การเพิ่มมูลค่าข้าวโพดและข้าวก่ำด้วยกระบวนการผลิตน้ำอัดลมระดับครัวเรือน
Adding value to corn and purple rice through production of a homemade soft drink

นันทวุฒิ นิยมวงษ์[1*], ธิติญา น้ำนุช[1], เกตุสุดา ฝอยทองสุข[1], อันธิกา บุญแดง[2],
วราภรณ์ อภิวัฒนาภิวัต[2], พรพิมล จันทร์ฉาย[2], พิลาณี ไวถนอมสัตย์[2],
Nanthavut Niyomvong[1*], Thitiya Namnood[1], Gatesuda Foithongsuk[1], Antika Boondaeng[2],
Waraporn Apiwatanapiwat[2], Pornpimon Chanchai[2], Pilanee Vaithanomsat[2]

Received: 8 May 2021 ; **Revised**: 6 August 2021 ; **Accepted**: 31 August 2021

บทคัดย่อ
การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมูลค่าข้าวโพดและข้าวก่ำด้วยกระบวนการผลิตน้ำอัดลมระดับครัวเรือน โดยศึกษาอัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบที่ใช้ ได้แก่ น้ำข้าวก่ำ และน้ำข้าวโพด ต่อปริมาณน้ำสะอาด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และปริมาณความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสม จากการทดสอบโดยกลุ่มอาสาสมัครจำนวน 30 คน ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 5 ระดับ พบว่า ในผลิตภัณฑ์น้ำข้าวก่ำอัดแก๊ส ผู้บริโภคให้การยอมรับข้าวก่ำต่อน้ำในอัตราส่วน 1:20 และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 10 บริกซ์ (3.26±0.86) มากที่สุด จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางโภชนาการไม่พบปริมาณโปรตีน พบไขมัน 0.07% คาร์โบไฮเดรต 9.95% สารต้านอนุมูลอิสระ 7.92% และสารแอนโทไซยานิน 6.18% ส่วนผลิตภัณฑ์น้ำข้าวโพดอัดแก๊ส ผู้บริโภคให้การยอมรับข้าวโพดต่อน้ำในอัตราส่วน 1:1 ยอมรับต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 8 บริกซ์ (3.30±0.79) จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ พบปริมาณโปรตีน 0.86% ไขมัน 0.35% คาร์โบไฮเดรต 7.12% และสารต้านอนุมูลอิสระ 42.06% จากการตรวจสอบความปลอดภัยทางจุลินทรีย์ในเครื่องดื่มไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในเครื่องดื่มทั้งสองชนิด พบว่าผลิตภัณฑ์ที่สร้างขึ้น ประสบความสำเร็จในระดับตลาดทดลองและทำกำไรต่อหน่วยถึง 87.5% จากต้นทุน จากผลวิจัยชี้ให้เห็นว่าวัตถุดิบข้าวก่ำและข้าวโพดสามารถใช้เป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากข้าวและข้าวโพดราคาต่ำเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มอัดแก๊สที่มีคุณค่าทางสารอาหารและสามารถผลิตในครัวเรือนได้

คำสำคัญ: ข้าวก่ำ ข้าวโพด น้ำอัดลม ผลิตระดับครัวเรือน

Abstract
The objective of this research is to add value of purple rice and corn by producing carbonated soft drinks at the household level by studying the ratio of rice, water and corn against a total amount of soluble solids and the appropriate pH in the beverage. This research conducted preference testing in group testing (N=30) by a 5-point Likert scale questionnaire. The result suggested that the consumers accepted the rice beverage at the ratio of 1:20 (boiled rice juice /water) with the total amount of soluble solids of 10 brix (3.26±0.86) and protein content of 0.00%, fat 0.07%, carbohydrates 9.95%, ash antioxidant 7.92%, anthocyanin 6.18%. For the corn beverage, consumers accepted the ratio of corn to water at the ratio 1:1, the total amount soluble solids of 8 brix (3.30±0.79) and protein content of 0.86%, fat 0.35%, carbohydrates 7.12%, antioxidants 42.06%. Food microbial testing found no risk microbes in the beverages. The products were successful at trial market level and gain at 87.5% from unit cost. This study could provide utilization guidelines for adding value to rice and corn products through a household production.

