งพบว่าการบริโภคธัญพืชถั่วเฉลี่ย 130 กรัมต่อวัน (ประมาณ 2 หน่วยบริโภคต่อวัน) อย่างน้อยเป็นเวลา 3 สัปดาห์ จะช่วยลดระดับแอลดีแอล-คอเลสเตอรอล (LDL-cholesterol, LDL-c) ลงได้ประมาณ 6.57 mg/dL [13] และการบริโภคใยอาหารพรีไบโอติก (prebiotic dietary fiber) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานของแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ชนิดที่มีคุณประโยชน์ต่อร่างกายที่สำคัญได้แก่ แบคทีเรียกลุ่มบิฟโดแบคทีเรียม (bifidobacterium) และแลคโตบาซิลลัส (lactobacillus) เป็นต้น แบคทีเรียกลุ่มนี้จะย่อยสลายใยอาหารพรีไบโอติกด้วยปฏิกิริยาการหมักได้ผลผลิตเป็นแก๊สชนิดต่างๆ รวมทั้งกรดแลคติก (lactic acid) และกรดไขมันชนิดสายสั้น (short chain fatty acids, SCFAs) ที่ส่งผลต่อระบบนิเวศของลำไส้ใหญ่ให้มีภาวะเป็นกรด เพิ่มการละลายและการดูดซึมแร่ธาตุชนิดต่างๆ โดยเฉพาะ แคลเซียม ได้ดีขึ้น อีกทั้งช่วยลดความเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน และโรคหลอดเลือดหัวใจด้วย [14-15] ทั้งนี้ใยอาหารพรีไบโอติกที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ อินูลิน (inulin) กาแล็กโตโอลิโกแซคคาไรด์ (galactooligosaccharides, GOS) มอลโตโอลิโกแซคคาไรด์ (maltooligosaccharides, MOS) และฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (fructooligosaccharides, FOS) [16] พบว่าอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารนิยมเติมฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ลงในผลิตภัณฑ์อาหารเพราะมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี ให้พลังงานต่ำและใช้เปนสารทดแทนน้ำตาลโดยให้ความหวานร้อยละ 30 ของน้ำตาลทราย [17] และพบว่าสามารถบริโภคฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ได้ถึงมากถึง 10-15 กรัมต่อวันโดยไม่มีผลกระทบใดๆ จึงแนะนำว่าผู้บริโภคควรเริ่มต้นรับประทานใยอาหารฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) 5-10 กรัมต่อวันก่อนใน 1-2 สัปดาห์แรกเพื่อให้ร่างกายได้ปรับตัวและไม่ให้เกิดอาการข้างเคียง [18-20]

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาเครื่องดื่มที่แปรรูปมาจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมธัญพืชถั่วเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่สะดวกต่อการบริโภคมีสารพฤกษเคมีที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอีกทั้งเสริมด้วยใยอาหารพรีไบโอติก ให้มีรสชาติเป็นที่ยอมรับและมีคุณค่าทางโภชนาการเหมาะสมกับวิถีการดำเนินชีวิตของประชาชนวัย 40 ปีขึ้นไปในปัจจุบันเพื่อจะก้าวสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างมีคุณภาพชีวิตที่ดีในอนาคต

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การศึกษาชนิดและอัตราส่วนธัญพืชในการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

นำสูตรการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำ ซึ่งมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยรวมทดสอบ

* Corresponding author e-mail: suphasita@yahoo.com
สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน
Innovation in Food Technology Program, College of Health Science, Christian University of Thailand

ด้วยวิธีการวัดค่าความสามารถในการดูดซับอนุมูลอิสระของออกซิเจน (oxygen radical absorbance capacity, ORAC) เท่ากับ 160 μmole TE/100 ml [11] มาดัดแปลงเปลี่ยนจากเสริมด้วยงาดำเป็นธัญพืชถั่ว ได้แก่ ถั่วดำ ถั่วแดง และถั่วดำผสมกับถั่วแดงในอัตราส่วนระหว่างข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อถั่วต่อน้ำเท่ากับ 1:0.5:20 (คิดเป็นร้อยละ 2.0-2.5 ของปริมาตรรวมทั้งหมด) ต้มและปั่นละเอียดที่อุณหภูมิ 85-90°C เป็นเวลา 25-30 นาทีด้วยเครื่องผลิตเครื่องดื่มธัญพืช กรองเอากากออก เติมสารละลายเข้มข้นร้อยละ 5.0 ของฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ของปริมาตรรวมทั้งหมดที่กรองได้โดยเป็นปริมาณการบริโภคต่อวันที่ไม่มีผลกระทบใดๆ ซึ่งเท่ากับ 5.0-7.5 กรัมต่อหน่วยการบริโภคต่อวันหรือ 150 มิลลิลิตรในขวดพลาสติก PET เก็บรักษาเครื่องดื่มในตู้เย็นอุณหภูมิ 4°C

