

ผลของการบริโภคเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด
ในผู้สูงอายุที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2*

**The Effect of Riceberry Rice Drink Consumption on Glycated Hemoglobin
(HbA1c) in Elderly with Type 2 Diabetes**

ศุภศิษฐ์ อรุณรุ่งสวัสดิ์**
นิอร ชุมศรี**
ดร.ลักษณา อินทร์กลับ***

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของการบริโภคเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA1c) ในผู้สูงอายุที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 16 คน มีอายุเฉลี่ย 64.80 ± 8.18 ปี รับประทานยารักษาโรคเบาหวาน กลุ่มซัลโฟนิลยูเรียและเม็ทฟอร์มินอย่างต่อเนื่องแต่ยังไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ โดยกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย (BMI) 28.10 ± 3.13 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA1c) ร้อยละ 9.45 ± 1.25 ก่อนเริ่มโครงการ ภายหลังการบริโภคเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่วันละ 250 มิลลิลิตร ต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 3 เดือน ซึ่งเครื่องดื่มมีพลังงาน 51.45 กิโลแคลอรี สารประกอบแอนโทไซยานินโดยรวม 175 ไมโครกรัม

ในรูปของไซยานิดินกับฟีนอลินและมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยรวม (total antioxidant capacity, TAC) ทดสอบด้วยวิธีการวัดค่าความสามารถในการดูดซับอนุมูลอิสระของออกซิเจน (oxygen radical absorbance capacity, ORAC) เท่ากับ 396 ไมโครโมลโทรลล็อกซ์ พบว่า HbA1c ลดลงแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ($8.63 \pm 1.12\%$) ดังนั้นเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่สามารถรับประทานเป็นอาหารว่างระหว่างมื้อเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ควรคู่กับการรักษาทางการแพทย์

คำสำคัญ: ข้าวไรซ์เบอร์รี่ / ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด / ผู้สูงอายุ / เบาหวานประเภทที่ 2

*ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย จากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) โดยการประสานงานของเครือข่ายวิจัยอุดมศึกษาภาคกลางตอนล่าง

**อาจารย์ประจำสาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน

***รองศาสตราจารย์ อาจารย์ประจำสาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน

Abstract

This research studies the effect of riceberry drink (RBDs) consumption on glycated hemoglobin (HbA1c) in 16 elderly with type 2 diabetes with an average age 64.80 ± 8.18 years and had been continually receiving the anti-diabetic drug, sulfonylureas, and metformin but could poorly control of blood sugar level. The participants had an average BMI 28.10 ± 3.13 kg/m² and average HbA1c $9.45 \pm 1.25\%$ before the project participation. After consumption of 250 ml/day RBDs (51.45 kcal total energy, 175 μ g

total anthocyanin in cyanidin and peonidin forms and 396 μ moles TE total antioxidant capacity by ORAC assay) for 3 months, the mean of HbA1c decreased significantly ($p < 0.05$) ($8.63 \pm 1.12\%$). Thus, riceberry drink can drink as a healthy snack during the diet meal for type 2 diabetes mellitus in the elderly together with medication.

Keywords: Riceberry rice / HbA1c / Elderly / Type 2 diabetes

ความสำคัญของปัญหาการวิจัย

ใน พ.ศ. 2559 ประเทศไทยมีประชากรผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไปจำนวน 11 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 16.9 จากจำนวนประชากรทั้งหมด 65.3 ล้านคน และคาดว่าจะเพิ่มเป็น 13 ล้านคน หรือร้อยละ 19.8 ใน พ.ศ. 2564 (Office of the National Economic and Social Development Board, 2017)

ผู้สูงอายุเป็นวัยที่ร่างกายมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ ได้ง่าย สิ่งที่มาคือ อัตราป่วยด้วยโรคต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคไม่ติดต่อ (Non-Communicable Diseases, NCDs) ซึ่งเป็นโรคเรื้อรังที่รักษาไม่หาย ได้แก่ โรคหลอดเลือดสมองหรืออัมพฤกษ์อัมพาต (Stroke) โรคหัวใจขาดเลือด (Ischemic Heart Disease, IHD) โรคเบาหวาน (Diabetes Mellitus, DM) และโรคความดันโลหิตสูง (Hypertension, HT) ทั้งนี้สถานบริการทางการแพทย์และสาธารณสุขต้องเสียค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลเฉลี่ย 3.35 แสนล้านบาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 2.94 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ เฉพาะโรคเบาหวานพบว่า มีค่าใช้จ่ายทั้งสิ้น 3,989 ล้านบาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 15.79 ของโรคไม่ติดต่อทั้งหมด ทั้งนี้โรคไม่ติดต่อดังกล่าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ พ.ศ. 2552 เป็นต้นมา (สำนักโรคไม่ติดต่อ, 2557 และอมรา ทองหงส์ และคณะ, 2555)