Keywords: purple rice, corn, carbonated soft drinks, household production

[1] สาขาวิชาชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ประเทศไทย
[2] สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
[1] Department of Biology and Biotechnology, Faculty of Science and Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan, Thailand
[2] Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute, Kasetsart University, Bangkok, Thailand
* Corresponding author; e-mail address: nanthavut.ni@nsru.ac.th

บทนำ

น้ำอัดลม (Sparkling water) เป็นเครื่องดื่มให้ความหวานที่มีกลิ่นรสและสีสันที่หลากหลายในท้องตลาด ทำให้รู้สึกสดชื่นได้อย่างรวดเร็ว มีรสชาติอร่อย ราคาถูก สามารถหาซื้อได้ง่าย อีกทั้งมีรสชาติที่หลากหลาย จึงทำให้น้ำอัดลมเป็นเครื่องดื่มที่นิยมบริโภคทั่วโลก โดยทั่วไปน้ำอัดลมมักผลิตในระดับอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ นิยมเจือสีและวัตถุปรุงแต่งให้มีกลิ่นรสที่หลากหลาย ทำให้มีความต้องการบริโภคเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน อย่างไรก็ตามน้ำอัดลมมีสารที่ให้พลังงานสูงจากน้ำตาล และมีความเป็นกรดสูงจากกรดคาร์บอนิกที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ทำให้น้ำอัดลมมีความซ่า (Fizziness) โดยกรดคาร์บอนิกนั้น ได้จากปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยอาศัยความดันสูงจากเครื่องจักรในการอัดให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้ทำปฏิกิริยาละลายเข้ากับโมเลกุลน้ำ ซึ่งมีรายงานว่าการดื่มน้ำอัดลมที่อัดแก๊สในปริมาณมากติดต่อกันเป็นเวลานานมีผลต่อสุขภาพกระดูกและฟัน เนื่องจากกรดคาร์บอนิกนั้นสามารถย่อยมีฤทธิ์กัดกร่อนสลายแคลเซียมได้ (Ryu, 2018) อีกทั้งน้ำอัดลมที่ผลิตในระดับอุตสาหกรรมจำนวนมากนิยมเติมคาเฟอีนลงไปเพื่อให้ดื่มแล้วเกิดความสดชื่นกระปรี้กระเปร่า ถึงแม้ว่ามีรายงานหลายชิ้นที่ระบุว่าคาเฟอีนมีคุณประโยชน์ต่อร่างกายหลายประการทั้งเสริมสุขภาพและลดความเสี่ยงโรคต่างๆ (Kolahdouzan & Hamadeh, 2017 ; Peerapen & Thongboonkerd, 2018) แต่อย่างไรก็ตามหากดื่มในปริมาณมาก อาจทำให้เกิดการติดคาเฟอีนตามมาทำให้ต้องบริโภคน้ำอัดลมอยู่เป็นประจำ ทำให้ผู้ที่ติดคาเฟอีนจากน้ำอัดลมได้รับปริมาณน้ำตาลมากเกินความต้องการของร่างกายจนนำไปสู่โรคต่างๆ ได้ ยิ่งในปัจจุบันพบว่าผู้บริโภคหันมาดูแลสุขภาพกันมากขึ้น โดยเริ่มตั้งแต่การเลือกรับประทานอาหารหรือการดื่มเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ โดยเฉพาะเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพชนิดต่างๆ ที่กำลังเป็นที่นิยมเนื่องจากจะได้รับวิตามินที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพไปพร้อมๆ กับรสชาติของเครื่องดื่มไปด้วย กล่าวได้ว่าเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพมีแนวโน้ม (Trend) ลดปริมาณน้ำตาลลงเพื่อจำหน่ายในท้องตลาดในอนาคต (Marriott *et al,* 2004)

จากการพิจารณาจากปริมาณการเพาะปลูกในท้องถิ่น พบว่าธัญพืชหลายชนิดมีศักยภาพการผลิตเป็นเครื่องดื่มที่มีคุณค่าทางโภชนาการตามธรรมชาติ โดยเฉพาะข้าวและข้าวโพด (ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์, 2560) ที่เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีราคาค่อนข้างต่ำ และเป็นปัญหาเกษตรกรในหลายพื้นที่ของประเทศไทยมาเป็นเวลานาน จากเหตุผลดังกล่าวงานวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มคุณค่าให้กับข้าวและข้าวโพด โดยการพัฒนาเป็นเครื่องดื่มอัดแก๊สที่มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยเลือกข้าวก่ำเนื่องจากข้าวก่ำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเช่นเดียวกับวิตามินอี นอกจากนี้ยังมีสารแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นฟลาโวนอยด์กลุ่มหนึ่งที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีมีประโยชน์ต่อสุขภาพ (วรวีร์ รายา, 2558) ส่วนข้าวโพดเป็นธัญพืชที่มีสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายในบางประเทศใช้บริโภคเป็นอาหารหลักประเภทแป้ง (Gabriel & Ortega, 2014) และมีเส้นใยอาหารสูง เพาะปลูกง่าย สามารถจัดหาวัตถุดิบได้ง่าย มีปริมาณมาก (Soare *et al*, 2018) จากความพร้อมด้านวัตถุดิบทั้งสองชนิดดังกล่าว จึงทำให้งานวิจัยนี้มุ่งสร้างเครื่องดื่มอัดแก๊สที่ควบคุมปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมโดยไม่เกินมาตรฐานที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ แต่ยังคงรสชาติที่พึงพอใจต่อกลุ่มผู้บริโภคอยู่ และใช้การอัดแก๊สปริมาณน้อยเพื่อให้มีผลลบต่อสุขภาพให้น้อยที่สุด โดยเน้นกระบวนการที่สามารถใช้เทคโนโลยีง่ายๆ ที่สามารถทำได้ในครัวเรือน นอกจากนี้การนำเอาวัตถุดิบดังกล่าวมาใช้ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบที่สามารถหาได้ทั่วไปในท้องถิ่นเพื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