นำสูตรเครื่องดื่มทั้ง 4 สูตร (รวมสูตรที่เสริมด้วยงาดำร้อยละ 1.0 ด้วย) มาทดสอบคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์กับอาสาสมัครที่มีอายุระหว่าง 20 – 69 ปี ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 25 คน โดยกระจายกลุ่มอาสาสมัครออกเป็นช่วงอายุละ 10 ปี ได้แก่ 20-29 ปี 30-39 ปี 40-49 ปี 50-59 ปี และ 60-69 ปี ตามลำดับ รวมทั้งหมด 5 ช่วงอายุด้วยการสุ่มทั้งเพศชายและหญิงช่วงอายุละ 5 คน ด้วยแบบทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสด้านสี (Color) กลิ่นรส (Flavor) รสชาติ (Taste) เนื้อสัมผัส (Texture) และความชอบโดยรวม (Overall acceptance) โดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale 1-9 คะแนน จาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan' s New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 [21] สูตรเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมเฉลี่ยสูงที่สุดจะถูกคัดเลือกนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเปรียบเทียบกับเครื่องดื่มที่นิยมบริโภคในปัจจุบัน

2. การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี ทางจุลินทรีย์และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่ม

นำเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงที่สุดมาวัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield digital viscometer (Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Stoughton, MA, USA) ความเร็วรอบ 50 รอบต่อนาที ณ ที่อุณหภูมิ 25°C ในหน่วยเซนติพอยส์ วิเคราะห์พลังงานและคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดด้วยการคำนวณ ปริมาณความชื้นตามวิธี AOAC (2016) 952.08 โปรตีน AOAC (2016) 992.23 ไขมันทั้งหมด AOAC (2016) 948.15, 945.16 และเถ้า AOAC (2016) 930.30, 945.46 ตามลำดับ [22] รวมทั้งวิเคราะห์ใยอาหารทั้งหมดตามวิธี AOAC (2016) 985.29 โดยวิเคราะห์จำแนกเป็นใยอาหารชนิดละลายน้ำ AOAC (2016) 991.42, 991.43 และใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ AOAC (2016) 991.42 [22] ปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold) โคลิฟอร์ม (MPN Coliform) ตามข้อกำหนดของคณะกรรมการอาหารและยา [23] วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบแอนโทไซยานินโดยรวม [24] และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยการวัดค่าความสามารถในการดูดซับอนุมูลอิสระของออกซิเจน (Oxygen radical absorbance capacity, ORAC) ตามวิธีของ Ou, และคณะ (2001) [25] รายงานผลในหน่วยไมโครโมลสมมูลโทรล็อกซ์ต่อ 100 มิลลิลิตร (μmole TE/100 ml)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาชนิดและอัตราส่วนธัญพืชในการผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ โดยอาสาสมัครที่มีอายุ 20 – 69 ปีที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 25 คน ซึ่งมีอายุเฉลี่ย 45.23±12.18 ปี ได้คะแนนเฉลี่ยสมบัติทางประสาทสัมผัสดัง Table 1

* Corresponding author e-mail: suphasita@yahoo.com
สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน
Innovation in Food Technology Program, College of Health Science, Christian University of Thailand

Table 1 Sensory characteristic of riceberry rice drinks with legumes-cereals plus FOS