โรคเบาหวานชนิดที่ 2 เป็นภาวะที่เซลล์ร่างกาย

ไม่สามารถตอบสนองต่ออินซูลินได้หรือมีภาวะดื้อต่ออินซูลิน (insulin resistance) โดยทั่วไปสามารถพิจารณาจากค่าระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (fasting blood glucose, FBS) ว่ามีค่าสูงกว่า 126 มิลลิกรัม/เดซิลิตรขึ้นไป และหรือมีค่าระดับน้ำตาลกลีเซสมในเลือด (glycated hemoglobin, HbA1c) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงระดับน้ำตาลที่เกาะอยู่กับโปรตีนฮีโมโกลบินของเม็ดเลือดแดงโดยเฉลี่ยในช่วงเวลา 2-3 เดือนที่ผ่านมา ซึ่งคนปกติทั่วไปจะมีค่า HbA1c น้อยกว่าร้อยละ 6.5 (American Diabetes Association, 2016) ปัจจุบันการรักษาโรคเบาหวานชนิดที่ 2 มุ่งควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดด้วยการรับประทานยากกลุ่มซัลโฟนิลยูเรีย (Sulphonylurea) และหรือเมทฟอร์มิน (Metformin) เป็นหลัก โดยมีเป้าหมายให้ผู้ป่วยสามารถควบคุมค่า HbA1c ให้ได้น้อยกว่าร้อยละ 7.0 หรือใกล้เคียง ทั้งนี้ยากกลุ่มซัลโฟนิลยูเรียออกฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของตับอ่อนให้สร้างอินซูลินและถูกขับออกทางไต ดังนั้นไม่ควรใช้ยากกลุ่มนี้กับผู้ป่วยโรคไต และห้ามใช้ในผู้ที่มิประวัติแพ้ยากกลุ่มซัลโฟนิลยูเรียอย่างรุนแรง อีกทั้งอาจพบผลข้างเคียงของยากกลุ่มนี้อีกคือ การเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ (Hypoglycemia) ซึ่งหากเป็นในผู้สูงอายุอาจก่ออันตรายอย่างสูง จึงควรรับประทานยา และอาหารให้ตรงเวลา ผลข้างเคียงของยากกลุ่มซัลโฟนิลยูเรีย นอกเหนือจากภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำแล้วที่พบบ่อยอีก ได้แก่ คลื่นไส้ อาเจียน น้ำหนักตัวเพิ่ม

ตัวเหลืองตาเหลือง เม็ดเลือดขาวต่ำ ขณะที่เม็ทฟอรั่มินจะเป็นยาที่มีประสิทธิภาพในการลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีกว่าโดยจะออกฤทธิ์ส่งเสริมการทำงานของอินซูลินด้วยกระตุ้นการนำน้ำตาลเข้าสู่เซลล์ และการลดการสร้างน้ำตาลจากตับ ลดระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือด ไม่ทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มหรืออาจน้ำหนักลดลงเล็กน้อยเมื่อใช้เป็นยารักษาโรคเบาหวานตัวเดียวจะไม่ทำให้เกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ แต่ถ้าใช้ร่วมกับยากลุ่มซัลโฟนิลยูเรียอาจทำให้เกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำได้ ผลข้างเคียงของเม็ทฟอรั่มินที่สำคัญ คือ การเกิดภาวะกรดแลคติกคั่ง (Lactic acidosis) จึงไม่ควรใช้เม็ทฟอรั่มินในผู้ป่วยโรคตับหรือไตเสื่อม โรคปอดเรื้อรัง โรคหัวใจและโรคหลอดเลือดส่วนปลายตีบ (บุษบา จินดาวิจักษณ์, 2558) แต่ที่ผ่านมาผู้ป่วยที่รับการรักษาโรคเบาหวานด้วยการรับประทานยาทั้งกลุ่มซัลโฟนิลยูเรียและหรือเม็ทฟอรั่มินหลายรายก็ยังไม่สามารถควบคุมระดับ HbA1c ให้อยู่ในเป้าหมายได้ ซึ่งในระยะยาวแล้วหากไม่ได้รับการรักษาอย่างต่อเนื่องหรือรักษาแล้วแต่ก็ยังไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ตามที่ต้องการ อาจก่อให้เกิดอาการแทรกซ้อนได้ เช่น ต้อกระจก (Cataract) โรคเบาหวานขึ้นจอประสาทตา (Diabetic retinopathy) ไตวายเรื้อรัง (Chronic kidney disease) โรคหัวใจและหลอดเลือด (Heart and Cardiovascular disease) โรคหลอดเลือดสมอง (Cerebrovascular disease) ภาวะเลือดเป็นกรดจากสารคีโตน (Ketoacidosis) และแผลเรื้อรังที่เท้าจากปลายประสาทเสื่อมจนอาจต้องตัดเท้าทิ้ง (Kitabchi, 2009, Domingueti et al., 2016)

โรคแทรกซ้อนทั้งหลายดังกล่าวรวมทั้งโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เองต่างมีความเกี่ยวข้องกับอนุมูลอิสระ (free radical) ซึ่งเป็นโมเลกุลที่ไม่เสถียรก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ก่อให้เกิดอนุมูลอิสระของโมเลกุลออกซิเจนที่มีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาสูงหรือรีเอ็กทีฟออกซิเจน (Reactive Oxygen Species, ROS) จัดเป็นตัวออกซิไดซ์ (Oxidizing agent) ที่รุนแรงสามารถแย่งชิงอิเล็กตรอนจากสารอื่นได้เช่นกัน (Ibrahim et al., 2014 และ Giacco and Brownlee, 2010) ไม่ว่าอนุมูลอิสระจะเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาชีวเคมีในร่างกายเองหรือได้รับจาก