แผนการทดลองในครั้งนี้ ออกแบบเพื่อศึกษาว่าเครื่องดื่มแต่ละสูตร มีผลต่อความพึงพอใจในกลุ่มทดสอบอย่างไร โดยแปรผันอัตราส่วนของวัตถุดิบต่อน้ำ 3 ชุดการทดลองซึ่งมีการทำซ้ำทั้งหมด 3 ซ้ำต่อชุดการทดลอง ทำการศึกษาในเครื่องดื่ม 2 ประเภท รวมเป็น 18 ชุดทดลอง นำชุดทดลองทั้งหมดที่สร้างขึ้นไปทดสอบการตอบรับทางประสาทสัมผัสโดยกลุ่มทดสอบจำนวน 30 คน และให้คะแนนในแบบทดสอบชนิด 5 ระดับความพึงพอใจ

1. น้ำข้าวก่ำอัดแก๊ส

1.1 ศึกษาอัตราส่วนข้าวก่ำต่อน้ำ

ศึกษาอัตราส่วนข้าวก่ำต่อน้ำที่เหมาะสมในอัตราส่วนต่างกัน 3 สูตร ได้แก่ 1:10 1:20 และ 1:30 (โดยน้ำหนัก) (จุฑามาศ ถิระสาโรช และเฉลิมพล ถนอมวงค์, 2553) โดยนำข้าวก่ำล้างด้วยน้ำเปล่าสะอาดประมาณ 2-3 ครั้ง และแช่ข้าวก่ำในน้ำสะอาดเป็นเวลาเป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปต้มตามอัตราส่วนข้างต้น 15-30 นาที และกรองด้วยผ้าขาวบาง (วรวีร์ รายา, 2558)

1.2 ศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

พัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 3 ระดับ (5 8 และ 10 บริกซ์) (อมรรัตน์ มุขประเสริฐ, 2545) โดยเติมน้ำตาลซูโครสลงในน้ำข้าวก่ำทั้ง 3 สูตร ให้ได้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่ต้องการ 3 ระดับ วัดด้วยเครื่อง Refractometer และ นำไปพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ทิ้งให้เย็น เทใส่ขวดและอัดแก๊สด้วยเครื่องอัดในขั้นตอนต่อไป

2. น้ำข้าวโพดอัดแก๊ส

2.1 ศึกษาอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำ

ปอกเปลือกข้าวโพด นำข้าวโพดไปต้มเป็นเวลา 15-20 นาที พักไว้ให้เย็น นำข้าวโพดมาแกะเมล็ดออกจากฝัก ศึกษาปริมาณข้าวโพดต่อน้ำที่เหมาะสมในอัตราส่วนต่างกัน 3 สูตร ได้แก่ 1:1 1:5 และ 1:10 โดยนำเมล็ดข้าวโพดปั่นผสมกับน้ำสะอาดให้ละเอียด กรองและคั้นน้ำข้าวโพดออกด้วยผ้าขาวบาง (รวมพร เลี่ยมแก้ว และเพ็ญขวัญ ชมปรีดา, 2561)

2.2 ศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด

พัฒนาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 3 ระดับ (8 10 และ 12 บริกซ์) (อมรรัตน์ มุขประเสริฐ, 2545) โดยเติมน้ำตาลซูโครสลงในน้ำข้าวโพดทั้ง 3 สูตร ให้ได้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่ต้องการ 3 ระดับ วัดด้วยเครื่อง Refractometer และนำไปพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และทำให้เย็นเทใส่ขวดอัดแก๊สและทำการอัดแก๊สด้วยเครื่องอัดในขั้นตอนต่อไป

