

การพัฒนาเครื่องดื่มจากข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำ*

The Development of Drink from Riceberry with Black Sesame

นิอร ชุมศรี**
ศุภาศิษฐ์ อรุณรุ่งสวัสดิ์**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการพัฒนาเครื่องดื่มสุขภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำเพื่อผลิตเป็นอาหารมีโอเมก้าสำหรับผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 น้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่ถูกเตรียมโดยใช้การทดสอบทางประสาทสัมผัสจากผู้ชิมจำนวน 25 คน เพื่อศึกษาสูตรเบื้องต้นที่เหมาะสมของอัตราส่วนระหว่างข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อน้ำและปริมาณงาดำที่เหมาะสม ตัวอย่างข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำถูกเตรียมที่อัตราส่วน 1:15 1:17.5 และ 1:20 ตามลำดับ สูตรตัวอย่างข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอัตราส่วน 1:20 ได้รับความเห็นชอบการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุดด้านเนื้อสัมผัส (Texture) และการยอมรับโดยรวม (Overall acceptance) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สูตรเบื้องต้นดังกล่าวนำไปศึกษาปริมาณงาดำที่ระดับร้อยละ 0.5 1.0 1.5 และ 2.0 ตามลำดับ โดยพบว่ากลิ่นรส (Flavor) เนื้อสัมผัส รสชาติ (Taste) และการยอมรับโดยรวมของตัวอย่างที่ใส่งาดำร้อยละ 1.0 ได้รับความเห็นชอบสูงกว่าระดับอื่น ดังนั้นสูตรการผลิตน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำที่เหมาะสมคือ ข้าวไรซ์เบอร์รี่

1 ส่วน น้ำ 20 ส่วนและงาดำร้อยละ 1.0 นำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive compounds) การต้านออกซิเดชัน คุณสมบัติทางกายภาพและจุลินทรีย์ พบว่า น้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำมีพลังงานทั้งหมด 20.58 kcal/100 มิลลิลิตร มีปริมาณสารประกอบแอนโทไซยานินโดยรวม (Total anthocyanins) มีค่าเท่ากับ 0.07 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร สารต้านออกซิเดชันโดยรวมวิเคราะห์ด้วยวิธี ORAC มีค่าเท่ากับ 158.65 $\mu\text{mole TE}$ ขณะที่การยับยั้งออกซิเดชันทดสอบด้วยวิธี DPPH มีค่าร้อยละ 39.96 ค่าความหนืดของน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Viscosity) มีค่าเท่ากับ 178.40 เซนติพอยส์ ผลิตภัณฑ์มีสีสว่างเทาโดยมีค่า lightness (L) ค่า yellowness (b^*) และค่า redness (a^*) เท่ากับ 0.16, 0.23 และ 0.01 ตามลำดับ ปริมาณยีสต์และรา และโคลิฟอร์มไม่เกินมาตรฐานตามข้อกำหนดของคณะกรรมการอาหารและยา

*ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย จากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) โดยการประสานงานของเครือข่ายวิจัยอุดมศึกษาภาคกลางตอนล่างและได้รับทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยคริสเตียน

* อาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยคริสเตียน

Abstract

This research studied the development of a healthy drink from riceberry with the addition of roasted black sesame in order to produce as a snack for type 2 diabetic patients. The samples were prepared and examined for sensory evaluation by using 25 panelists which aimed to study the appropriate formula by evaluation of the ratio between riceberry and water and the sesame levels. The different ratios of riceberry and water were prepared at 1:15, 1:17.5, and 1:20, respectively. The sample contained riceberry and water at 1:20 received the highest score which was significantly different ($p < 0.05$) in texture levels at 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 percent. Flavor, texture, taste and overall acceptability of 1.0 percent sesame scored higher than the other levels. Thus, the most acceptance Riceberry drink formula

was produced from 1:20 of Riceberry rice and water and 1.0 percent roasted sesame. This acceptable formula was chosen to measure the bioactive compounds, antioxidant activity, physical and microbiological qualities. Riceberry drink provided 20.58 kcal/ 100 milliliters. The content of total anthocyanin bioactive compound was 0.07 mg/100 ml. The total antioxidant (ORAC) was 158.65 μ mole TE while the inhibition activity was 39.96 percent. The viscosity of the product was 178.4 centipoise. The product had the dark purple color. The lightness (L^*), yellowness (b^*) and redness (a^*) were 0.16, 0.23 and 0.01 respectively. Yeast and mold and coliform examination were within the limit according to the microbiological specifications of Food and Drug of Thailand.