ภายนอกก็ตามล้วนส่งผลให้ร่างกายสะสมอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น ร่างกายจึงสร้างสารต้านอนุมูลอิสระ (Anti-free radicals) ขึ้นมาเพื่อยุติปฏิกิริยาออกซิเดชันดังกล่าว สารต้านอนุมูลอิสระที่ร่างกายสร้างขึ้นมาจัดเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือแอนติออกซิแดนท์ (Antioxidant) ได้แก่ กลูตาไธโอน (Glutathione) อัลบูมิน (Albumin) ทรานส์เฟอร์ริน (Transferrin) บิลิรูบิน (Bilirubin) และซิสเทอีน (Cysteine) เป็นต้น รวมทั้งเอนไซม์บางชนิดที่ออกฤทธิ์ยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ เช่น คตะเลส (Catalase, CAT) และซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส (Superoxide dismutase, SOD) เป็นต้น ทั้งนี้ร่างกายจะสร้างสารต้านอนุมูลอิสระลดลงเมื่ออายุเข้าสู่วัยชรา สมาคมโรคเบาหวานแห่งอเมริกา (American Diabetes Association, ADA) จึงกำหนดให้อาหารที่อุดมด้วยสารต้านอนุมูลอิสระเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้ในการดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวานควบคู่กับการรักษาด้วยการรับประทานยา ซึ่งต้องให้ผู้ผู้ป่วยมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมมาริโคม (American Diabetes Association, 2007, อัญชลี ศรีจำเริญ, 2556 และจุฑา ลัมมะสุต, 2552) ทั้งนี้สารต้านอนุมูลอิสระที่พบในอาหารทั้งผัก ผลไม้และธัญพืชทั้งหลายที่รู้จักกันในปัจจุบัน ได้แก่ วิตามินอี หรือโทโคฟีรอล (Tocopherols) จักร้าขาว ข้าวโพด ข้าวกล้อง ถั่วแดง ถั่วเหลือง เมล็ดทานตะวัน และเมล็ดงา เป็นต้น ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) พบมากในแอปเปิ้ล หัวหอม และชา เบต้าแคโรทีน (β -carotene) สารที่ให้สีเหลืองส้มในผักทอง แครอท มะเขือเทศ มะละกอ ตำลึง ผักบุ้ง ผักกวางตุ้ง ผักคะน้า และแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) สารที่ให้สีแดง ม่วง น้ำเงิน ในดอกอัญชัน องุ่น ข้าวสาลีและข้าวไรซ์เบอร์รี่ เป็นต้น

แอนโทไซยานินเป็นสารที่ละลายน้ำได้ดีมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระหรือแอนติออกซิแดนท์ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไลโปโปรตีน (Lipoprotein) ชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDL) ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดให้ต่ำลง แอนโทไซยานินจึงมีบทบาทต่อการป้องกันและลดความเสี่ยงของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังชนิดต่างๆ ได้แก่ โรคหลอดเลือดสมอง โรคหลอดเลือดหัวใจและโรคเบาหวาน (Sancho, 2012) แอนโทไซยานินประกอบด้วยส่วนอะไกลโคน (Aglycone)

หรือแอนโทไซยานิน (Anthocyanidins) ที่พบมากมีอยู่ 6 ชนิด ได้แก่ เพลาโกนิน (Pelargonidin) ไซยานิน (Cyanidin) เดลฟินิดิน (Delphinidin) พีโอนิน (Peonidin) เพทูนิน (Petunidin) และมอลวิดิน (Malvidin) (อรุษา เชาวณิลลิต, 2554) มีการศึกษาพบว่า แอนโทไซยานินมีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 โดยกระตุ้นการสร้างและหลั่งอินซูลินและลดภาวะดื้อต่ออินซูลิน (Sancho et al., 2012) ทั้งนี้ผลไม้กลุ่มเบอร์รี่นับเป็นแหล่งสำคัญของแอนโทไซยานินโดยมีการศึกษาให้ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 รับประทานน้ำเชอร์รี่เข้มข้นที่มีแอนโทไซยานินชนิดเดลฟินิดินมีผลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลงอย่างมีนัยสำคัญจึงลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ (Atie-Jafari et al., 2008) และยังพบอีกว่าแอนโทไซยานินจากสารสกัดจากข้าวสาลีสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานได้โดยการกระตุ้นการสร้างและการหลั่งอินซูลิน ลดภาวะดื้อต่ออินซูลิน และลดการดูดซึมน้ำตาลในลำไส้เล็ก ซึ่งมีกลไกการออกฤทธิ์เช่นเดียวกับยารักษาโรคเบาหวาน ด้วยยากกลุ่มซัลโฟนิลยูเรียเม็ทฟอร์มินตามลำดับ (Hanhineva et al., 2010)