3. วิธีอัดแก๊ส

อัดแก๊สด้วยเครื่องทำโซดายี่ห้อ VIZA Soda Stream รุ่น Juice 701 โดยนำผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ได้แก่ น้ำข้าวก่ำ น้ำข้าวโพด ใส่ขวดแก้วขนาด 370 มิลลิลิตร แล้วอัดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยกดปุ่มอัดแก๊สห่างกันครั้งละ 20 วินาที จำนวน 3 ครั้ง

4. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทั้งหมดมาประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น ความหวาน ความซ่า และความชอบโดยรวม โดยทดสอบกับกลุ่มผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 30 คน เพศชายและหญิงช่วงอายุ 20-40 ปี จำนวนอย่างละครึ่ง

5. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี สารต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวก่ำ น้ำข้าวโพด และทดสอบปริมาณจุลินทรีย์

นำชุดการทดลองที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากข้างต้น มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของน้ำข้าวก่ำ น้ำข้าวโพด โดยวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ความชื้น เถ้า สารแอนโทไซยานิน และแกมมา-โอไรซานอล (AOAC, 2005) สารต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์น้ำข้าวก่ำ (Re *et al*., 1999) โดยมีชุดทดลองจำนวน 3 ซ้ำ เพื่อหาค่าเฉลี่ยและรายงานเป็นร้อยละ (% scavenging) นำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาทำการทดสอบปริมาณจุลินทรีย์ด้วยวิธี Dilution plate count (Centrallabthai, 1998 ; Sullivan & Carpenter, 1993 ; Wan *et al*, 2011 ; George & Latimer, 2016) โดยทำจำนวน 3 ซ้ำบนอาหาร Eosin-methylene blue agar (EMB) และ Potato dextrose agar (PDA) ส่วนโคลิฟอร์ม ใช้ชุดตรวจสอบ SI-2 (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์)

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way analysis of variance) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โดยกำหนดความเชื่อมั่นทางสถิติที่ระดับ $p \leq 0.05$

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. น้ำข้าวก่ำอัดแก๊ส

จากการศึกษาอัตราส่วนข้าวก่ำต่อน้ำที่เหมาะสมในอัตราส่วนที่ต่างกัน 3 สูตร (1:10 1:20 และ 1:30 โดยน้ำหนัก) ศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 3 ระดับ (5 8 และ 10 บริกซ์) พบว่า ความพึงพอใจด้านประสาทสัมผัส สี และความซ่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนด้านกลิ่น ความหวาน และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผู้บริโภคให้การยอมรับข้าวก่ำต่อน้ำในอัตราส่วน 1:20 มากที่สุด ที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 10 บริกซ์ (Table 1) แต่ในด้านประสาทสัมผัส สี ความซ่า ไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของจุฑามาศ ถิระสาโรช และ เฉลิมพล ถนอมวงค์ (2553) พบว่า ผู้บริโภคให้การยอมรับเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวหอมนิล ในอัตราส่วนที่เหมาะสมของแป้งข้าวต่อน้ำคือ 1:30 มากที่สุด ซึ่งมีปริมาณที่ไม่ต่างมากจากงานวิจัยครั้งนี้ แต่ปริมาณ Sucrose syrup ที่ละลายในเครื่องดื่มที่ปริมาณ 7 บริกซ์นั้นได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมในด้านรสชาติและความชอบรวมสูงที่สุด ซึ่งต่างจากงานวิจัยในครั้งนี้ ที่มีความนิยมที่ 10 บริกซ์มากกว่า เมื่อนำอัตราส่วนของน้ำข้าวก่ำอัดแก๊สข้างต้นไปวิเคราะห์ปริมาณ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ความชื้น เถ้า สารต้านอนุมูลอิสระ แอนโทไซยานินและแกมมา-โอไรซานอล แล้ว ไม่พบปริมาณโปรตีน (0.00%) โดยพบไขมัน 0.07% คาร์โบไฮเดรต 9.95% ความชื้น 89.93% เถ้า 0.05% สารต้านอนุมูลอิสระ 7.92% และสารแอนโทไซยานิน 6.18% เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ สุรพงษ์ พินิจกลาง (2561) พบว่า เครื่องดื่มซุปเปอร์เบอร์รี่จากสารสกัดข้าวหอมนิล มีปริมาณโปรตีน 0.06% ไขมัน 0.11% คาร์โบไฮเดรต 15.96% เถ้า 0.22% และปริมาณแอนโทไซยานิน 2.09% ซึ่งคุณค่าทางสารอาหารโดยรวมมีความใกล้เคียงกันกับของน้ำข้าวก่ำอัดแก๊ส ยกเว้นค่าสารแอนโทไซยานินที่ข้าวก่ำมีมากถึง 6.18% เนื่องจากเป็นรงควัตถุที่พบมากในพืชสีแดงน้ำเงินหรือม่วง ซึ่งรวมถึงข้าวก่ำที่มีสีม่วงเข้มตามธรรมชาติ จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าข้าวก่ำเป็นแหล่งของแอนโทไซยานินที่ดี ซึ่งมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของลิโปโปรตีน และการตกตะกอนของ