ความสำคัญของการวิจัย

ประเทศไทยเป็นพื้นที่ปลูกข้าวที่สำคัญและมี การปลูกข้าวได้หลายสายพันธุ์ โดยเฉพาะปลูกเป็นพืช เศรษฐกิจเพื่อบริโภคภายในประเทศและส่งออก ปริมาณข้าวส่งออกของประเทศไทยคาดการณ์ปีการ ส่งออกในปี 2558 มีปริมาณกว่า 9 ล้านตัน (วันวิสาข์, 2557) ข้าวสายพันธุ์ต่างๆ ในประเทศไทยเป็นที่ต้อง การในตลาดได้แก่ ข้าวหอม ข้าวขาวและข้าวเหนียว ปัจจุบันข้าวไรซ์เบอร์รี่ (*Oryza sativa*) ซึ่งเป็นข้าวสี (colored rice) ที่มีรงควัตถุสีม่วงแดงเกิดจากการ ผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างข้าวหอมนิลและข้าวหอมมะลิ 105 เป็นข้าวที่ได้รับความนิยมในผู้บริโภคกลุ่มดูแล

สุขภาพข้าวไรซ์เบอร์รี่อุดมไปด้วยใยอาหาร ธาตุเหล็ก ไนอะซิน (niacin) วิตามินบี 2 สารออกฤทธิ์ ทางชีวภาพ โดยเฉพาะสารประกอบแอนโทไซยานิน (Anthocyanins) เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ทำให้ข้าวไรซ์เบอร์รี่มีสี ม่วงแดง ซึ่งพบอยู่ในรูปของสารประกอบกลูโคไซด์ของ ไชยานิดิน (Cyanidin-3-glucoside) และฟิโอนิดิน (Peonidin-3-glucoside) (Prangthip *et al.*, 2013; Leardkamolkarn *et al.*, 2011, Kongkachuichai *et al.*, 2013)

สารประกอบแอนโทไซยานินมีสมบัติ ในการต้านอนุมูลอิสระโดยสามารถชะลอการเกิด โรคเรื้อรังที่เกิดจากการเสื่อมของร่างกาย

(Chronic degenerative diseases) และเกี่ยวข้องกับการทำลายดีเอ็นเอ (DNA) การออกซิเดชันของไลโปโซมและไขมัน LDL ในหลอดทดลอง (in vitro) (Weisel et al., 2006; Kähkönen and Heinonen, 2003) มีการศึกษาพบว่าสารประกอบแอนโทไซยานินมีคุณสมบัติการต้านการเกิดเบาหวาน (Anti-diabetic) (Sancho & Pastor, 2012) โดยขึ้นอยู่กับโครงสร้างและชนิดของสารประกอบแอนโทไซยานินซึ่งสามารถพบได้จากผลไม้ ผัก และธัญพืช นอกจากนี้พบว่าอาหารเสริมที่มีข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นส่วนประกอบแสดงความสามารถในการพัฒนาภาวะน้ำตาลสูง (Hyperglycemia) และภาวะไขมันสูง (Hyperlipidemia) ในหนูทดลองให้ดีขึ้น (Prangthip et al., 2013; Ruethaithip, 2011)

งาเป็นแหล่งของสารอาหารและสารประกอบออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์ องค์ประกอบทางเคมีของงาประกอบด้วย ไขมัน ร้อยละ 43-50 ความชื้น ร้อยละ 10-15 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 5-6 เถ้าร้อยละ 5-6 โยอาหาร 4-5 และโปรตีนร้อยละ 15-20 (Jannat et al., 2010) สารประกอบลิแกน กลูโคไซด์ ที่พบในงามีบทบาทสำคัญในการเป็นสารต้านออกซิเดชัน ได้แก่ สารเซซามิน (Sesamin) สารเซซาโมลิน (Sesamol) สารเซซามินอล (Sesaminol) (Shahidi et al., 1997; Philip et al., 2010) โดยมีผลต่อการลดความดันเลือดและไขมันในเส้นเลือด (Jannat et al., 2010) นอกจากนี้ การใช้ น้ำมันงาร่วมกับยาไกลเบนคลาไมด์ (Glibenclamide) ช่วยบำบัดภาวะน้ำตาลในเลือดสูง ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (Sankar, 2011)

ปัจจุบันผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Type 2 diabetes mellitus) มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น โรคเบาหวานชนิดที่ 2 หรือชนิดที่ไม่ต้องพึ่งอินซูลิน เกิดจากร่างกายมีภาวะดื้อต่อฮอร์โมนอินซูลินหรือดื้ออินซูลิน การหลั่งฮอร์โมนอินซูลินลดลงหรือมีอาการร่วมกัน (อัญชลี, 2553) ผู้ที่เป็นเบาหวานมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอื่นๆ รวม ได้แก่ โรคหัวใจ (Heart disease)