Stull และคณะทำการศึกษาถึงประสิทธิผลของเครื่องดื่มสมูตตี้ที่เติมบลูเบอร์รี่จำนวน 22.5 กรัม ในอาสาสมัครชายหญิงที่มีอายุเฉลี่ย 54.3 ปี ดัชนีมวลกาย (BMI) เฉลี่ย 36.8 0.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ที่มีภาวะอ้วนและดื้อต่ออินซูลินจำนวน 15 คน รับประทานวันละ 2 ครั้ง ในมื้อเช้าและเย็น นาน 6 สัปดาห์เทียบกับกลุ่มควบคุมจำนวน 17 คน ที่กินเครื่องดื่มสมูตตี้ปกติ พบว่า ในกลุ่มที่บริโภคเครื่องดื่มสมูตตี้ที่เติมบลูเบอร์รี่มีภาวะดื้อต่ออินซูลินลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Stull et al., 2010) และจากการศึกษาให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 29 คน รับประทานแอนโทไซยานินสกัดในรูปแบบแคปซูลอาหารเสริม 80 มิลลิกรัม วันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 24 สัปดาห์ มีผลช่วยลดภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ (dyslipidemia) โดยลดระดับคอเลสเตอรอลชนิดความหนาแน่นต่ำ (LDL-cholesterol) และไตรกลีเซอไรด์ลงร้อยละ 7.9 และร้อยละ 23 ตามลำดับและช่วยลดภาวะดื้อต่ออินซูลินด้วยการลดระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (FBS) ได้ร้อยละ 8.5 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างที่รับประทานยาหลอก (Li et al., 2015)

การศึกษาประสิทธิผลของแอนโทไซยานินจากข้าวไรซ์เบอร์รี่ยังอยู่จำกัด เนื่องจากเป็นข้าวพันธุ์ใหม่ที่ได้จากการผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างข้าวหอมมะลิและข้าวหอมมะลิ 105 (Rice Research Center Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, อ้างถึงใน ศุภศิษฐ์ อรุณรุ่งสวัสดิ์, 2558) ลักษณะเมล็ดเรียวยาว หุงสุกให้นุ่มได้ยากกว่าข้าวสีพันธุ์อื่นๆ แต่อุดมไปด้วยสารอาหารชนิดต่างๆ โดยเฉพาะมีสารสีม่วงเข้มจากแอนโทไซยานิน ในรูปของสารประกอบกลูโคไซด์ของไซยานิดิน (Cyanidin-3-glucoside) และพีโอนิน (Peonidin-3-glucoside) (Prangthip et al., 2013; Leardkamolkarn et al., 2011; Kongkachuchai et al., 2013) ดังนั้นหากมีการศึกษาวิจัยเป็นเบื้องต้นถึงประสิทธิผลของสารสีที่มีอยู่ในข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ก็จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่มีประโยชน์ต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการบริโภคเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA1c) ในผู้สูงอายุที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษผลของการบริโภคเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 นี้เป็นการศึกษาวิจัยทางคลินิกเชิงโภชนาการเบื้องต้น (Nutrition preclinical trial) เพื่อศึกษาประสิทธิผลของสารออกฤทธิ์ที่มีอยู่ในเครื่องดื่ม (สารประกอบแอนโทไซยานิน) ทำการทดลองในประชากรกลุ่มเดียวเพื่อลดความแปรปรวนระหว่างประชากร จำนวน 10-20 คน เปรียบเทียบผลทางห้องปฏิบัติการก่อนและหลังได้แก่ ค่าระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA1c) ในระยะเวลาและขนาดการบริโภคที่คาดว่าจะให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (วิญญู ธรรมลิขิตกุล, 2556) จึงดำเนินการประสานงานขอความร่วมมือกับโรงพยาบาลบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร และศูนย์บริการสาธารณสุข ชุมชน เทศบาลตำบลดอนยายหอม จังหวัดนครปฐม

เพื่อรับสมัครผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 60 ขึ้นไปที่เป็นโรคเบาหวานประเภทที่ 2 จำนวน 20 คน รับประทานยารักษาโรคเบาหวาน กลุ่มซัลโฟนิลยูเรียและเมทฟอร์มินตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป โดยยังไม่มีภาวะแทรกซ้อน มีดัชนีมวลกาย (BMI) ตั้งแต่ 25.0 กิโลกรัมต่อตารางเมตรขึ้นไป และมีค่า HbA1c ตั้งแต่ ร้อยละ 8.0 ขึ้นไป

การพิทักษ์สิทธิ์ผู้ร่วมการทดสอบ

อาสาสมัครผู้สูงอายุที่สนใจเข้าร่วมโครงการทุกคนลงชื่อรับทราบในเอกสารแสดงความยินยอมการทำวิจัยในมนุษย์ที่ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยและการทดลองในมนุษย์ของมหาวิทยาลัยคริสเตียน (เลขที่โครงการ 1/2558) โดยได้รับความเห็นชอบจากแพทย์เจ้าของไข้และญาติผู้ดูแล ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมโครงการทุกคนมีอิสระในการบอกยกเลิกการทดสอบเมื่อใดก็ได้โดยไม่มีผลต่อการเข้ารับการรักษาในอนาคตแต่อย่างใด