Sensory Attribute	legumes-cereals			
	Black sesame (1.0 %)	Black bean (2.0 %)	Red kidney bean (2.0 %)	Black bean +Red kidney bean (2.0 %)
Color ^{ns}	7.05±1.38	7.09±1.27	7.00±1.31	7.00±1.36
Flavor ^{ns}	6.73±1.81	7.14±1.45	7.00±1.45	6.73±1.71
Taste	5.95±1.51^{b}	7.00±1.72^{a}	7.18±1.14^{a}	6.77±1.19^{ab}
Texture ^{ns}	6.50±1.41	7.09±1.54	7.04±1.46	6.27±1.78
Overall acceptance	6.27±1.01^{b}	7.50±1.83^{a}	7.23±1.19^{a}	6.64±1.33^{ab}

note: Values are showed as mean± S.D.

ns = no significant difference values ($p \geq 0.05$)

^{a,b} Rows with different letters are significantly different between each legume-cereals ($p<0.05$)

ผู้ทดสอบให้การยอมรับในผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 สูตร ในเรื่องสี (Color) กลิ่นรส (Flavor) และเนื้อสัมผัส (Texture) ไม่แตกต่างกัน แต่ให้คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสด้านรสชาติ (taste) และด้านความชอบโดยรวม (Overall acceptance) ของเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่ 2 ซึ่งผสมถั่วดำซึ่งได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 7.09 และ 7.50 ตามลำดับ หมายความว่าชอบปานกลาง ซึ่งถึงแม้จะไม่แตกต่างกันกับสูตรที่ 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตามแต่ผู้ทดสอบให้คำแนะนำเพิ่มเติมว่า เครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรผสมถั่วดำมีกลิ่นรสและเนื้อสัมผัสดีกว่าสูตรอื่นๆ ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าถั่วดำมีสารประกอบแอนโทไซยานินเช่นเดียวกับในข้าวไรซ์เบอร์รี่และมีกลิ่นรสที่เข้ากันได้กับข้าวไรซ์เบอร์รี่เห็นได้จากมีคะแนนการยอมรับมากที่สุดเท่ากับ 7.14 คะแนน และอาจรวมถึงการเติมสารละลายฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ที่ทำให้เครื่องดื่มมีรสชาติหวานพอประมาณและเป็นที่ยอมรับโดยรวมมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) [17 และ 26] จึงตัดสินเลือกเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่ผสมถั่วดำเป็นสูตรที่จะนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่อไป

2. ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี ทางจุลินทรีย์และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่ม

เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมกับถั่วดำในอัตราส่วนระหว่างข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อถั่วต่อน้ำเท่ากับ 1:0.5:20 ต้มและปั่นให้ละเอียดที่อุณหภูมิ 85-90°C เป็นเวลา 25-30 นาที กรองเอากากออกแล้วเติมสารละลาย ฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์เข้มข้นร้อยละ 5.0 ของปริมาตรรวมทั้งหมด เก็บรักษาเครื่องดื่มที่ได้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4°C เป็นสูตรที่ได้รับคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสและความชอบโดยรวมสูงที่สุด เมื่อนำไปวิเคราะห์ความหนืดที่อุณหภูมิ 25°C ความเร็วรอบ 50 รอบต่อนาที ได้ค่าความหนืดเท่ากับ 150 เซนติพอยส์ ปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มน้อยกว่า 1.1 MPN/100 ml ขณะที่ยีสต์และราไม่เกินมาตรฐานตามข้อกำหนดในประกาศกระทรวงสาธารณสุข ปี พ.ศ. 2556 ฉบับ 356 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะปิดสนิท แสดงว่าผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มมีความปลอดภัยต่อการบริโภค เครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมถั่วดำมีสมบัติทางเคมีชนิดต่างๆ สรุปได้ดัง Table 2

* Corresponding author e-mail: suphasita@yahoo.com
สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน
Innovation in Food Technology Program, College of Health Science, Christian University of Thailand

Table 2 Proximate chemical compositions of healthy drink from riceberry rice

Compositions	Riceberry Rice Drinks with black bean
Total energy (kcal/100 ml)	36.76 ± 9.24
Total carbohydrate (%)	7.58 ± 2.39
Moisture (%)	93.93 ± 2.32
Protein (%)	0.80 ± 0.00
Total fat (%)	0.36 ± 0.10
Ash (%)	0.10 ± 0.00
Total fiber (%)	0.56 ± 0.01
Soluble (%)	0.04 ± 0.00
Insoluble (%)	0.52 ± 0.01