เกล็ดเลือด มีบทบาทในการป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ เช่น โรคระบบหัวใจหลอดเลือด มะเร็ง เบาหวานอีกด้วย ซึ่งถือว่าเป็นจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ (Palungwachira *et al*, 2019) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยครั้งนี้ไม่พบสารแกมมา-โอไรซานอล ที่มักพบในธัญพืชหลายชนิด ซึ่งอาจเป็นผลมาจากกระบวนการเจือจางด้วยน้ำเพื่อเพิ่มปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ทำให้อยู่ในระดับที่ไม่สามารถตรวจพบได้ เมื่อทำการทดสอบปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำข้าวอัดแก๊สหลังบรรจุเป็นเวลา 2 สัปดาห์ในตู้เย็น ด้วยวิธี Dilution plate count ไม่พบราอีโคไล และแบคทีเรียโคลิฟอร์ม แสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติทางจุลชีววิทยาเบื้องต้นและทราบอายุการเก็บรักษาของน้ำข้าวก่ำอัดแก๊สหลังผ่านการพาสเจอร์ไรซ์

Table 1 the preference score of carbonated rice drink

carbonated rice drink (rice: water)	Total dissolved solids (%)	Average liking score				
		Color^{ns}	smell	Sweetness	Fizziness^{ns}	Total inclination
1:10	5	3.26±0.78	2.90^{ab}±0.84	2.36^{b}±0.85	2.86±0.93	2.48^{bc}±0.87
1:10	8	3.30±0.74	3.03^{ab}±0.88	3.03^{a}±0.88	3.16±0.83	3.03^{a}±0.92
1:10	10	3.46±0.73	3.10^{a}±0.80	3.30^{a}±1.08	3.30±0.91	3.03^{a}±0.88
1:20	5	3.06±0.73	2.90^{ab}±0.88	2.36^{b}±0.80	2.93±1.08	2.80^{ab}±0.84
1:20	8	3.16±0.79	2.93^{ab}±0.94	3.13^{a}±0.89	3.26±0.94	3.10^{a}±0.75
1:20	10	3.20±0.84	3.06^{a}±0.98	3.33^{a}±1.09	3.03±1.03	3.26^{a}±0.86
1:30	5	3.03±0.99	2.50^{b}±0.90	2.20^{b}±0.96	2.86±1.07	2.20^{c}±0.80
1:30	8	3.03±0.99	2.70^{ab}±0.91	3.10^{a}±1.06	3.16±0.98	3.06^{a}±0.90
1:30	10	3.13±1.07	2.76^{ab}±1.04	3.26^{a}±1.25	3.10±1.15	2.96^{a}±0.96

Note: * Different characters in vertical orientation are different. The difference was statistically significant ($p \leq 0.05$)
ns = no statistically significant difference ($p > 0.05$)

