การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำองุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก

DEVELOPMENT OF RICEBERRY JUICE AND RED GRAPE JUICE DRINKS WITH CARRAGEENAN KONYAKU POWDER AND PROBIOTIC BEADS

นภษร จุ้ยอินทร์[1*]
Napasorn Juiin[1*]

Received: 10 March 2024
Revised: 14 May 2024
Accepted: 17 June 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรที่เหมาะสม และศึกษาคุณภาพทางเคมี คุณค่าทางโภชนาการ และคุณภาพทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมน้ำองุ่นแดง คาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก ผลการศึกษาพบว่า เครื่องดื่มที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด 8.28 ($p \leq 0.05$) มีลักษณะปรากฏสีม่วงแดงเข้ม มีกลิ่นของข้าวและองุ่นแดงตามธรรมชาติ เนื้อสัมผัสนุ่ม ยืดหยุ่นคงรูป สามารถดื่มได้ง่าย ในผลิตภัณฑ์ 100 กรัม มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.10 มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ 65.42 มิลลิกรัมสมมูล กรดแอสคอร์บิก ให้พลังงาน 47.98 กิโลแคลอรี่ มีจุลินทรีย์โพรไบโอติก 1.5×10^7 CFU/g และไม่พบจุลินทรีย์ก่อโรค

สรุปได้ว่า การวิจัยนี้สามารถพัฒนาสูตรเครื่องดื่มสุขภาพจากน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมน้ำองุ่นแดงที่มีคุณภาพดี เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง มีจุลินทรีย์โพรไบโอติก และปลอดภัยจากจุลินทรีย์ก่อโรค

คำสำคัญ : น้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่, น้ำองุ่นแดง, คาราจีแนน, บุกผง, เม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก

Abstract

This research aimed to develop a suitable formula and evaluate the chemical quality, nutritional value, and microbial quality of riceberry juice and red grape juice drinks containing carrageenan, konjac powder, and probiotic beads. The results showed that the developed product with the highest overall liking score of 8.28 ($p \leq 0.05$) had a deep purple-reddish color and a natural aroma of rice and red grapes. The texture was soft, flexible, held its shape well, and was easy to drink. In a 100-gram serving, the product had an acidity of 3.10, contained 65.42 mg of antioxidants equivalent to ascorbic acid, and provided 47.98

[1] วิทยาลัยอาชีวศึกษาลำปาง จังหวัดลำปาง 52000

[1] Lampang Vocational College, Lampang, Thailand 52000

*Corresponding Author, E-mail: napasornj@lampangvc.ac.th

kilocalories of energy. Additionally, it had a probiotic count of 1.5 x 10^7 CFU/g and was free from disease-causing microorganisms. In conclusion, this study successfully developed a well-accepted, nutritious, and safe riceberry juice and red grape juice drink fortified with carrageenan, konjac powder, and probiotic beads, exhibiting desirable sensory attributes, antioxidant properties, and probiotic content.

Keywords : Riceberry juice; Red grape juice; Carrageenan; Konyaku powder; Probiotic beads

บทนำ

ในปัจจุบันมนุษย์ใช้ชีวิตอย่างรีบเร่ง ทำให้วิถีชีวิตและการบริโภคเปลี่ยนแปลงไป และจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (Covid-19) ที่ได้ระบาดไปทั่วโลก จึงเป็นตัวกระตุ้นให้ประชาชนส่วนใหญ่ และผู้ป่วยลองโควิด-19 (Post COVID-19 Syndrome) หันมาใส่ใจดูแลสุขภาพร่างกายให้พร้อมอยู่เสมอ รวมถึงฟื้นฟูร่างกายให้แข็งแรง และสร้างเสริมภูมิคุ้มกัน โดยการเลือกรับประทานอาหารที่ดี มีประโยชน์ ก็จะสร้างภูมิคุ้มกันที่ดี ลดความเสี่ยงการติดเชื้อโรคต่าง ๆ ได้ จากการวิจัยพบว่าการเสริมโพรไบโอติก (Probiotic) ลงในผลิตภัณฑ์อาหารเป็นการช่วยเพิ่มคุณประโยชน์ต่อสุขภาพให้มากขึ้น เช่น การเพิ่มระบบภูมิคุ้มกัน ลดระดับคอเลสเทอรอล ช่วยในการรักษามะเร็ง การติดเชื้อ HIV และ Covid-19 ได้ (Kazuhiro et al., 2014) แต่ผลิตภัณฑ์ที่มีโพรไบโอติกส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์จากนม ซึ่งนมนั้นมีประโยชน์แต่อาจไม่เหมาะสมกับทุกคน