โรคหลอดเลือดสมอง (Stroke) และโรคไตเรื้อรัง (Chronic Kidney Disease) (Domingueti et al., 2016) โรคดังกล่าวรวมทั้งโรคเบาหวานชนิดที่ 2 มีความเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของสารประกอบที่มีออกซิเจนในโมเลกุล (Reactive Oxygen Species; ROS) (Giacco and Brownlee, 2010) ซึ่งส่งผลต่อการลดลงของสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย (Ibrahim et al., 2014; Kumar et al., 2015) สมาคมโรคเบาหวานแห่งแคนาดา (Canadian Diabetes Association) และสมาคมโรคเบาหวานแห่งอเมริกา (American Diabetes Association) กำหนดเป้าหมายให้อาหารเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ใช้ในการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน โดยมีความจำเป็นที่ต้องควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในภาวะปกติมากที่สุด (รุจิรา, 2552) สำหรับการกำหนดเป้าหมายของการโภชนาบำบัดในการป้องกันและรักษาโรคเบาหวานที่มีภาวะแทรกซ้อนต่างๆ นอกจากการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติหรือใกล้เคียงเกณฑ์ปกติยังมีการควบคุมลิโปโปรตีน คอเลสเตอรอล การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การบริโภคและควมมีการออกกำลังกายเพิ่มมากขึ้น (อัญชลี, 2553) จากคุณสมบัติของข้าวไรซ์เบอร์รี่และงาดำที่กล่าวมา งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องต้มสุภาพจากข้าวกล้องไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำเพื่อเป็นอาหารว่างสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 มุ่งหวังเพื่อผลให้อาหารมีความหลากหลายโดยการเปลี่ยนข้าวซึ่งเป็นอาหารหลักให้อยู่ในรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องต้มที่มีประโยชน์โดยใช้การทดสอบทางประสาทสัมผัสในการพัฒนาสูตรเครื่องต้ม การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ สมบัติทางกายภาพและจุลินทรีย์

วัตถุดิบและวิธีการ

ข้าวไรซ์เบอร์รี่ งาดำ น้ำตาลและน้ำดื่มซื้อจากร้านค้าทั่วไป สารเคมีที่ใช้เป็นสารเคมีเกรดวิเคราะห์ (Analytical reagent grade)

วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน

ปีที่ ๒๒ ฉบับที่ ๓ (กรกฎาคม - กันยายน) ๒๕๕๙

การพัฒนาสูตรน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำ การพัฒนาสูตรน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 เป็นการศึกษาคือการสกัดส่วนระหว่างข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำ โดยทำการแปรผันระดับข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำ 1:15 1:17.5 และ 1:20 ตามลำดับ ขั้นตอนที่ 2 เป็นการศึกษาระดับของงาดำที่เหมาะสมโดยทำการแปรผันปริมาณงาดำที่ร้อยละ 0.5 1 1.5 และ 2 โดยน้ำหนักในแต่ละขั้นตอนใช้การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม ขั้นตอนที่ 1 ทำการประเมินคุณลักษณะ ด้านสี (Color) ด้านเนื้อสัมผัส (Texture) และการยอมรับโดยรวม (Overall acceptance) ขณะที่ขั้นตอนที่ 2 ทำการประเมินคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัส 5 ด้านคือ ด้านสี ด้านเนื้อสัมผัส ด้านกลิ่นรส (Flavor) ด้านรสชาติ (Taste) และการยอมรับโดยรวม การประเมินใช้ผู้ชิมจำนวน 25 คน ประเมินระดับความชอบโดยใช้ 9-point hedonic scale โดยกำหนดให้ 1-ไม่ชอบมากที่สุด 2-ไม่ชอบมาก 3-ไม่ชอบปานกลาง 4-ไม่ชอบเล็กน้อย 5-เฉย 6-ชอบเล็กน้อย 7-ชอบปานกลาง 8-ชอบมาก และ 9-ชอบมากที่สุด (Fan et al., 2006) โดยผู้ชิมจะได้รับการอธิบายขั้นตอนการทดสอบ ในการทดสอบใช้ตัวอย่างปริมาณ 30 มิลลิลิตรบรรจุแก้วเลิฟที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ตัวอย่างที่ได้รับ

คะแนนประเมินทางด้านประสาทสัมผัสที่ดีที่สุดจะเลือกไปศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ สมบัติทางกายภาพ และจุลินทรีย์ เพื่อบ่งชี้คุณลักษณะและสมบัติของผลิตภัณฑ์

การผลิตน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่

เตรียมส่วนผสมตามอัตราส่วนที่ระบุไว้ในการพัฒนาเครื่องต้มข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำข้างต้น นำมาต้มและปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องผลิตเครื่องดื่มธัญพืชโดยใช้อุณหภูมิประมาณ 90°C เป็นเวลา 25 นาที จากนั้นกรองเอากากออกด้วยตะแกรงและบรรจุลงในขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ทำให้เย็นลงโดยการแช่น้ำ และเก็บรักษาเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำไว้ที่อุณหภูมิแช่เย็น

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำ

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า ใยอาหาร คาร์โบไฮเดรตโดยรวม และพลังงาน โดยการวิเคราะห์อ้างอิงตามวิธีการต่างๆ ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วิธีการอ้างอิงในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำ

Proximate composition	Analytical methods
Energy (kcal)	By calculation
Moisture (g)	AOAC (2012) 952.08
Protein (g)	AOAC (2012) 991.20
Total fat (g)	AOAC (2012) 922.32
Total carbohydrate (g)	By calculation
Dietary fiber (g)	AOAC (2012) 985.29
Ash (g)	AOAC (2012) 930.30

ศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและกิจกรรมการต้านออกซิเดชันของเครื่องตีน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำ

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (2,2-diphenylhydrazyl) (ดัดแปลงจาก Xu *et al.*, 2009) เตรียมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ในเมทานอล 2 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลายน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำที่สกัด

ด้วยเมทานอล ปริมาณ 1 มิลลิลิตร และเตรียมตัวอย่างควบคุม เก็บในที่มืด 30 นาที นำมาวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-VIS Spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ คิดเป็นร้อยละการยับยั้ง ดังสมการ

$$\% \text{ inhibition} = \frac{(A \text{ control} - A \text{ sample})}{A \text{ control}} \times 100\%$$

100

การวิเคราะห์สารต้านออกซิเดชันในเครื่องตีน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำด้วยวิธีการวิเคราะห์กิจกรรมการต้านออกซิเดชันโดยใช้วิธีการ Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) ตามการวิเคราะห์ของ Ou *et al.* (2001) และสารประกอบออกฤทธิ์ทางชีวภาพทดสอบปริมาณสารประกอบแอนโทไซยานินโดยรวมจากวิเคราะห์ปริมาณไซยานิดินและฟิโอนิดิน (Da Costa *et al.*, 2000)

ศึกษาสมบัติทางกายภาพ

สีของเครื่องตีน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมงาดำ

ตัวอย่างนำไปวัดค่าสีด้วยเครื่อง Color Quest รุ่น XE ในระบบ CIE บันทึกค่า lightness (L*) ค่า yellowness (b*) และค่า redness (a*)

ค่าความหนืดของเครื่องตีน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมงาดำ

นำตัวอย่างน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมงาดำวัดค่าความหนืดด้วยเครื่อง Brookfield viscometer รุ่น DVIII-Ultra

การประเมินคุณภาพด้านจุลินทรีย์

การวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ ทดสอบโดยนำตัวอย่างน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำไปวิเคราะห์ปริมาณเชื้อราและยีสต์ และปริมาณโคลิฟอร์มตามวิธีการของ BAM (2002)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ยกเว้นการประเมินด้านประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 รายงานเป็นค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษา

การพัฒนาสูตรน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำที่เหมาะสม

ผลการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำในขั้นตอนที่ 1 พบว่าอัตราส่วนของข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำที่ 1:20 ได้รับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดในทุกคุณลักษณะโดยคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสและการยอมรับโดยรวมได้รับคะแนนแตกต่างจากอัตราส่วนอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (แสดงในตารางที่ 2) ตัวอย่างดังกล่าวได้รับคัดเลือกเป็นสูตรเบื้องต้นในการศึกษาการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสในขั้นตอนที่ 2

วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีที่ ๒๒ ฉบับที่ ๓ (กรกฎาคม - กันยายน) ๒๕๕๙

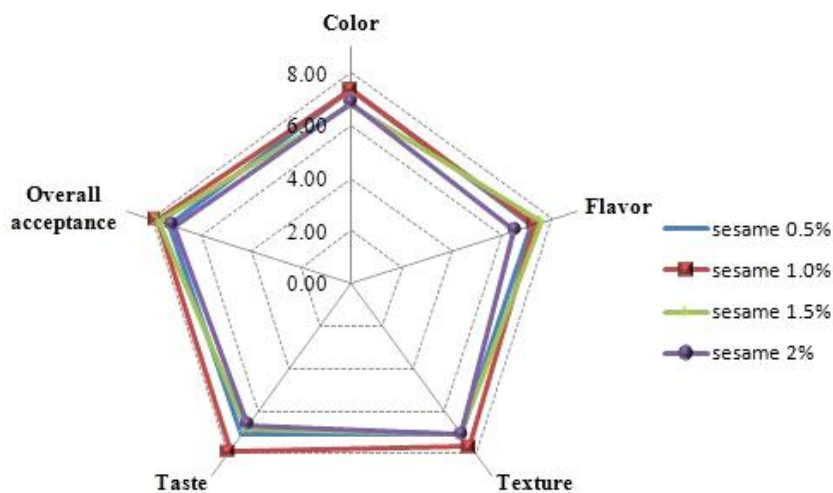
ตารางที่ 2 คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสที่อัตราส่วนต่างๆ ระหว่างข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำ

Sensory Attribute	Score		
	Riceberry: Water		
	1:15	1:17.5	1:20
Color	6.05±1.63 ^a	6.20±1.47 ^a	6.55±1.50 ^a
Texture	4.95±2.37 ^a	5.50±1.50 ^a	7.15±1.53 ^b
Overall acceptance	5.35±2.36 ^a	5.65±2.03 ^a	7.20±1.43 ^b