2. น้ำข้าวโพดอัดแก๊ส

จากการศึกษาปริมาณข้าวโพดต่อน้ำที่เหมาะสมในอัตราส่วนต่างกัน 3 สูตร (1:1 1:5 และ 1:10 โดยน้ำหนัก) ศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 3 ระดับ (8 10 และ 12 บริกซ์) พบว่า ความพึงพอใจด้านประสาทสัมผัส ด้านความหวาน และความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนด้านสี กลิ่น และความซ่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ผู้บริโภคให้การยอมรับข้าวโพดต่อน้ำมากที่สุดในอัตราส่วน 1:1 ในปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 8 บริกซ์ (Table 2) เพราะสีน้ำข้าวโพดในอัตราส่วนที่ 1:1 มีสีเหลืองที่เข้มและมีกลิ่นข้าวโพดที่ชัดเจนกว่าน้ำข้าวโพดในอัตราส่วนที่ 1:5 และ 1:10 แต่ในด้านความหวาน และความชอบโดยรวมไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ความชื้น เถ้า สารต้านอนุมูลอิสระ พบว่า มีปริมาณโปรตีน 0.86% ไขมัน 0.35% คาร์โบไฮเดรต 7.12% ความชื้น 91.31% เถ้า 0.36% สารต้านอนุมูลอิสระ 42.06% (Table 3) เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ สวามินี นวลแขกุล (2546) ที่ศึกษาปริมาณสารอาหารจากผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวโพดเสริมเส้นใยอาหารจากกากที่เหลือจากการผลิตน้ำนมข้าวโพดพบว่ามีปริมาณโปรตีน 0.53% ซึ่งน้อยกว่างานวิจัยในครั้งนี้ไม่มากนัก พบว่าของแข็งที่ละลายได้ เท่ากับ 4 Brix คิดเป็นสัดส่วนครึ่งหนึ่งของงานในครั้งนี้ โดยงานดังกล่าวได้นำไปแปรรูปต่อเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวโพดที่มีส่วนประกอบไปด้วยน้ำข้าวโพด 79.43% น้ำตาล 8% มีการเสริมโปรตีนถั่วเหลือง 0.8% เส้นใยอาหารข้าวโพด 11.73% และ คาราจีแนน 0.04% เมื่อพาสเจอร์ไรซ์ เป็นเวลา 30 นาที สามารถเก็บไว้ได้ 16 วันที่อุณหภูมิ 0-4 (อุณหภูมิตู้เย็น) และจากการตรวจสอบทางจุลินทรีย์ด้วยวิธี Dilution plate count ไม่พบรา อีโคไล และแบคทีเรียโคลิฟอร์มเช่นเดียวกับน้ำข้าวก่ำอัดแก๊ส จากงานวิจัยดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงมีแนวทางในการใช้สารเสริมสารทำให้คงตัวจากธรรมชาติ และมีการเพิ่มสารอาหารอื่น เช่น โปรตีนจากแหล่งต่าง ๆ ในงานวิจัยขั้นต่อไป

Table 2 The preference score of carbonated corn drink

carbonated corn drink (corn:water)	Total dissolved solids (%)	Average liking score				
		Color	smell	Sweetness	Fizziness	Total inclination
1:1	8	3.76ᵃ±0.85	3.60ᵃ±0.93	3.23ᵃᵇ±0.93	2.93ᶜ±0.90	3.30ᵃ±0.79
1:1	10	3.73ᵃ±0.82	3.46ᵃᵇ±1.00	3.43ᵃ±1.04	2.93ᶜ±0.98	3.03ᵃᵇ±0.80
1:1	12	3.76ᵃ±0.89	3.43ᵃᵇ±1.10	2.70ᵇ±1.14	2.73ᶜ±0.98	2.66ᵇ±1.02
1:5	8	2.80ᵇ±0.96	3.00ᵇᶜ±0.83	2.80ᵃᵇ±1.03	3.03ᶜ±0.88	2.66ᵇ±0.80
1:5	10	2.83ᵇ±1.05	2.96ᵇᶜ±0.88	3.33ᵃᵇ±1.15	3.10ᵇᶜ±0.99	2.96ᵃᵇ±0.88
1:5	12	2.90ᵇ±0.95	3.16aᵇᶜ±1.01	2.93ᵃᵇ±1.25	3.13ᵇᶜ±1.16	2.86ᵃᵇ±1.00
1:10	8	2.60ᵇ±1.06	2.86ᶜ±0.89	2.90ᵃᵇ±1.06	3.60ᵃᵇ±0.93	2.83ᵃᵇ±0.94
1:10	10	2.70ᵇ±1.17	2.86ᶜ±0.86	3.20ᵃᵇ±1.09	3.76ᵃ±0.85	3.10ᵃᵇ±1.06
1:10	12	2.56ᵇ±1.07	2.73ᶜ±0.86	2.83ᵃᵇ±0.98	3.26aᵇᶜ±0.98	2.63ᵇ±0.76

Note: * Different characters in vertical orientation are different. The difference was statistically significant ($p \leq 0.05$)

Table 3 Results of nutritional analysis and detection of microbial in carbonated rice drink, carbonated corn drink and carbonated pineapple drink

specification	carbonated rice drink	carbonated corn drink
	Quantity (percentage)	Quantity (percentage)
Protein	0.00	0.86
Fat	0.07	0.35
Carbohydrate	9.95	7.12
Moisture	89.93	91.31
Ash	0.05	0.36
Antioxidant	7.92	42.06
Vitamin c	ND	ND
Anthocyanin	6.18	ND
Gamma oryzanol	ND	ND
Fungal, *E-coli* and Coliforms	ND	ND