ด้วยสภาวะเศรษฐกิจที่ตกต่ำ การส่งเสริมสินค้าภาคการเกษตรเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นการนำวัตถุดิบภาคการเกษตร อัตลักษณ์ของจังหวัดลำปาง ได้แก่ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ จากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มข้าวทิพย์ร่มโพธิ์ ตำบลแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นข้าวอินทรีย์คุณภาพ 1 เดียวในโลกที่ปลูกด้วยน้ำแร่ธรรมชาติจากอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน จังหวัดลำปาง อุดมด้วยคุณค่าทางโภชนาการมากที่สุดเมื่อเทียบกับข้าวไรซ์เบอร์รี่ทั่วไป อีกทั้งยังมีสารสีม่วง (Anthocyanin) ซึ่งเป็นเม็ดสีตามธรรมชาติที่ละลายน้ำได้ มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ที่มีฤทธิ์สูงกว่าวิตามินซีและอีถึง 2 เท่า (Lourith et al., 2009 and Aninbon et al., 2011) นอกจากนี้ยังมีสมบัติช่วยปกป้องหลอดเลือด ลดคอเลสเตอรอลในเลือด ลดความเสี่ยงของโรคมะเร็งและต้านไวรัสได้ (Wetwitayaklung et al., 2012) และจากการศึกษายังพบอีกว่าในข้าวไรซ์เบอร์รี่มีสารสำคัญที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โพรไบโอติก คือ ไซโล-โอลิโกแซ็กคาไรด์ (Xylo-oligosaccharides) โดยมีคุณสมบัติเป็นสารพรีไบโอติก ซึ่งส่งผลดีต่อสุขภาพของมนุษย์

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการใช้องค์ความรู้ทางเทคโนโลยีอาหาร เพื่อพัฒนาเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำองุ่นแดงผสมคาราจีแนน ผงบุก และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก โดยใช้ส่วนสกัดน้ำของข้าวไรซ์เบอร์รี่สายน้ำแร่แจ้ซ้อนและน้ำองุ่นแดงอินทรีย์ที่อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูล

อิสระ วิตามินซี และพรีไบโอติกมาเป็นส่วนประกอบสำคัญ ใช้น้ำตาลหล่อฮังก๊วยเป็นสารให้ความหวานธรรมชาติทดแทนน้ำตาลซูโครส และเติมเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก (*Bacillus coagulans*) ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์อาหารช่วยเสริมภูมิคุ้มกันที่สามารถพกพาได้ง่าย สะดวกต่อการบริโภค ใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติ ไม่ใช้วัตถุกันเสีย และสีสังเคราะห์ เพื่อให้กลุ่มผู้บริโภคในวัยรุ่นจนถึงวัยทำงาน กลุ่มผู้บริโภคที่แพ้นมและมีภาวะย่อยน้ำตาลแล็กโทสบกพร่องได้เข้าถึงอาหารที่มีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพ มีคุณค่าทางโภชนาการ ให้พลังงานต่ำ รสชาติอร่อย และมีคุณภาพมาตรฐานและความปลอดภัย นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาองค์ความรู้และต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์เชิงพาณิชย์และสาธารณะ เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจท้องถิ่นจังหวัดลำปางอย่างยั่งยืน นำไปสู่การสร้างศักยภาพและความสามารถเพื่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศชาติต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำองุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก
2. เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำองุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก
3. เพื่อศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำองุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก

ทบทวนวรรณกรรม

1. ข้าวไรซ์เบอร์รี่ (Rice berry) *Oryza sativa* L. เป็นข้าวที่ได้จากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างข้าวเจ้าหอมนิลกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ลักษณะเป็นข้าวเจ้าสีม่วงเข้ม มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ได้แก่ แอนโทไซยานิน และมีดัชนีน้ำตาลต่ำ (ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552)

2. องุ่นแดง (Red Grape) ลักษณะไร้เมล็ดสายพันธุ์ Crimson seedless มีสีแดงเข้ม มีความเรียวเล็กน้อย เนื้อแน่น รสชาติหวานฉ่ำ มีแอนโทไซยานินที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ช่วยลดความเสี่ยงของโรคหัวใจวายได้