การเตรียมตัวอย่างเครื่องต้มข้าวไรซ์เบอร์รี่

ตัวอย่างเครื่องต้มข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ใช้ในการทดสอบนี้พัฒนาสูตรการผลิตโดยสาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน ซึ่งเป็นสูตรที่ได้รับคำแนะนำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุดจากผู้ทดสอบชิมอายุ 20-69 ปี ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 25 คน ด้วยแบบทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยเครื่องต้มนี้จะทำการวิเคราะห์ปริมาณพลังงานทั้งหมดโดยการคำนวณ ปริมาณความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน โยอาหาร และเถ้า (AOAC, 2012) รวมทั้งวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบแอนโทไซยานินโดยรวม (Total anthocyanin) (Da Costa et al., 2000) และความสามารถต้านอนุมูลอิสระโดยรวม (total antioxidant capacity, TAC) ทดสอบด้วยวิธีการวัดความสามารถในการดูดซับอนุมูลอิสระของออกซิเจน (oxygen radical absorbance capacity, ORAC) (Ou et al., 2001) ปริมาณยีสต์และรา และโคลิฟอร์ม (BAM, 2002)

โดยเครื่องต้มข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่จะนำไปใช้ทดสอบนี้เป็นสูตรที่มีอัตราส่วนระหว่างข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อน้ำเท่ากับ 1 : 20 ผสมกับงาดำคั่วร้อยละ 1.0 มีค่าความหนืดเท่ากับ 178.4 เซนติพอยต์ เครื่องต้มมีพลังงานทั้งหมด 20.58 กิโลแคลอรี ต่อ 100 มิลลิลิตร มีความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน โยอาหารและเถ้า ร้อยละ 94.35, 3.45, 0.57, 0.50, 0.33 และ 0.13 กรัมตามลำดับ ปริมาณยีสต์และรา น้อยกว่า 1 cfu/100 มิลลิลิตร และปริมาณแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มน้อยกว่า 1.1 MPN/100 มิลลิลิตร มีสารประกอบแอนโทไซยานินโดยรวมเท่ากับ 0.07 ± 0.00 มิลลิกรัม ต่อ 100 มิลลิลิตร ในรูปของไซยานิดินกับฟีนอลิกและค่า ORAC เท่ากับ $158.65 \pm 9.16 \mu\text{moles TE}/100 \text{ ml}$ (นิอร ชุมศรี และ ศุภศิษฐ์ อรุณรุ่งสวัสดิ์, 2559) โดยจะให้ผู้สูงอายุจะบริโภคเครื่องต้มข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรนี้วันละ 250 มิลลิลิตร ซึ่งจะได้พลังงานทั้งสิ้น 51.45 กิโลแคลอรี สารประกอบแอนโทไซยานินโดยรวม 175 ไมโครกรัม โดยมีค่า ORAC เท่ากับ $396 \mu\text{moles TE}$ เป็นอาหารว่างระหว่างมื้อทุกวันต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

ทั้งนี้ก่อนการทดสอบผลของการบริโภคเครื่องต้มนี้ในผู้สูงอายุที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ทำการทดสอบการผลิตและทดสอบผลของการบริโภคร่วมกับอาสาสมัครผู้สูงอายุที่มีสุขภาพทั่วไปปกติมีค่าระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA1c) ต่ำกว่าร้อยละ 6.5 ก่อนเป็นเวลา 3 เดือน (จำนวน 3 คน) พบว่า เครื่องต้มข้าวไรซ์เบอร์รี่นี้ไม่มีผลต่อค่าระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือดแต่อย่างใด (ไม่ได้แสดงข้อมูล)

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้สูงอายุที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 20 คน ที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือกได้รับการตรวจร่างกายโดยทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย ระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (Fasting blood glucose, FBS) และค่าระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA1c) โดยจะเก็บข้อมูล 3 ระยะเวลา ได้แก่ ระยะเวลา 1 ปีก่อนเข้าร่วมโครงการ 3 เดือนก่อนเข้าร่วมโครงการและหลังเข้าร่วมโครงการครบ 3 เดือน รายงานผลในรูปของค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการด้วยการทดสอบค่าที (t-test for dependent sample)

ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโดยจะตัดสินว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อค่า p น้อยกว่า 0.05 ($p\text{-value} < 0.05$)

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผู้สูงอายุที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่เข้าร่วม

โครงการครบตามระยะเวลาที่กำหนดมีจำนวนทั้งสิ้น 16 คน แบ่งเป็นเพศชาย 6 คน เพศหญิง 10 คน มีอายุเฉลี่ย 64.80 ± 8.18 ปี โดยมีผลการประเมินสุขภาพเปรียบเทียบผลทางห้องปฏิบัติการก่อนและหลังเข้าร่วมโครงการ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2