^{ab} อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลการศึกษาการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสขั้นตอนที่ 2 พบว่าน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำที่ระดับร้อยละ 1.0 ได้รับการยอมรับด้านเนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับโดยรวมสูงที่สุดโดยได้รับคะแนน 7.65 7.85 และ 7.80 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม

ก็ตามน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำที่ระดับ 0.5 และ 1.5 ได้รับคะแนนการยอมรับสูงสุดในด้านสีและกลิ่นรส ตามลำดับ ขณะที่สูตรน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำที่ระดับร้อยละ 2.0 ได้รับคะแนนน้อยที่สุดในทุกคุณลักษณะ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 คะแนนทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำที่ระดับต่างๆ

ดังนั้น สูตรในการผลิตเครื่องดื่มข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำที่ได้รับการคัดเลือกประกอบด้วยอัตราส่วนข้าวไรซ์เบอร์รี่ต่อน้ำ 1: 20 และงาดำคั่วร้อยละ 1

ตัวอย่างถูกนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ กิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ สมบัติทางกายภาพและจุลินทรีย์

ผลการศึกษาค่าประกอบทางเคมีของน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำ

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเครื่องต้มข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำพบว่า มีพลังงานรวมทั้งหมดเท่ากับ 20.58 kcal/100 มิลลิกรัม โดยมีร้อยละของความชื้น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ใยอาหารและเถ้า เท่ากับ 94.35 3.45 0.13 0.50 0.33 และ 0.13 ตามลำดับ

ผลการศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและกิจกรรมการต้านออกซิเดชัน

กิจกรรมการต้านออกซิเดชันของเครื่องต้มข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำแสดงดังตารางที่ 3 โดยพบว่า กิจกรรมการต้านออกซิเดชันโดยรวมมีค่าเท่ากับ 158.6 μ mole TE ในขณะที่ปริมาณสารประกอบแอนโทไซยานินในรูปผลรวมของปริมาณสารประกอบไซยานิดิน (0.05 มิลลิกรัม/ 100 มิลลิลิตร) และพิโอนิดิน (0.02 มิลลิกรัม/ 100 มิลลิลิตร) มีค่าเท่ากับ 0.07 มิลลิกรัม/ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ โดยมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH มีร้อยละการยับยั้งเท่ากับ 39.96

ตารางที่ 3 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและกิจกรรมการต้านออกซิเดชันของเครื่องต้มข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำ

Bioactive compound	Content
Total antioxidant activity (ORAC) (μ mole TE)	158.65 $\pm$ 9.16
Total Anthocyanin (mg/100 ml)	0.07 $\pm$ 0.00
DPPH scavenging activity (%)	39.96 $\pm$ 3.45

ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการประเมินคุณภาพด้านจุลินทรีย์

ความหนืดและสีของเครื่องต้มข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำ

เครื่องต้มข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำมีค่าความหนืดเท่ากับ 178.40 $\pm$ 2.85 cp. มีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 0.16 $\pm$ 0.06 ค่าความเป็นสีแดง (a*) เท่ากับ 0.23 $\pm$ 0.04 และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เท่ากับ 0.01 $\pm$ 0.05

การประเมินผลคุณภาพด้านจุลินทรีย์

ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในเครื่องต้มข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำพบปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 1 cfu/ 100 มิลลิลิตร และปริมาณโคลิฟอร์มน้อยกว่า 1.1/ 100 มิลลิลิตร

วิจารณ์ผลการทดลอง

สูตรน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่เหมาะสม

ในการพัฒนาสูตรน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำขั้นตอนที่ 1 ผู้ชิมให้คะแนนการยอมรับเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนน้ำเพิ่มมากขึ้น โดยปัจจัยสำคัญของการยอมรับมาอาจมาจากความหนืดของผลิตภัณฑ์ซึ่งสอดคล้องกับผลคะแนนด้านเนื้อสัมผัสซึ่งได้รับคะแนนสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและอาจส่งผลต่อคะแนนการยอมรับโดยรวมของสูตรเบื้องต้นดังกล่าว ในขั้นตอนที่ 2 ระดับร้อยละที่เพิ่มขึ้นของงาดำควรมีผลต่อการยอมรับของผลิตภัณฑ์ โดยมีผลต่อคะแนนความชอบด้านสี และรสชาติ โดยเฉพาะเมื่อปริมาณเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 1.5 และ 2.0 ได้รับคะแนนการยอมรับลดลงในคุณลักษณะดังกล่าว

วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีที่ ๒๒ ฉบับที่ ๓ (กรกฎาคม - กันยายน) ๒๕๕๙