3. หล่อฮังก๊วย (Monk fruit) *Siraitia grosvenori* (Swingle) เป็นพืชสมุนไพรจีน มีรสหวาน และมีดัชนีน้ำตาลที่ต่ำ ปัจจุบันองค์การอาหารและยาสหรัฐอเมริกา (USFDA) ได้ประกาศให้มีการใช้สารสกัดจากผลหล่อฮังก๊วย โดยไม่มีการระบุปริมาณขั้นต่ำ และเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ (ศูนย์อัจฉริยะเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร, 2558)

4. บาซิลลัส โคแอกกูแลน (*Bacillus coagulans*) เป็นจุลินทรีย์โพรไบโอติกกลุ่ม *Lactobacillus spp*. เมื่อบริโภคในปริมาณที่เพียงพอ จะช่วยส่งเสริมสุขภาพร่างกาย (FAO/WHO, 2002) ลดระดับการเกิดสารก่อมะเร็ง และสามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในระบบทางเดินอาหารได้ (Amara et al., 2015)

5. การห่อหุ้มเซลล์ด้วยวิธีเอ็กซ์ทรูชัน (Extrusion cell encapsulation) ทำได้ด้วยการนำสารพอลิเมอร์มาใช้ในการกักเก็บเซลล์และช่วยปกป้องแบคทีเรียโพรไบโอติกจากการถูกทำลาย แอลจิเนตเป็นสารที่นิยมนำไปใช้ในการห่อหุ้มเซลล์โพรไบโอติก แต่มีข้อเสียคือมีความไวต่อสภาพแวดล้อมที่เป็นกรด (Korbekandi et al., 2011) จึงมีการนำพอลิเมอร์ชนิดอื่นเช่น เพคติน (Pectin) มาผสมร่วม จะทำให้เกิดเป็นเจลที่อ่อนนุ่ม ที่สำคัญเพคตินยังจัดเป็นพรีไบโอติกด้วย (Burgain et al., 2011)

วิชมณี ยืนยงพุทธกาล และคณะ (2560) ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเจลเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุจากผลไม้ไทยที่มีองค์ประกอบของสารพรีไบโอติกโดยใช้เยลลี่ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ พบว่า ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมจัดอยู่ในกลุ่มมากที่สุด

อเนก หาลี และคณะ (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่ข้าวหักไรซ์เบอร์รี่เสริมสารสกัดจากหญ้าหวาน พบว่า มีแนวโน้มของประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูง

ภดารัชช์ จาวจักรศิริ (2562) ได้ใช้สารหล่อฮังก๊วยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่แคลอรี่ต่ำจากไซเดอร์มะเขือเทศ พบว่า ในผลิตภัณฑ์ 20 กรัม ให้พลังงานทั้งหมด 0.7 กิโลแคลอรี่ โดยแสดงเป็นฉลากโภชนาการว่า “ปราศจากพลังงาน” (0 Kilocalories)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนนบุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก

1.1 การเตรียมส่วนสกัดน้ำของข้าวไรซ์เบอร์รี่พาสเจอร์ไรส์

นำข้าวไรซ์เบอร์รี่ จำนวน 100 กรัม มาล้างด้วยน้ำสะอาด ทิ้งให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 5 นาที คั่วที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที เติมน้ำกลั่น 1,000 กรัม ต้มสกัดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที จากนั้นต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที กรองส่วนสกัดน้ำของข้าวไรซ์เบอร์รี่ที่มีไซโล-โอลิโกแซ็กคาไรด์ที่มีคุณสมบัติเป็นสารพรีไบโอติก ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์โพรไบโอติกด้วยผ้ากรอง 1 ชั้น จะได้ส่วนสกัดน้ำที่มีสีม่วงแดงเข้ม มีกลิ่นหอม รสชาติจืดมีค่า pH เท่ากับ 6.05 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 0 องศาบริกซ์ และผลผลิตที่ได้ร้อยละ 88.18

1.2 การเตรียมน้ำอุ่นแดง

นำอุ่นแดงไร้เมล็ด ล้างทำความสะอาดและแยกกิ่งออก ทิ้งให้สะเด็ดน้ำ 5 นาที ชั่งอุ่นแดง 500 กรัม ผ่าครึ่ง ปั่นด้วยความเร็วระดับ 2 เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นต้มสกัดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็น

เวลา 30 นาที กรองแยกกากด้วยผ้ากรอง จะได้น้ำองุ่นแดงสีม่วงเข้ม มีกลิ่นหอม รสชาติหวาน มีค่า pH เท่ากับ 3.65 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 18 องศาบริกซ์ และผลผลิตที่ได้ร้อยละ 61.14