Note: ND = Not detected

3. การผลิตด้วยกระบวนการในครัวเรือนและการเศรษฐศาสตร์ต้นทุนเบื้องต้น

จากการวิเคราะห์วิธีการผลิต พบว่างานวิจัยนี้สามารถปรับใช้ในครัวเรือนได้ง่าย โดยใช้อุปกรณ์เครื่องครัวภาชนะหุงต้มทั่วๆ ไป โดยมีเทคโนโลยีที่จำเป็นที่เพิ่มมาเพียงอย่างเดียวคือเครื่องอัดแก๊สขนาดเล็กแบบพกพาชนิดเติมบุลเล็ต (Carbonate bullet) ใส่แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีราคาไม่สูง สามารถเคลื่อนย้ายไปยังที่ต่างๆ ได้สะดวก เมื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อขวด พบว่าต้นทุนการผลิตอยู่ที่จำนวน 8 บาทต่อ 1 ขวด ปริมาตร 330 มิลลิลิตร เฉพาะค่าใช้จ่ายของการเติมแก๊สนั้น อยู่ที่ 2 บาทต่อเครื่องดื่ม 1 ขวด ไม่รวมค่าต้นทุนเครื่องอัดแก๊สราคา อยู่ในช่วง 2,000-3,500 บาท ขึ้นอยู่กับยี่ห้อและรุ่น โดยค่าเงินบาทขณะที่รายงานการวิจัยอยู่ที่ 1 บาท : 0.033 ดอลลาร์สหรัฐ หรือ 1 USD เท่ากับ 32.9090 บาท (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2564) จากการทดลองขายของกลุ่มผู้ประกอบการชุมชนอาสา จำนวน 1 กลุ่ม ได้ตั้งราคาจากต้นทุนของสินค้า (Markup on cost) ที่ขวดละ 15 บาท พบว่าสามารถขายได้หมดทั้งรุ่น (Trial market product จำนวน 36 ขวด) และทำกำไรต่อหน่วยถึง 87.5% จากต้นทุน ซึ่งนับว่ามีศักยภาพด้านต้นทุนแข่งขันกับเครื่องดื่มอัดแก๊สหรือน้ำอัดลมทั่วๆ ไปในท้องตลาด โดยจุดเด่นของผลิตภัณฑ์คือมีความได้เปรียบด้านคุณค่าทาง

อาหารและการลดความเสี่ยงของการเกิดโรคต่างๆ จากการดื่มน้ำอัดลมปกติ และความง่ายของกระบวนการผลิต และการปรับเปลี่ยนสูตรและวัตถุดิบต่างๆ ที่สามารถหาได้ง่ายเป็นจำนวนมากตามฤดูกาลในขณะนั้น

สรุป

จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์น้ำข้าวก่ำและน้ำข้าวโพดอัดแก๊ส พบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ในอัตราส่วนข้าวก่ำต่อน้ำที่ 1:20 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 10 บริกซ์ และผลิตภัณฑ์น้ำข้าวโพดอัดแก๊สในอัตราส่วนข้าวโพดต่อน้ำที่ 1:1 ในปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 8 บริกซ์ ซึ่งค่าดังกล่าว สามารถใช้เป็นสูตรในการผลิตเครื่องดื่มธัญพืชสำหรับจำหน่ายในเชิงการค้า โดยเป็นการลดปริมาณวัตถุดิบเข้มข้นด้วยการเติมน้ำ หรือนำไปประยุกต์ในธัญพืชชนิดอื่นๆ งานวิจัยในครั้งนี้พบว่าเครื่องดื่มที่ผลิตจากวัตถุดิบข้าวและข้าวโพดนั้นได้ ยังคงคุณค่าทางอาหารเมื่อแปรรูปเป็นเครื่องดื่มได้

จากกระบวนการทั้งหมด สามารถทำได้ในครัวเรือนโดยอุปกรณ์และภาชนะหุงต้มทั่วไป และสามารถลงทุนได้ในราคาที่ไม่สูงมาก ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการแปรรูปผลผลิตด้วยเทคโนโลยีง่ายๆในครัวเรือน ที่สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางอาหาร เหมาะกับการเสริมสุขภาพแก่เยาวชนทั่วไปและกลุ่มที่มีความต้องการทางสุขภาพเป็นกรณีพิเศษ เช่น ผู้สูงอายุ ผู้ป่วยโรคประจำตัวเกี่ยวกับปริมาณน้ำตาลในเลือด หรือโรคอ้วนที่ต้องควบคุมพลังงานเป็นกรณีพิเศษ เพื่อให้เกิดการแก้ปัญหาสุขภาพและมีชีวิตที่ดีควบคู่กัน (Well-being) ของประชากรต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่สนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ โดยผ่านกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ปีงบประมาณ 2563 ภายใต้โครงการ “การเพิ่มมูลค่าในผลิตภัณฑ์อาหารนมจากข้าวโพดราคาต่ำในท้องถิ่น: การวิจัยเชิงปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วมกับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเกษตรผสมผสานอำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์” และขอขอบคุณสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร และที่ให้การสนับสนุนในเรื่องสถานที่และอุปกรณ์เครื่องมือในการดำเนินโครงการวิจัย รวมทั้งการปันข้อมูลและทรัพยากรต่างๆ ระหว่างการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. (2536). เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร. กรุงเทพฯ.