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำ

จากการผลการศึกษาพบว่าเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำจัดเป็นอาหารที่ให้พลังงานต่ำและมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบหลัก เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำมาจากอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน ซึ่งสามารถใช้เป็นอาหารว่างระหว่างมื้อสำหรับผู้ป่วย เพื่อกำจัดความหิวหรือดื่มเพื่อเพิ่มพลังงาน โดยทั่วไปการควบคุมปริมาณพลังงานอาหารของผู้ป่วยเบาหวานขึ้นอยู่กับน้ำหนัก โครงสร้างของร่างกายและการใช้พลังงาน โดยอาหารว่างระหว่างมื้อจะมีการแบ่งให้ผู้ป่วยได้รับพลังงานร้อยละ 10 ของพลังงานทั้งหมด เครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำสามารถบริโภคเป็นอาหารว่างระหว่างมื้อใน 1 วันโดยที่ปริมาณ 250 มิลลิลิตร ซึ่งจะได้รับพลังงานทั้งหมดเท่ากับ 51.45 kcal ทั้งนี้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่แนะนำเท่ากับร้อยละ 50-60 โดยขึ้นอยู่กับผู้ป่วยแต่ละกรณี โดยคาร์โบไฮเดรตได้รับที่ควรเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน (จุฑา, 2552) คาร์โบไฮเดรตมีส่วนสำคัญป้องกันไม่ให้ร่างกายใช้โปรตีนเป็นแหล่งพลังงาน โดยถ้ามีการดึงโปรตีนไปใช้ จะส่งผลต่อการสร้างเนื้อเยื่อและการเมตาบอลิซึมในร่างกาย ในกรณีที่ได้รับคาร์โบไฮเดรตน้อยเกินไปส่งผลต่อการเกิดภาวะ Keto-acidosis จากการเผาผลาญไขมัน ทำให้เกิดคีโตนในร่างกายเพิ่มขึ้นซึ่งพบมากในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 (อัญชลี, 2553)

นอกจากนี้รายงานของ American Diabetes Association (2007) แนะนำการควบคุมเบาหวาน (Secondary prevention) โดยพบว่าไม่ควรจำกัดคาร์โบไฮเดรตที่ 130 กรัมต่อวัน (Low carbohydrate diets) ในการรักษาผู้ป่วยเบาหวานที่มีน้ำหนักเกินหรือมีโรคอ้วนและควรบริโภคคาร์โบไฮเดรตจากผัก ผลไม้ ธัญพืชเต็มเมล็ด (Whole grains) ถั่ว นมไขมันต่ำ และควรใช้การนับคาร์โบไฮเดรต อาหารแลกเปลี่ยนในการวางแผนการบริโภคคาร์โบไฮเดรต รวมถึงการใช้ข้อมูลอาหาร Glycemic index และ Glycemic load ให้การเลือกบริโภคอาหารกลุ่มคาร์โบไฮเดรต เป็นต้น

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและกิจกรรมการต้านออกซิเดชัน

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและกิจกรรมการต้านออกซิเดชันของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำมาจากวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด คือข้าวไรซ์เบอร์รี่และงาดำ สารต้านออกซิเดชันที่สามารถพบได้ในข้าวไรซ์เบอร์รี่ได้แก่สารประกอบแอนโทไซยานิน แกมมาโอไรซานอล (Gamma oryzanol) เบต้าแคโรทีน (Beta-carotene) สารประกอบโพลีฟีนอล และสารต้านออกซิเดชันอื่นๆ (Prangthip *et al.*, 2013; Leardkamolkarn *et al.*, 2011, Kongkachuichai *et al.*, 2013) ทั้งนี้ สารประกอบแอนโทไซยานินสามารถเกิดการสูญเสียเมื่อได้รับความร้อนซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการให้ความร้อน ระยะเวลาและชนิดของอาหารที่มีแอนโทไซยานินเป็นองค์ประกอบ (Lin & Chou, 2009; Mulinacci *et al.*, 2008; Shikov *et al.*, 2008) จากรายงานของ Mulinacci และคณะ (2008) พบว่าแอนโทไซยานินในมันฝรั่งสายพันธุ์ต่างกัน ได้รับความร้อนโดยวิธีการต้ม และไม่โครเวฟมีการสูญเสียแอนโทไซยานินร้อยละ 15-30 ขณะที่ความร้อนมีผลต่อสูญเสียแอนโทไซยานินในบลูเบอร์รี่และองุ่นลดลงอย่างมีนัยที่อุณหภูมิระหว่าง 60-125 องศาเซลเซียส แต่ไม่มีผลกระทบต่ออุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส (Khanal *et al.*, 2010)

อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการต้านออกซิเดชันของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำเกิดจากสารต้านออกซิเดชันที่พบในงาดำ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ สารต้านออกซิเดชันกลุ่มไฮโดรโฟบิก (hydrophobic antioxidants) พบในส่วนของการงอก ซึ่งในกลุ่มของสารประกอบลิแกเนน ได้แก่ เซซามอล เซซามินอล เซซามิน และเซซาโมลิน ขณะที่สารต้านออกซิเดชันกลุ่มไฮโดรฟิลิก (Hydrophilic antioxidants) พบในส่วนของการงอกที่สกัดไขมันออกหรือกากงา เป็นสารประกอบกลุ่มลิแกเนนไกลโคไซด์ (Lignan glycosides) ได้แก่ เซซามินอล กลูโคไซด์ (Sesaminol glucosides) ไพโนเรซินอล กลูโคไซด์ (Pinoresinol glucosides) และเซซาโมลินอล กลูโคไซด์ (Sesamolinal glucosides) (Hung *et al.*, 2016)