	ก่อนเข้าร่วมโครงการ	หลังเข้าร่วมโครงการ	$p\text{-value}$
ดัชนีมวลกาย (BMI) (kg/m^2)	28.10 ± 3.13	27.89 ± 2.72	0.616
น้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (FBS) (mg/dl)	166.75 ± 38.14	141.88 ± 42.12	0.059
ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด HbA1c (%)	9.45 ± 1.25	8.63 ± 1.12	0.003*

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

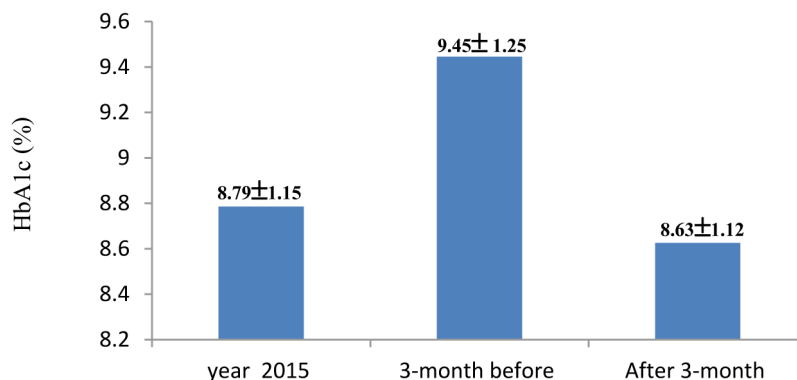
จากตารางที่ 1 พบว่า ก่อนเข้าร่วมโครงการกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุมีดัชนีมวลกาย (BMI) เฉลี่ย 28.10 ± 3.13 กิโลกรัมต่อตารางเมตร จัดเป็นโรคอ้วนระดับที่ 2 (BMI สำหรับคนเอเชีย (Sports Science and Technology, College, Mahidol University, 2009 และ WHO, 2016) จัดว่ามีความเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อนทั้งหลายดังกล่าว ขณะที่ระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (FBS) เฉลี่ยเท่ากับ 166.75 ± 38.14 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA1c) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 9.45 ± 1.25 เมื่อบริโภคเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่วันละ 250 มิลลิลิตรต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 3 เดือน ควบคู่กับการรับประทานยาโรคเบาหวานกลุ่มซัลโฟนิลยูเรีย และเม็ทฟอร์มินตามปกติ พบว่า ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA1c) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเข้าร่วมโครงการที่ร้อยละ 8.63 ± 1.12 ขณะที่ระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (FBS) และดัชนีมวลกาย (BMI) มีแนวโน้มลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาค่าระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA1c) ในระยะเวลา 1 ปี ก่อนเข้าร่วมโครงการซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 8.79 ± 1.15 พบว่า ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA1c) หลังเข้าร่วมโครงการมีค่าเฉลี่ยลดลงแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) (รูปที่ 1)

ทั้งนี้ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA1c) ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอาจเกิดจากสารต้านอนุมูล

อิสระ ได้แก่ สารประกอบแอนโทไซยานินที่มีคุณสมบัติต้านเบาหวาน (Anti-diabetic) ช่วยปรับระบบการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระให้ทำงานได้ดีขึ้นกว่าเดิม (ก่อนเข้าร่วมโครงการ) เนื่องจากโรคเบาหวานชนิดที่ 2 มีความเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของโมเลกุลออกซิเจนที่มีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาสูงหรือรีแอ็กทีฟออกซิเจน (ROS) ที่ส่งผลให้สารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายลดลง แต่เมื่อบริโภคเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นประจำ สารประกอบแอนโทไซยานินในเครื่องดื่มอาจกระตุ้นการสร้างและหลังอินซูลินและลดภาวะดื้อต่ออินซูลิน ทำให้ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA1c) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Sancho et al., 2012) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Prangthip และคณะ (2013) ที่พบว่าหนูทดลองที่ถูกเหนี่ยวนำให้มีภาวะน้ำตาลในเลือดสูง (Hyperglycemia) และภาวะไขมันในเลือดสูง (Hyperlipidemia) จะมีอาการดีขึ้นเมื่อได้รับอาหารเสริมที่มีรำข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นส่วนประกอบซึ่งมีสารออกฤทธิ์เป็นสารประกอบแอนโทไซยานินเช่นเดียวกับสารต้านอนุมูลอิสระในเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่ใช้ในการทดสอบวิจัยนี้ เช่นเดียวกับสารประกอบแอนโทไซยานิน ที่พบในผลไม้กลุ่มเบอร์รี่ที่มีสมบัติต้านอนุมูลอิสระสามารถชะลอความเสื่อมของเซลล์และช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดให้ต่ำลงได้เช่นกัน (Weisel et al., 2006; Kähkönen & Heinonen, 2003) และเมื่อพิจารณาจากค่าระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร (FBS) ที่ลดลงจาก 166.75 ± 38.14 เป็น 141.88 ± 42.12 mg/dl หรือลดลงร้อยละ 14.91 แตกต่าง

โดยผู้สูงอายุที่บริโภคน้ำตาลเทียม 250 มิลลิกรัม จะได้รับสารประกอบแอนโทไซยานิน 175 ไมโครกรัม ต่อวัน สอดคล้องกับงานวิจัยที่ให้ผู้ป่วยโรคเบาหวาน ชนิดที่ 2 จำนวน 29 คน รับประทานแอนโทไซยานินสกัด