1.3 การเตรียมส่วนสกัดน้ำของข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมน้ำองุ่นแดงพาสเจอร์ไรส์

ต้มส่วนสกัดน้ำของข้าวไรซ์เบอร์รี่ 650 กรัม น้ำองุ่นแดง 200 กรัม น้ำตาลหล่อฮังก๊วย 130 กรัม และกรดซิตริก 1 กรัม ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส คนให้ละลาย จากนั้นพาสเจอร์ไรส์ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที

1.4 การผลิตเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก (*Bacillus coagulans*) ที่ห่อหุ้มเซลล์ (Encapsulation) ด้วยวิธีเอ็กซ์ทรูชัน (Extrusion) ประกอบไปด้วย 2 ส่วนประกอบหลัก คือ

1.4.1 ส่วนของชั้นของเหลวภายใน (Liquid Core) ที่เป็นพอลิเมอร์สำหรับห่อหุ้มเซลล์จุลินทรีย์โพรไบโอติก โดยเตรียมส่วนสกัดน้ำของข้าวไรซ์เบอร์รี่พาสเจอร์ไรส์ละลายกับเพคตินต่อโซเดียมแอลจิเนต อัตราส่วน 2.0:1.0 กรัม/100 มิลลิลิตรของสารละลายทั้งหมด ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง จากนั้นเติมผงจุลินทรีย์โพรไบโอติก (*Bacillus coagulans*) จำนวน 1 กรัม ผสมให้เข้ากัน

1.4.2 ส่วนของชั้นห่อหุ้ม (Gelling Bath) เป็นส่วนที่ทำให้เกิดเจลห่อหุ้มส่วนของชั้นของเหลวภายใน โดยใช้หลอดฉีดยาขนาด 10 มิลลิลิตร ดูดพอลิเมอร์ที่เป็นส่วนของชั้นของเหลวภายในที่ได้จากในข้อ 1.4.1 หยดลงในส่วนของชั้นห่อหุ้ม คือ สารละลายแคลเซียมแลคเตทความเข้มข้นร้อยละ 2 แช่เม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติกนาน 30 นาที เพื่อให้เกิดการสร้างผนังเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติกที่สมบูรณ์ กรองและล้างเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติกด้วยน้ำปราศจากไอออน (Deionized Water) จำนวน 2 ครั้ง เก็บรักษาในสภาวะแช่เย็นที่อุณหภูมิ 1-4 องศาเซลเซียส

1.5 การศึกษาสูตรมาตรฐานในการผลิตเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำองุ่นแดงผสมคาราจีแนนและบุกผง ทำการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสูตรมาตรฐานและกระบวนการผลิตเครื่องดื่มน้ำผลไม้ผสมคาราจีแนนและบุกผงที่จำหน่ายในตลาดประเทศไทย ทำการดัดแปลงสูตรโดยปรับอัตราส่วนของส่วนสกัดน้ำของข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำองุ่นแดงแทนน้ำผลไม้ในสูตรมาตรฐานตั้งต้น พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่คงรูป ผู้วิจัยจึงได้นำสูตรดังกล่าวข้างต้นมาปรับอัตราส่วนระหว่างปริมาณคาราจีแนนต่อปริมาณบุกผง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดี สามารถใช้หลอดดูดได้ จำนวน 4 ระดับ ได้แก่ 12:0 8:4 4:8 0:12 (w/w) จากนั้นผสมคาราจีแนนและบุกผงอัตราส่วนระดับต่าง ๆ ในน้ำตาลซูโครส 130 กรัม เข้าด้วยกัน พักไว้ ต้มส่วนสกัดน้ำของข้าวไรซ์เบอร์รี่ 650 กรัม และน้ำองุ่นแดง 200 กรัม ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ค่อย ๆ เทส่วนผสมที่พักไว้ลงไป คนส่วนผสมให้ละลาย แล้วเติมกรดซิตริก 1 กรัม จากนั้นพาสเจอร์ไรส์สารละลายต่อที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที คนให้ละลายเข้ากันจนสารละลายใส บรรจุในถุงรีทอร์ทเพาซ์ (Retort Pouch) แบบติดจุกฝาเกลียวล็อค เก็บรักษาในสภาวะแช่เย็นที่อุณหภูมิ 1-4 องศาเซลเซียส สังเกตคุณลักษณะของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำองุ่นแดงผสมคาราจีแนนและบุกผงที่ได้ทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ของผู้บริโภค จำนวน 50 คน ใช้วิธีการทดสอบความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scaling) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) แบ่งหน่วยการทดลองออกเป็น 4 หน่วยการทดลอง (Treatment) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