ในกระบวนการแปรรูปเครื่องต้มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำใช้ความร้อนในระดับพาสเจอร์ไรส์ ความร้อนอาจส่งผลต่อสารต้านออกซิเดชัน จากรายงานของ Gerstenmeyer และคณะ (2003) พบว่าสารประกอบในกลุ่มลิกแนน อะโกลโคโคน (Lignan agycones) และลิกแนน โกลโคไซด์ (Lignan glycosides) ซึ่งพบในธัญพืชชนิดต่างๆ รวมทั้งในงาไม่ถูกทำลายเมื่อได้รับความร้อนระดับปานกลาง (Moderate heating) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ในอาหารแห้ง (Dry foods) ในทางกลับกันความร้อนช่วยในการสกัดสารประกอบลิกแนนได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามความร้อนนี้มีผลต่อหนึ่งย่นทำให้เกิดการทำลายสารประกอบลิกแนนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และสารประกอบอะโกลโคโคนและโกลโคไซด์ในข้าวไรย์และงาถูกทำลายที่อุณหภูมิสูง 250 องศาเซลเซียส

สมบัติทางกายภาพและคุณภาพด้านจุลินทรีย์

ความหนืดและสีของเครื่องต้มข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมงาดำ

จากสูตรเครื่องต้มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำคั่วที่ได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุด มีลักษณะข้นเหลวซึ่งเกิดจากแป้งข้าวที่ได้รับความร้อนเกิดการเจลลาติไนซ์ โดยเครื่องต้มสามารถรับประทานแบบเย็นได้โดยใช้หลอดหรือใช้การดื่ม หรือบริโภคแบบอุ่นร้อน ขณะที่สีของผลิตภัณฑ์มีสีม่วงเทาซึ่งเกิดจากรงควัตถุสีม่วงและงาดำที่ใช้เป็นส่วนประกอบ

ผลการศึกษาการประเมินผลคุณภาพด้านจุลินทรีย์

ปริมาณยีสต์และรา และโคลิฟอร์มไม่เกินมาตรฐานตามข้อกำหนดในประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ฉบับ 356 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะปิดสนิท ซึ่งกำหนดไว้ให้พบยีสต์และราได้น้อยกว่า 100 ในเครื่องดื่ม 1 มิลลิลิตร และโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 ในเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร โดยวิธี MPN (กระทรวงสาธารณสุข ฉบับ 356, 2556) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงสุขลักษณะที่ดีในการผลิตและกระบวนการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสม

สรุปผลการทดลอง

สูตรที่เหมาะสมจากการพัฒนาเครื่องต้มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำด้วยการทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสคือ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ 1 ส่วน น้ำ 20 ส่วนและงาดำคั่วร้อยละ 1 เครื่องต้มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำผ่านการฆ่าเชื้อด้วยกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์มีสีม่วงเทาทั้งนี้ผลิตภัณฑ์เครื่องต้มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำสามารถใช้เป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในการรับประทานเป็นอาหารว่างระหว่างมื้อ โดยมีสมบัติเป็นเครื่องดื่มที่มีพลังงานต่ำ มีสารต้านออกซิเดชันจากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากข้าวไรซ์เบอร์รี่และงาดำ

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการนวัตกรรมสุขภาพเพื่อการจัดการโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง ในขั้นตอนต่อไปเป็นการนำผลิตภัณฑ์เครื่องต้มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่เสริมงาดำให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 รับประทานเป็นอาหารว่างระหว่างมื้อและติดตามผลในการวิจัยในขั้นตอนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. (2556). ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 356 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะปิดสนิท. เล่ม 310 ตอนพิเศษ (83 ง.)
- รุจิรา ลัมมะสุต. (2552). หลักการปฏิบัติด้านโภชนาบำบัด. ปราจีนบุรี: สุพรรณิการ์พิมพ์.
- วันวิสาข์ สุธีรพจน์. (2557). ข้าว: เป้าการส่งออกปี 2558. สำนักพัฒนาการค้าและธุรกิจการเกษตรและอุตสาหกรรม. [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 14 สิงหาคม 2558, จาก http://www.ditp.go.th/contents_attach/92369/92369.pdf.
- อัญชลี ศรีจำเริญ. (2553). อาหารและโภชนาการ: การป้องกันและบำบัดโรค. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยกรุงเทพฯ.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION.(2007). "Nutrition recommendations and interventions for Diabetes". *Diabetics Care*. (30).
- AOAC. (2012). *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (2012). 19th Ed. Gaithersburg, MD, USA: AOAC international.
- BAM .(2002). *Microbiological Methods & Bacteriological Analytical Manual* (online). [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2558, จาก <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm2006949.htm>.
- Da Costa, C. T., Nelson, B. C., Margolis, S. A., & Horton, D. (1998). " 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., & Fernandes, A.P. (2016). " Diabetes mellitus: The linkage between oxidative stress, inflammation,hypercoagulability and vascular complications". *Journal of Diabetes and Its Complications*. 30(4): 738-745.
- Fan, L., Zhang, S., Yu, L., & Ma, L. (2006). " Evaluation of antioxidant property and quality of breads containing *Auricularia auricula* polysaccharide flour". *Food Chemistry*. 30(101) : 1158-1163.
- Gerstenmeyer, E., Reimer, S., Berghofer, E., Schwartz, H., & Sontag, G. (2013). " Effect of thermal heating on some lignans in flax seeds, sesame seeds and rye". *Food Chemistry*. 138(2-3): 1847-1855.
- Giacco, F., & Brownlee, M. (2010). *Oxidative stress and diabetic complications*. *Circ.Res*. 107(9): 1058-1070.
- Hung, W-L., Liao, C-D., Lu, W-C., Ho, C-T., & Hwang, L.S. (2016). " Lignan glycosides from sesame meal exhibit higher oral bioavailability and antioxidant activity in rat after nano/submicrosizing". *Journal of Functional Foods*. 23: 511-522.