จุฑามาศ ถิระสาโรช และเฉลิมพล ถนอมวงค์. (2553). การผลิตเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากข้าวหอมนิล. *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, *3*, 397-401.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2564, กรกฎาคม 16). *อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ ประจำวันที่ 16 กรกฎาคม 2564*. https://www.bot.or.th/. retrieved July 16, 1991, from https://www.bot.or.th/.

รวมพร เลี่ยมแก้ว และเพ็ญขวัญ ชมปรีดา. (2561). การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มน้ำนมข้าวโพดผสมธัญพืช. *วารสารสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย*, *7*, 82-91.

วรวีร์ รายา. (2558). *ข้าวลืมผัว*. ฝ่ายส่งเสริมและเผยแพร่ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สวามินี นวลแขกุล. (2546). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มข้าวโพดเสริมเส้นใยอาหารจากกากที่เหลือจากการผลิตน้ำนมข้าวโพด*. กรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต].

สุรพงษ์ พินิจกลาง. (2561). การผลิตเครื่องดื่มซุปเปอร์เบอรี่ที่มีสารสกัดแอนโธไซยานินจากข้าวหอมนิลบนพื้นฐานของการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 49, 25-28.

ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์. (2017). พันธุ์นครสวรรค์ 3 จากต้นน้ำสู่ปลายทาง [Conference session]. *การประชุมวิชาการสถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2560*, โรงแรมระยองรีสอร์ท.

อมรรัตน์ มุขประเสริฐ. (2545). น้ำผลไม้ผสมอัดก๊าซ. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, *12*, 50-56.

AOAC. (2005) *Official method of Analysis*. 18th Edition, Association of Officiating Analytical Chemists, Washington DC, Method 935.14 and 992.24.

Centrallabthai. (1998). *In-house method TE-CH-120 based on Bull*. Centrallabthai.

Sullivan, D.M. & Carpenter, D.E. (1993). *Methods of analysis for nutrition labeling*.AOAC International.

Céccoli, G., Ortega, A. I., Gariglio, N., Favaro, J.C., Carlos, & A., Carlos, B. (2014). Sweet corn (*Zea mays* L.) growth and yield are influenced by establishment methods. *Bothalia journal. National Botanical Institute*, 44, 2-12.

George, W. & Latimer, Jr. (2016). *Official methods of analysis of AOAC International***.** Association of officiating analytical chemists Rockville.

Kolahdouzan, M. & Hamadeh, M.J. (2017). The neuroprotective effects of caffeine in neurodegenerative diseases. *CNS neuroscience & therapeutics, 23*(4), 272-290.

Marriott, B.P., Hunt, K.J., Malek, A.M., & Newman, J.C. (2019). Trends in Intake of Energy and Total Sugar from Sugar-Sweetened Beverages in the United States among Children and Adults, NHANES 2003-2016. *Nutrients, 11*(9).

Palungwachira, P., Tancharoen, S., Phruksaniyom, C., Klungsaeng, S., Srichan, R., Kikuchi, K. & Nararatwanchai, T. (2019). Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties of Anthocyanins Extracted from Oryza sativa L. in Primary Dermal Fibroblasts. *Oxidative medicine and cellular longevity*, *2019*.

Peerapen, P. & Thongboonkerd, V. (2018). Caffeine in Kidney Stone Disease: Risk or Benefit?. *Advances in nutrition*, *9*(4), 419-424.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237.

Ryu, H.K., Kim, Y.D., Heo, S.S., & Kim, S.C. (2018). Effect of carbonated water manufactured by a soda carbonator on etched or sealed enamel. *Korean journal of orthodontics, 48*(1), 48-56.

Soare, E. Chiurciu. I. Bălan. A.V. & David. L. (2018). World Market Research on Maize. *Agriculture for Life Life for Agriculture* 1 (pp. 216-222).

Wan, C., Yu, Y., Zhou, S., Liu, W., Tian, S., & Cao, S. (2011). Antioxidant activity and free radical-scavenging capacity of *Gynura divaricata* leaf extracts at different temperatures. *Pharmacognosy magazine*, *7*(25), 40-45.