จากการวิเคราะห์ พบว่า เครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมถั่วดำนี้มีพลังงานต่อหน่วยบริโภคต่ำจึงเหมาะที่จะเป็นอาหารเสริมในรูปเครื่องดื่มกับผู้ใหญ่วัย 45 ปีขึ้นไปจนถึงผู้สูงอายุเนื่องจากแปรรูปมาจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนโดยอาจนำไปบริโภคเป็นอาหารมื้อว่างระหว่างวันโดยเครื่องดื่มมีพลังงานเพียง 36.76 kcal/100 ml และเครื่องดื่มยังมีใยอาหารชนิดละลายน้ำและไม่ละลายน้ำที่ส่วนใหญ่เป็นใยอาหารชนิดไม่ละลายน้ำ ทั้งนี้เมื่อบริโภคใยอาหารทั้งสองชนิดเป็นประจำอาจส่งผลให้ระดับคอเลสเตอรอลและน้ำตาลในเลือดลดลงได้ จึงเป็นการป้องกันหรือชะลอการมีภาวะไขมันในเลือดผิดปกติได้ สอดคล้องรายงานของ Abeysekara และคณะ [27] และ Hermsdorff และคณะ [28] ที่ศึกษาผลของการบริโภคอาหารที่มีถั่วเป็นองค์ประกอบจะช่วยให้ระดับคอเลสเตอรอลรวมและแอลดีแอล-คอเลสเตอรอลลดลง ทำให้ลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจได้ ขณะที่สารละลายของฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) ที่เติมลงไปร้อยละ 5.0 ของปริมาตรรวมทั้งหมด อาจถูกย่อยเพียงบางส่วนและไม่ถูกดูดซึมในระบบทางเดินอาหารส่วนต้นแต่จะถูกใช้เป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรียชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกายซึ่งอาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ด้วยปฏิกิริยาการหมัก ได้ผลผลิตเป็นกรดแลคติกและกรดไขมันสายสั้นที่อาจทำให้ระบบนิเวศของลำไส้ใหญ่มีภาวะเป็นกรดทำให้แบคทีเรียก่อโรคลดจำนวนลง อีกทั้งกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย เพิ่มการดูดซึมแร่ธาตุชนิดต่างๆ โดยเฉพาะ แคลเซียม เป็นต้น [14, 29-30]

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบแอนโทไซยานินโดยรวมและกิจกรรมการต้านออกซิเดชันหรือฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ORAC ของเครื่องดื่ม พบว่า เครื่องดื่มมีปริมาณสารประกอบแอนโทไซยานินโดยรวมเท่ากับ 0.11 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร (ในรูปสารประกอบไซยานิดิน 0.07 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร และพีโอนิดิน 0.04 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร) และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ORAC assay) เท่ากับ 569.04 ไมโครโมลสมมูลโทรล็อกซ์ต่อ 100 มิลลิลิตร และถ้าบริโภควันละ 500 มิลลิลิตรจะได้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระไม่ต่ำกว่า 2,500 ไมโครโมลสมมูลโทรล็อกซ์ต่อวันซึ่งเป็นค่าที่ได้รับการแนะนำการบริโภคต่อวันในปัจจุบันว่าจะมีส่วนช่วยในการชะลอการดำเนินโรคไม่ติดต่อทั้งหลายได้ [7-9] และเมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมถั่วดำกับเครื่องดื่มชนิดต่างๆ ที่นิยมบริโภคกันโดยทั่วไป พบว่า เครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมถั่วดำและใยอาหารพรีไบโอติกมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าน้ำชาเขียวและน้ำแอปเปิ้ล ตามลำดับ (Table 3)

* Corresponding author e-mail: suphasita@yahoo.com
สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน
Innovation in Food Technology Program, College of Health Science, Christian University of Thailand

Table 3 Comparison of antioxidant activity of commonly Ready-to-Drink beverage*

Ready-to-Drink beverages	Total antioxidant activity (ORAC) (μmole TE/ml)
Riceberry rice Drink with black sesame [10]	1.6
White tea	2.7
Black tea	3.1
Apple juice	4.8
Green tea	5.3
Riceberry rice Drink with black bean Plus FOS	**5.7**
Orange juice	7.4
Cranberry juice	15.4
Blueberry juice	20.6
Pomegranate juice	25.0