1.6 การศึกษาผลการใช้น้ำตาลหล่อฮังก๊วยทดแทนน้ำตาลซูโครสในการผลิตเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนนและบุกผง นำสูตรมาตรฐานในการผลิตเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดง ผสมคาราจีแนนและบุกผงที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุด มาแปรผันปริมาณน้ำตาลซูโครสต่อน้ำตาลหล่อฮังก๊วยในอัตราส่วน 4 ระดับ ได้แก่ 130.0:0 (ควบคุม) 97.5:32.5 65.0:65.0 32.5:97.5 และ 0.0:130.0 (w/w) สังเกตคุณลักษณะของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนนและบุกผงที่ได้ ทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค จำนวน 50 คน ใช้วิธีการทดสอบความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scaling) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) แบ่งหน่วยการทดลองออกเป็น 4 หน่วยการทดลอง (Treatments) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

1.7 การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก นำสูตรในการผลิตเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนนและบุกผงที่ใช้น้ำตาลหล่อฮังก๊วยทดแทนน้ำตาลซูโครสที่ผู้บริโภคให้การยอมรับมากที่สุดมาปรับปรุงสูตรตามทิศทางการปรับระดับตามความต้องการของผู้บริโภค โดยผู้บริโภคต้องการเนื้อสัมผัสที่นุ่ม มีของเหลวผสมลงไปด้วยเพื่อช่วยให้ดูดได้ง่ายขึ้น และต้องการคุณประโยชน์ด้านการสร้างภูมิคุ้มกันที่ดีให้แก่ร่างกาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เติมเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติกลงไป 5 กรัม และส่วนสกัดน้ำของข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมน้ำอุ่นแดงพาสเจอร์ไรส์ลงไป 3 ระดับ ได้แก่ 10 กรัม 20 กรัม และ 30 กรัม สังเกตคุณลักษณะของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ได้ ทดสอบการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค จำนวน 50 คน ใช้วิธีการทดสอบความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scaling) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) แบ่งหน่วยการทดลองออกเป็น 3 หน่วยการทดลอง (Treatments) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

2. การศึกษาคุณภาพทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก

2.1 นำเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ผลิตตามกระบวนการผลิตที่ดีที่สุด และสูตรที่เหมาะสมที่สุดที่ได้จากการทดลองในข้อ 1.7 ในขณะยังไม่แข็งตัว มาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องพีเอชมิเตอร์

2.2 นำเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ผลิตตามกระบวนการผลิตที่ดีที่สุด และสูตรที่เหมาะสมที่สุดที่ได้จากการทดลองในข้อ 1.7 ไปตรวจสอบคุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า ปริมาณความชื้น และพลังงานในตัวอย่าง 100 กรัม โดยห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่

3. การศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก

นำเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ผลิตตามกระบวนการผลิตที่ดีที่สุด และสูตรที่เหมาะสมที่สุดที่ได้จากการทดลองในข้อ 1.7 นำไปตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส เอสเชอริเชีย โคไล ยีสต์และรา และโคลิฟอร์ม และนำเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติกที่มีการเก็บรักษาในสภาวะแช่เย็นที่อุณหภูมิ 1-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ไปตรวจสอบจำนวนจุลินทรีย์โพรไบโอติก (*Lactobacillus spp.*) ต่อตัวอย่าง 1 กรัม โดยห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาเชียงใหม่

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก

1.1 สูตรมาตรฐานในการผลิตเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนนและบุกผง

จากผลวิเคราะห์การยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ต่อเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนนและบุกผงทั้ง 4 สูตร โดยใช้วิธีการทดสอบความชอบ 9 ระดับในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนนและบุกผง สูตร 2 ที่มีอัตราส่วนปริมาณคาราจีแนนต่อผงบุก เท่ากับ 8:4 (w/w) สูงที่สุด ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 8.28, 8.24, 8.26, 8.30 และ 8.22 ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 1 ดังนั้นจึงนำเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนนและบุกผง สูตร 2 มาเป็นสูตรมาตรฐาน เพื่อศึกษาผลการใช้น้ำตาลหล่อฮังก๊วยทดแทนน้ำตาลซูโครสในการผลิตต่อไป