- 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(3): 311-324.
- Janat, B., Oveisi, M.R., Sadeghi, N., Hajimahmoodi, M., Behzad, M., Choopankari, E., & Behfar, A.A. 2010. "Effects of roasting temperature and time on healthy nutraceuticals of antioxidants and total phenolic content in Iranian sesame seed (*Sesamum Indicum* L.)". *Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 7(1): 97-102.
- Khanal, R.C., Howard, L.R., & Prior, R.L. (2010). "Effect of heating on the stability of grape and blueberry pomace procyanidins and total anthocyanins". *Food Research International*. 43 : 1464-1469.
- Kongkachuichai, R., Prangthip, P., Surasiang, R., Posuwan, J., Charoensiri, R., Kettawan, A. & 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.
- Kähkönen, M.P. and Heinonen, M. (2003). "Antioxidant activity of anthocyanins and their Aglycons". *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 51(13): 628-633.
- 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(3): 978-985.
- Lin, Y. C., & Chou, C. C. (2009). "Effect of heat treatment on total phenolic and anthocyanin contents as well as antioxidant activity of the extract from *Aspergillus awamori*-fermented black soybeans, a healthy food ingredient". *International Journal of Food Science and Nutrition*. 60(7): 627-636.
- Mulinacci, N., Ieri, F., Giaccherini, C., Innocenti, M., Andrenelli, L., & Canova, G. (2008). "Effect of cooking on the anthocyanins, phenolic acids, glycoalkaloids, and resistant starch content in two pigmented cultivars of *Solanum tuberosum* L.". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56(4): 11830-11837.
- 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): 4619-4926.
- Prangthip, P., Surasiang, R., Charoensiri, R., Leardkamolkarn, V., Komindr, S., Yamborisut, U., Vanavichit, A., & 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.

- Ruethaithip Surasiang. (2011). "Effect of Cold Press Rice Berry Oil (dark violet oil) on Blood Glucose, Insulin level and Oxidative stress in High Fat Diet Fed to Streptozotocin-Induced Diabetic Rats". 20th *National Grad Research Conference*.
- Sancho RAS, Pastore GM. (2012). "Evaluation of the effects of anthocyanins in type 2 diabetes". *Food Research International*. 46(1):378-386.
- Sankar, D., Ali, A., Sambandam, G, & Rao, R. (2011). "Sesame oil exhibits synergistic effect with anti-diabetic medication in patients with type 2 diabetes mellitus". *Clinical Nutrition*. 30(3): 351-358.
- Shahidi, F., Amarowicz, R., Abou-Gharbia, H.A., Shehata, A. & Adel, Y., (1997). "Endogenous antioxidants and stability of sesame oil as affected by processing and storage". *Journal of American Oil Chemists' Society*. 74(2): 143-148.
- Shikov, V., Kammerer, D. R., Mihalev, K., Mollov, P., & Carle, R. (2008). "Heat stability of strawberry anthocyanins in model solutions containing natural co-pigments extracted from rose (*Rosa damascena* Mill. petals". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56(18): 8521-8526.
- Weisel, T., Baum, M., Eisenbrand, G., Dietrich, H., Will, F., Stockis, J.P., Kulling, S., Rüfer, K., Johannes, C., & Christine Janzowski, C. (2006). "An anthocyanin/polyphenolic rich fruits juice reduces oxidative DNA damage and increase glutathione level in healthy probands". *Biotechnology Journal*. 1(4): 388-397.
- Xu W.T, Zhang F.F, Luo Y.B, Ma L.Y, Kou X.H, & Huang K.L. (2009). "Antioxidant activity of a water soluble polysaccharide purified from *Pteridium aquilinum*". *Carbohydrate Research*. 344(2): 217-222.