* **ที่มา:** ดัดแปลงจากเอกสารอ้างอิงหมายเลข [10]

สรุปผลการวิจัย

เครื่องดื่มจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสม คือ สูตรที่มีอัตราส่วนระหว่างข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อถั่วต่อน้ำ เท่ากับ 1:0.5:20 (คิดเป็นร้อยละ 2.0-2.5 ของปริมาตรรวมทั้งหมด) และสารละลายฟรุกโตโอลิโกแซคคาไรด์ (FOS) เข้มข้นร้อยละ 5.0 ของปริมาตรรวมทั้งหมด เครื่องดื่มมีพลังงานต่ำเพียง 36.76 กิโลแคลอรี่ต่อ 100 มิลลิลิตร สารประกอบแอนโทไซยานินโดยรวม 0.11 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร เครื่องดื่มมีความหนืด 150 เซนติพอยส์ ปริมาณยีสต์และรา และโคลิฟอร์มไม่เกินมาตรฐานตามข้อกำหนดของคณะกรรมการอาหารและยา เครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมถั่วดำเสริมด้วยใยอาหารพรีไบโอติกนี้จึงเหมาะสมที่จะเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพกับผู้ใหญ่วัยกลางคนจนถึงผู้สูงอายุในปัจจุบันและอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย จากมหาวิทยาลัยคริสเตียน ประจำปีการศึกษา 2560 เป็นส่วนต่อขยายจากโครงการนวัตกรรมสุขภาพเพื่อการจัดการโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) โดยการประสานงานของเครือข่ายวิจัยอุดมศึกษาภาคกลางตอนล่าง ประจำปีงบประมาณ 2559 [11-12] คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Office of the National Economic and Social Development Board. (2017). National Economic and Social Development Plan No. 12, 2017-2021. Retrieved February 1, 2018 from http://www.nesdb.go.th/ewt_news.php?nid=6420.

[2] Department of Non-communicable Diseases. (2018). NCD Forum 2018.Together, Let's beat NCD: ประชารัฐร่วมใจ ลดภัย NCDs. Retrieved June 24, 2019 from https://drive.google.com/drive/folders/1mUhEi9RV1_2E4TfvE6mb38f0W9sli_1P.

[3] Ibrahim, M.A., Koorbanally, N.A., & Islam, M. (2014). Antioxidative activity and inhibition of key enzymes linked to type-2 diabetes (α- glucosidase and α- amylase). Acta Pharmaceutica. 64: 311–324.

* Corresponding author e-mail: suphasita@yahoo.com
สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน
Innovation in Food Technology Program, College of Health Science, Christian University of Thailand

[4] Giacco, F., & Brownlee, M. (2010). Oxidative stress and diabetic complications. Circulation Research. 107: 1058–1070.

[5] American Diabetes Association, ADA. (2007). Nutrition recommendations and interventions for Diabetes. Diabetics Care. 30 (suppl1): S48-S65.

[6] Sommasut, R. (2009). Principles of nutritional therapy. Prachin Buri: Supattra Printin.

[7] Sancho, R.A.S., and Pastore, G.M. (2012). Evaluation of the effects of anthocyanins in type 2 diabetes. Food Research International. 46:378-386

[8] Leardkamolkarn, V., Thongthep, W., Suttiarporn, P., Kongkachuichai, R., Wongpornchai, S., & Wanavijitr, A. (2011). Chemopreventive properties of bran extracted from a newly-developed Thai rice: The Riceberry. Food Chemistry. (125): 978-985.

[9] Sirichokworrakit, S., Phetkhut, J., & Khommon, A. (2015). Effect of partial substitution of wheat flour with riceberry flour on quality of noodles. Procedia - asocial and Behavioral Sciences. 197(25): 1006-1012.

[10] Seeram, N.P., Aviram, M., Zhang, Y. Henning, S.M., Feng, L., Dreher, D., & Heber, D. (2008). Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the United State. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 56: 1415-1422.

[11] Chumsri, N., & Aroonrungsawasdi, S. (2016). A Development of healthy beverage from riceberry rice with black sesame. Christian University of Thailand Journal. 22(3): 340-351.