ตารางที่ 1 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่ น้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนนและบุกผงที่มีอัตราส่วนคาราจีแนนต่อบุกผงแตกต่างกัน

ปริมาณคาราจีแนนต่อบุกผง	คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
สูตร 1 (12:0)	8.08±0.49[a]	8.18±0.48[a]	8.20±0.57[a]	7.94±0.74[a]	7.78±0.76[ab]
สูตร 2 (8:4)	8.28±0.57[a]	8.24±0.52[a]	8.26±0.56[a]	8.30±0.76[a]	8.22±0.71[a]
สูตร 3 (4:8)	7.76±0.82[b]	8.08±0.72[a]	7.96±0.60[b]	7.16±1.33[b]	7.34±1.30[b]
สูตร 4 (0:12)	7.50±0.99[c]	7.82±1.08[b]	7.82±0.83[b]	6.64±1.61[c]	6.86±1.88[c]

[a,b,c]ตัวอักษรยกที่แตกต่างในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p \leq 0.05$)

1.2 ผลการใช้น้ำตาลหล่อฮังก๊วยทดแทนน้ำตาลซูโครสในการผลิตเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนนและบุกผง

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนนและบุกผงที่มีอัตราส่วนปริมาณน้ำตาลซูโครสต่อน้ำตาลหล่อฮังก๊วยแตกต่างกัน

ปริมาณน้ำตาลซูโครสต่อน้ำตาลหล่อฮังก๊วย	คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	สี[ns]	กลิ่น[ns]	รสชาติ	เนื้อสัมผัส[ns]	ความชอบโดยรวม
ควบคุม (130.0:0)	8.28±5.73	8.24 ±0.52	8.26±0.56[a]	8.30±0.76	8.22±0.71[a]
สูตร 1 (97.5:32.5)	8.22±0.65	8.20±0.61	7.94±0.58[ab]	8.24±0.82	8.14±0.81[ab]
สูตร 2 (65.0:65.0)	8.16±0.91	8.12±0.94	7.74±1.26[b]	8.14±1.09	7.68±1.72[b]
สูตร 3 (32.5:97.5)	8.60±0.87	8.06±0.93	7.84±1.22[b]	8.08±1.03	7.78±1.46[ab]
สูตร 4 (0.0:130.0)	8.12±0.96	8.20±0.73	8.12±0.82[ab]	8.02±1.38	8.02±1.70[ab]

[a,b]ตัวอักษรยกที่แตกต่างในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลวิเคราะห์การยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ต่อเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนนและบุกผงที่มีอัตราส่วนปริมาณน้ำตาลซูโครสต่อน้ำตาลหล่อฮังก๊วยที่แตกต่างกัน 4 สูตร โดยใช้วิธีการทดสอบความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scaling) ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนนและบุกผงโดยรวมของสูตร 2 ที่มีอัตราส่วน

ปริมาณน้ำตาลซูโครสต่อน้ำตาลหล่อฮังก๊วย เท่ากับ 65.0:65.0 สูงที่สุด ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 8.14 รองลงมาคือสูตรที่ 4 ที่ใช้น้ำตาลหล่อฮังก๊วยทดแทนน้ำตาลซูโครสทั้งหมด มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 8.02 และยังเป็นคะแนนเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกับชุดควบคุม (น้ำตาลซูโครส 130 กรัม) ในขณะที่ด้านสี ด้านกลิ่น และเนื้อสัมผัสของทุกสูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงผลดังตารางที่ 2 ดังนั้นจึงนำเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนนและบุกผง สูตรที่ 4 ที่ใช้น้ำตาลหล่อฮังก๊วยทดแทนน้ำตาลซูโครสทั้งหมดมาพัฒนาเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติกที่ให้พลังงานต่ำต่อไป

1.3 ผลการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก

จากผลวิเคราะห์การยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคต่อเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติกที่มีปริมาณส่วนสกัดน้ำของข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมน้ำอุ่นแดงพาสเจอร์ไรส์ที่แตกต่างกัน 3 สูตร โดยใช้วิธีการทดสอบความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scaling) ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติกสูตร 2 ที่มีปริมาณส่วนสกัดน้ำของข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมน้ำอุ่นแดงพาสเจอร์ไรส์ เท่ากับ 20 กรัม สูงที่สุด ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก

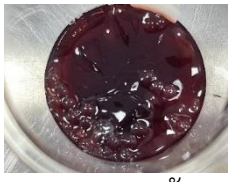
ปริมาณส่วนสกัดน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมน้ำอุ่นแดงพาสเจอร์ไรส์	คะแนนเฉลี่ยการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
สูตร 1 (10 กรัม)	7.90±0.89^{b}	8.00±0.83^{a}	7.82±1.30^{b}	7.88±0.80^{b}	7.74±0.80^{b}
สูตร 2 (20 กรัม)	8.22±0.74^{a}	8.26±0.53^{a}	8.28±0.57^{a}	8.36±0.78^{a}	8.28±0.64^{a}
สูตร 3 (30 กรัม)	7.56±1.16^{c}	7.92±0.92^{b}	7.60±0.83^{b}	7.20±1.32^{c}	7.42±1.28^{b}

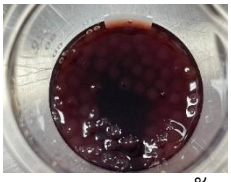
^{a,b}ตัวอักษรยกที่แตกต่างในคอลัมน์เดียวกัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 8.22, 8.26, 8.28, 8.36 และ 8.28 ตามลำดับ ดังตารางที่ 3 ดังนั้นสรุปได้ว่าการพัฒนาเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติกประกอบด้วย ส่วนสกัดน้ำของข้าวไรซ์เบอร์รี่ 650 กรัม น้ำอุ่นแดง 200 กรัม คาราจีแนน 8 กรัม บุกผง 4 กรัม น้ำตาลหล่อฮังก๊วย 130 กรัม

กรดซิตริก 1 กรัม ส่วนสกัดน้ำของข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมน้ำอุ่นแดงพาสเจอร์ไรส์ 20 กรัม และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก (*Bacillus coagulans*) 5 กรัม ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะปรากฏ คือ มีสีม่วงแดงเข้ม มีกลิ่นของข้าวไรซ์เบอร์รี่คั่วและอุ่นแดงตามธรรมชาติ เนื้อสัมผัสนุ่ม ยืดหยุ่น คงรูป และสามารถดูดได้ง่าย แสดงผลดังภาพที่ 1

(ก) สูตร 1 (10 กรัม)


(ข) สูตร 2 (20 กรัม)


(ค) สูตร 3 (30 กรัม)

ภาพที่ 1 ลักษณะปรากฏของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติกที่มีปริมาณส่วนผสมแตกต่างกัน

2. ผลการศึกษาคุณภาพทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก

2.1 เครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก มีความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) เท่ากับ 3.10

2.2 เครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก จำนวน 100 กรัม มีปริมาณโปรตีน เท่ากับ 0.81 กรัม คาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 11.14 กรัม ไขมัน เท่ากับ 0.02 กรัม เถ้า เท่ากับ 0.37 กรัม ความชื้น เท่ากับ 87.66 กรัม สารต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 65.42 มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิก และพลังงาน เท่ากับ 47.98 กิโลแคลอรี

3. ผลการศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก

เครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก มีจุลินทรีย์โพรไบโอติก จำนวน $1.5x10^7$ CFU/g และไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส เอสเชอริเชีย โคไล ยีสต์และรา และโคลิฟอร์ม ซึ่งมีความปลอดภัยเป็นไปข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 518/2547) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ. 2543 เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท และประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

1. สูตรที่เหมาะสมของเครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง

และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก ประกอบด้วย ส่วนสกัดน้ำของข้าวไรซ์เบอร์รี่ 650 กรัม น้ำอุ่นแดง 200 กรัม คาราจีแนน 8 กรัม บุกผง 4 กรัม น้ำตาลหล่อฮังก๊วย 130 กรัม กรดซิตริก 1 กรัม ส่วนสกัดน้ำของข้าวไรซ์เบอร์รี่ผสมน้ำอุ่นแดงพาสเจอร์ไรส์ 20 กรัม และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก 5 กรัม มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 8.28 ($p \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับ วิชมณี ยืนยงพุทธกาล และคณะ (2560) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเจลเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ โดยใช้เยลลี่ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ พบว่า ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมจัดอยู่ในกลุ่มมากที่สุด

2. เครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก จำนวน 100 กรัม มีสารต้านอนุมูลอิสระ เท่ากับ 65.42 มิลลิกรัมสมมูลย์ของกรดแอสคอร์บิก และให้พลังงาน เท่ากับ 47.98 กิโลแคลอรี สอดคล้องกับ อเนก หาลี (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่ข้าวหักไรซ์เบอร์รี่เสริมสารสกัดจากหญ้าหวาน พบว่า มีแนวโน้มของประสิทธิภาพในการต้าน อนุมูลอิสระสูง และสอดคล้องกับ ภดารัชช์ จาวจักรศิริ (2562) ได้ใช้สารหล่อฮังก๊วยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่แคลอรี่ต่ำจากไซเดอร์มะเขือเทศ พบว่า ในผลิตภัณฑ์ 20 กรัม ให้พลังงานทั้งหมด 0.7 กิโลแคลอรี่

3. เครื่องดื่มน้ำข้าวไรซ์เบอร์รี่และน้ำอุ่นแดงผสมคาราจีแนน บุกผง และเม็ดบีดส์จุลินทรีย์โพรไบโอติก จำนวน 1 กรัม มีจำนวนจุลินทรีย์โพรไบโอติก เท่ากับ 1.5×10^7 CFU และไม่พบจุลินทรีย์ทั้งหมด สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส เอสเชอริเชีย โคไล ยีสต์และรา และโคลิฟอร์ม ซึ่งมีความปลอดภัยและสอดคล้องกับข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 518/2547, เยลลี่เหลว) ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 213) พ.ศ. 2543 เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท และประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง การใช้จุลินทรีย์โพรไบโอติกในอาหาร

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว. *ข้าวไรซ์เบอรี่ต้านอนุมูลอิสระสูง*. http://dna.kps.ku.ac.th/index.php

ภดารัชช์ จาวจักรศิริ (2562). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่แคลอรี่ต่ำจากไซเดอร์มะเขือเทศ*. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วิชมณี ยืนยงพุทธกาล, สันทัด วิเชียรโชติ, และอุดมลักษณ์ สุขอัตตะ. (2560). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเจลเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุจากผลไม้ไทยที่มีองค์ประกอบของสารพรีไบโอติกโดยใช้เยลลี่ข้าวไรซ์เบอร์รี่เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์อัจฉริยะเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร. (2558). *Monk fruit (ผลหล่อฮั่งก๊วย) ทางเลือกใหม่ของสารให้ความหวาน*. http://fic.nfi.or.th/technologyandinnovationdetail.php?smid=88

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2547). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเยลลี่เหลว*. มผช. 518 2547. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

อเนก หาลี, นิศาชล นาเวช, และสุรีวัลย์ วรอรุณ. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่ข้าวหักไรซ์เบอรี่เสริม

สารสกัดจากหญ้าหวาน. *วารสารวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี*. *15*(2), 29-37.

Amara, A. A., & Shibl, A. (2015). Role of Probiotics in health improvement, infection control and disease treatment and management. *Saudi Pharmaceutical Journal, 23*(2), 107-114.

Burgain, J., Gaiani, C., Linder, M., & Scher, J. (2011). Encapsulation of probiotic living cells: From laboratory scale to industrial applications. *Journal of Food Engineering*, *104*(4), 467-483.

FAO/WHO. (2002). *Guidelines for the evaluation of probiotics in food.* http://www.who.int/foodsafety/fsmanagement/en/ probioticguidelines.htm

Hironori, K., Yoko S., Satoko Y., Masamichi T., Koji H., Keiji K., Noriyuki K., Takao A., Ichiro K. & Shinya K. (2014). The effects of Lactobacillus pentosus strain b240 and appropriate physical training on salivary secretory IgA levels in elderly adults with low physical fitness: a randomized, doubleblind, placebo-controlled trial. *Journal Clin Biochem Nutr., 54*(1), 61-66.

Korbekandi, H., Mortazavian, A.M., & Iravani, S. (2011). *Technology and stability of probiotic in fermented milks. In N. Shah (Ed.), probiotic and prebiotic foods: Technology*, *Stability and Benefits to the human health* (pp. 131-163). Nova Science Ltd.

Lourith, N., Kanlayavattanakul, M., & Chanpirom, S. (2009). Free radical scavenging efficacy of tamarind seed coat and its cosmetics applications. *Journal Health Res., 23*(4), 159-162.

Wetwitayaklung, P., Charoenteeraboon, J., Limmatvapirat, C., & Phaechamud, T. (2012). Antioxidant activities of some Thai and exotic fruits cultivated in Thailand. *RJPBCS, 3*(1), 12-21.