ในรูปแคปซูล อาหารเสริม 80 มิลลิกรัม วันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 24 สัปดาห์ มีผล ลดระดับน้ำตาลในเลือด ขณะอดอาหาร (FBS) ได้ร้อยละ 8.5 (Li et al., 2015)



รูปที่ 1 ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA1c) ของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการ:

- year 2015 คือ ระยะเวลา 1 ปีก่อนเข้าร่วมโครงการ
- 3-month before คือ ระยะเวลา 3 เดือนก่อนเข้าร่วมโครงการ
- After 3-month คือ หลังเข้าร่วมโครงการครบ 3 เดือน

เมื่อพิจารณาจากระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด (HbA1c) ของกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุในระยะเวลา 1 ปีก่อนเข้าร่วมโครงการ (รูปที่ 1) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 8.79 ± 1.15 โดยผู้สูงอายุรับประทานยารักษาโรคเบาหวาน ทั้งกลุ่มกลุ่มซัลโฟนิลยูเรียและหรือเมทฟอร์มินอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา 1 ปี แต่ก็ยังไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้และมีค่า HbA1c เฉลี่ยสูงขึ้นเป็นร้อยละ 9.45 ± 1.25 ซึ่งนับว่ามีความแปรปรวนค่อนข้างสูงที่อาจเกิดจากรูปแบบหรือพฤติกรรมการบริโภค โดยมีความคาดหวังว่าเมื่อรับประทานยารักษาโรคเบาหวานแล้วจะสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้โดยมีต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคแต่อย่างใด แต่กลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมตลอดระยะเวลา 3 เดือนที่เข้าร่วมโครงการโดยการบริโภคเครื่องดื่มที่มีสารต้านอนุมูลอิสระจึงส่งผลให้ค่า HbA1c เฉลี่ยลดลงร้อยละ 0.82 ส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนลดน้อยลง (Thomas, Alder and Leese, 2004) สอดคล้องกับสมาคมโรคเบาหวานแห่งอเมริกาที่กำหนดให้ผู้ป่วยมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคโดยเลือก

รับประทานอาหารที่อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระควบคู่กับการรักษาด้วยการรับประทานยา (American Diabetes Association, ADA, 2007 และรุจิรา สัมมะสุต, 2552)

สรุปผลการวิจัย

เครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่สูตรที่ผ่านการพัฒนาแปรรูปให้มีอัตราส่วนที่เหมาะสมได้เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่มีเนื้อสัมผัสรสชาติเป็นที่ยอมรับและสะดวกต่อการบริโภค สามารถใช้เป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ควบคู่กับการรับการรักษาทางการแพทย์

ข้อเสนอแนะการนำไปใช้ประโยชน์

การทดลองนี้เป็นการศึกษาวิจัยทางคลินิกเชิงโภชนาการเบื้องต้นที่สามารถใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการศึกษาวิจัยทางคลินิกในระดับต่อไป (placebo-controlled clinical trial) เพื่อพัฒนาให้เป็นวิธีการรักษาโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในผู้สูงอายุควบคู่ไปกับการรักษาทางการแพทย์ต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- นิอร ชุมศรีและศุภศิษฏ์ อรุณรุ่งสวัสดิ์. (2559). การพัฒนาเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำ. *วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน*. 22(3), 340-351.
- บุษบา จินดาวิจักษณ์. (2558). *ยารักษาโรคเบาหวาน...ใช้อย่างไร*. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 6 สิงหาคม 2558, จาก www.pharmacy.mahidol.ac.th/knowledge/files/0027.pdf.
- รุจิรา สัมมะสุต. (2552). หลักการปฏิบัติด้านโภชนาบำบัด. พิมพ์ครั้งที่ 3. ปราจีนบุรี: สุพัทธการพิมพ์.
- วิษณุ ธรรมลิขิตกุล. (2556). การวิจัยสมุนไพรทางคลินิก. เวชบัณฑิตยสาร. 6(1), 22-32.
- สำนักโรคไม่ติดต่อ. (2557). ข้อมูลโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 18 ตุลาคม 2557. จาก <http://www.thaincd.com/information-statistic/non-communicable-disease-data.php>.
- ศุภศิษฏ์ อรุณรุ่งสวัสดิ์. (2558). แอนโทไซยานิน สารพฤษเคมีต้านเบาหวาน. *วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน*. 21(4), 666-677.
- อรุษา เชวานลิขิต. (2554). การสกัดและวิธีการวิเคราะห์แอนโทไซยานิน. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*. (6), 26-36.
- อมรา ทองหงษ์, กมลชนก เทพลีลา, ภาคภูมิ จงพิริยะอนันต์ และธนวันต์ กาภิรมย์. (2555). รายงานการเฝ้าระวังโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง พ.ศ. 2553. รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำสัปดาห์. 43(17), 257-264. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม 2556. จาก <http://www.boe.moph.go.th/Annual/AESR2011/index.html>.
- อัญชลี ศรีจำเริญ. (2556). *อาหารและโภชนาการ การป้องกันและบำบัดโรค*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- American Diabetes Association. (2016). Classification and diagnosis of diabetes. *Diabetes Care*. 39(suppl 1), S13-S22.
- American Diabetes Association. (2007). Nutrition recommendations and interventions for Diabetes. *Diabetes Care*. 30(suppl 1), S48-S65.
- AOAC. (2012). *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (2012). 19th ed. Gaithersburg, MD, USA: AOAC international.
- Atie-Jafari, A., and et al. (2008). Effects of sour cherry juice on blood glucose and some cardiovascular risk factors improvements in diabetic women-A pilot study. *Nutrition and Food Science*. 38(4), 355-360.
- BAM. (2002). *Microbiological Methods & Bacteriological Analytical Manual*. [Online]. Retrieved October 18, 2015, from <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm2006949.htm>.
- Da Costa, C. T., Nelson, B. C., Margolis, S. A., and Horton, D. (2000). Separation of blackcurrant anthocyanins by capillary zone electrophoresis. *Journal of Chromatography A*. (799: 1-2), 321-327.
- Domingueti, C.P., Dusse, L.M.S., Carvalho, M.D.G., Sousa, L.P.D., Gomes, K.B., and Fernandes, A.P. (2016). Diabetes mellitus: The linkage between oxidative stress, inflammation, hypercoagulability and vascular complications. *Journal of Diabetes and Its Complications*. (30), 738-745.