[12] Aroonrungsawasdi, S., Chumsri, N., & Inklab, L. (2018). The effect of riceberry rice drink consumption on glycated hemoglobin (HbA1c) in elderly with type 2 diabetes. Christian University of Thailand Journal. 24(3): 355-364.

[13] Ha, V., & et al. (2014). Effect of dietary pulse intake on established therapeutic lipid targets for Cardiovascular risk reduction; a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Canadian Medical Association Journal. 186(8): E252-E262.

[14] Abrams, S.A, Hawthorne, M.K., Aliu O., Hicks, D.P., Chen, Z., & Griffin, J.I. (2007). An inulin-type fructan enhances calcium absorption primarily via an effect on colonic absorption in humans. Journal of Nutrition. 137(10): 2208-12.

[15] Chamber, E.S., Preston, T., Frost, G., & Morrison, D.J. (2018). Role of gut microbiota-generated short-chain fatty acids in metabolic and cardiovascular health. Current Nutrition Report. 7: 198-206.

[16] World Gastroenterology Organization. (2009). World Gastroenterology Organization practice guidelines: Probiotics and prebiotics. Arab Journal of Gastroenterology. 10 (2009): 33–42.

[17] Chuemongkon, W. (2013). The use of fructo-oligosaccharide (FOS) in medical foods. Thai Pharmaceutical and Health Science Journal. 8(3): 122-128.

* Corresponding author e-mail: suphasita@yahoo.com
สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน
Innovation in Food Technology Program, College of Health Science, Christian University of Thailand

[18] Gibson, G.R., Roberfoid, M.B. (ed.). (2008). Handbook of prebiotics. New York: CRC Press.

[19] Sabater-Molina M, Larqué E, Torrella F., & Zamora S. (2009). Dietary fructooligosaccharides and potential benefits on health. Journal of Physiology and Biochemistry. 65(3): 315-328.

[20] Bonnema, A.L., Kolberg, L.W., Thomas, W., & Stavin, J.L.(2010). Gastrointestinal tolerance of chicory inulin products. Journal of the American Dietetic Association. 110: 865-868.

[21] Fan, L., Zhang, S., Yu, L., & Ma, L. (2006). Evaluation of antioxidant property and quality of breads containing *Auricularia auricula* polysaccharide flour. Food Chemistry. 101: 1158-1163.

[22] AOAC, (2016). In Association of Official Analytical Chemists, 20th ed. AOAC Inc. Retrieved February 1, 2018 from https://www.megazyme.com/technical-support/dietary-fiber/measurement-of-dietary-fiber.

[23] BAM. (2002). *Microbiological Methods & Bacteriological Analytical Manual* Retrieved October 18, 2015 from http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm2006949.

[24] Da Costa, C. T., Nelson, B. C., Margolis, S. A., & Horton, D. (2000). Separation of blackcurrant anthocyanins by capillary zone electrophoresis. Journal of Chromatography A. (799: 1–2): 321–327.

[25] Ou B., Hampsch-Woodill M., & Prior R.L. (2001). Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 49(10): 4619-26.

[26] Crittenden, R., & Playne, M.J. (2009). Prebiotics In Handbook of Probiotics and Prebiotics; Lee, Y.K., Salminen, S., Eds.; John Wiley & Sons Inc.: Hoboken, NJ, USA, pp. 535–561.

[27] Abeysekara, S., Chilibeck, P.D., Vatanparast, H., et. Al. (2012). A Pulse-based diet is effective for reducing total and LDL-cholesterol in older adults. British Journal of Nutrition. 108 (suppl 1): S103-10.

[28] Hermsdorff HH, Zulet MA, Abete I, and et al. (2011). A legume-based hypocaloric diet reduces proinflammatory status and improves metabolic features in overweight/obese subjects. European Journal of Nutrition. 50: 61-69.

[29] Huebner, J., Wehling, R.L., Parkhurst, A., & Hutkins, R.W. (2008). Effect of processing conditions on the prebiotic activity of commercial prebiotics. International Dairy Journal.18: 287–293.

[30] Wang. Y. (2009). Prebiotics: Present and future in food science and technology. *Food* Research International. 42: 8-12.

* Corresponding author e-mail: suphasita@yahoo.com
สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน
Innovation in Food Technology Program, College of Health Science, Christian University of Thailand