- Giacco, F., and Brownlee, M. (2010). Oxidative stress and diabetic complications. *Circulation Research*. (107), 1058–1070.
- Hanhineva, K., and et al. (2010). Impact of dietary polyphenols on carbohydrate metabolism. *International Journal of Molecular Sciences*. (11), 1365–1402.
- Ibrahim, M.A., Koorbanally, N.A., and 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.
- Kähkönen, M.P. and Heinonen, M. (2003). Antioxidant activity of anthocyanins and their Aglycons. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. (51), 628–633.
- Kitabchi, A.E., Umpierrez, G.E., Miles, J.M., and Fisher, J.N. (2009). Hyperglycemic crises in adult patients with diabetes. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2699725> *Diabetes Care* 32(7), 1335–43.
- Kongkachuichai, R., Prangthip, P., Surasiang, R., Posuwan, J., Charoensiri, R., Kettawan, A., and Vanavichit, A. (2013). Effect of riceberry oil (deep purple oil: *Oryza sativa* Indica) supplementation on hyperglycemia and change in lipid profile in Streptozotocin (STZ) induced diabetic rats fed a high fat diet. *International Food Research Journal*. 20(2), 873–882.
- Leardkamolkarn, V., Thongthep, W., Suttiarporn, P., Kongkachuichai, R., Wongpornchai, S., and Wanavijitr, A. (2011). Chemopreventive properties of bran extracted from a newly-developed Thai rice: The Riceberry. *Food Chemistry*. (125), 978–985.
- Li, D., Zhang, Y., Liu, Y., Sun, R., and Xia, M. (2015). Purified anthocyanin supplementation reduces dyslipidemia, enhances antioxidant capacity, and prevents insulin resistance in diabetic patients. *Journal of Nutrition*. 145(4), 742–748.
- Office of the National Economic and Social Development Board. (2017). *National Economic and Social Development Plan No. 12, 2017–2021*. [Online]. Retrieved February 1, 2018, from http://www.nesdb.go.th/ewt_news.php?nid=6420.
- Ou B., Hampsch-Woodill M., and 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), 4619–4926.
- Prangthip, P., Surasiang, R., Charoensiri, R., Leardkamolkarn, V., Komindr, S., Yamborisut, U., Vanavichit, A., and Kongkachuichai, R. (2013). Amelioration of hyperglycemia, hyperlipidemia, oxidative stress and inflammation in streptozotocin-induced diabetic rats fed a high fat diet by riceberry supplement. *Journal of Functional foods*. (5), 195–203.
- 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.
- Sports Science and Technology, College, Mahidol University. (2009). *BMI: Body Mass Index*. [Online]. Retrieved February 9, 2018, from https://ss.mahidol.ac.th/th2/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=2&Itemid=136

- Stull, A.J., Cash, K.C., Johnson, W.D., Champagne, C.M., and Cefalu, W.T. (2010). Bioactives in Blueberries Improve Insulin Sensitivity in Obese, Insulin-Resistant Men and Women. *The Journal of Nutrition*. (140), 1764–1768.
- Thomas, N., Alder, E., and Leese, G. P. (2004). Barriers to physical activity in patients with diabetes. *Postgrad Medical Journal*. 80(943), 287–91.
- Weisel, T., Baum, M., Eisenbrand, G., Dietrich, H., Will, F., Stockis, J.P., Kulling, S., Rüfer, K., Johannes, C., and Christine Janzowski, C. (2006). An anthocyanin/polyphenolic rich fruits juice reduces oxidative DNA damage and increase glutathione level in healthy probands. *Biotechnology Journal*. (1), 388–397.
- WHO.(2016). *Obesity and overweight*. [Online]. Retrieved March 2, 2013, from <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>.

