Research article

Effects of *Pandanus Amaryllifolius* Leaf Beverage on Postprandial Blood Glucose and Satiety Level in Thai Healthy Volunteers

Uraiporn Booranasuksakul[1]*, Alongkote Singhato[1], Narisa Rueangsri[1], Narudon Jampatong[1], Sarunyoo Ditsariyakul[1], Piyapong Prasertsri[1]

[1]Exercise and Nutrition Innovation and Sciences Research Unit Burapha University, Faculty of Allied Health Sciences, Burapha University, Chonburi, Thailand

ABSTRACT

Pandanus Amaryllifolius (PA) leaf extracts were associated with reducing blood glucose levels in animal models; however, the effects of PA leaf beverages on blood glucose in humans are required to clarify this association. This study evaluated the effect of PA leaf beverage consumption on postprandial blood glucose, satiety level and metabolic responses in Thai healthy volunteers. This was a randomized crossover study. Thirteen healthy volunteers aged between 20 and 23 years old were randomly assigned to consume either glucose solution (25 g of glucose powder in 150 ml of water) or PA beverage (2 g of PA dried leaf powder plus 25 g of glucose powder in 150 ml of water). Blood glucose, satiety, blood pressure, heart rate, and body temperature were measured at baseline (0 minute) and at 30-, 60-, 90-, and 120 minutes after consuming the beverages. Postprandial blood glucose level after consuming PA beverage was 10% significantly higher than those of glucose solution at 90 min ($p<0.05$). However, the area under the curve (AUC 0-90) of postprandial blood glucose when consumed PA beverage was slightly smaller than when consuming glucose solution (178.50 ± 20.34 and 180.21 ± 16.21, respectively). Moreover, satiety levels at 30, 60, 90, and 120 minutes after consuming PA beverage were higher, but not significant, than when consumed glucose only. There were no differences in blood pressure, heart rate, and body temperature comparing the consumption of the two beverages. This study suggested that a single dose of 2 g of PA with 25 g glucose did not improve blood glucose regulation. There was no statistical difference in satiety score between PA and control group.

Keywords: *Pandanus Amaryllifolius*, Blood glucose, Satiety

Received: 23 May 2022 Accepted: 20 April 2023 Available online: 23 April 2023

*Corresponding author's email: uraipornbrnssk@gmail.com, uraiporn@go.buu.ac.th

บทความวิจัย

ผลของเครื่องดื่มใบเตยต่อระดับน้ำตาลในเลือดและระดับความอิ่ม ในอาสาสมัครไทยที่มีสุขภาพดี

อุไรภรณ์ บูรณสุขสกุล[1*], อลงกต สิงห์โต[1], นริศา เรืองศรี[1], นฤดล จำปาทอง[1], ศรัญญู ดิสริยะกุล[1], ปิยะพงษ์ ประเสริฐศรี[1]

[1]หน่วยวิจัยนวัตกรรมและวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและโภชนาการมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

บทคัดย่อ

สารสกัดจากใบเตยมีความสัมพันธ์กับการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในหนูทดลอง แต่อย่างไรก็ตามผลของเครื่องดื่มใบเตยต่อระดับน้ำตาลในมนุษย์ยังต้องการผลการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันความสัมพันธ์นี้ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการบริโภคเครื่องดื่มใบเตยต่อระดับน้ำตาลในเลือด ระดับความอิ่ม และการตอบสนองทางเมตาบอลิก ในอาสาสมัครไทยที่มีสุขภาพดี รูปแบบการศึกษาเป็นการทดลองแบบสุ่มไขว้ อาสาสมัครที่เข้าร่วมเป็นอาสาสมัครที่มีสุขภาพดีในมหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 13 คน อายุ ระหว่าง 20 ถึง 23 ปี สุ่มให้ได้รับเครื่องดื่มกลูโคส (กลูโคส 25 ก. ในน้ำ 150 มล.) หรือ เครื่องดื่มใบเตย (ผงใบเตย 2 ก. กลูโคส 25 กรัมในน้ำ 150 มล.) ทำการวัดระดับน้ำตาลในเลือด ระดับความอิ่ม อุณหภูมิกาย อัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิต ก่อนบริโภคเครื่องดื่ม (นาทีที่ 0) และหลังการบริโภคเครื่องดื่มที่เวลา 30, 60, 90, และ 120 นาที ผลการศึกษาพบว่า ระดับน้ำตาลในเลือดหลังบริโภคเครื่องดื่มใบเตยมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเครื่องดื่มกลูโคสร้อยละ 10 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในนาทีที่ 90 ($p<0.05$) แต่ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใต้กราฟของระดับน้ำตาลในเลือดตั้งแต่นาทีที่ 0 ถึงนาทีที่ 90 เมื่อรับเครื่องดื่มใบเตย มีแนวโน้มต่ำกว่าเมื่อดื่มเครื่องดื่มกลูโคส (178.50 ± 20.34 และ 180.21 ± 16.21 ตามลำดับ) และมีแนวโน้มความอิ่มสูงกว่า อย่างไรก็ตาม ความดันโลหิต การเต้นของหัวใจ และอุณหภูมิกาย ไม่มีความแตกต่างกัน การศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าการบริโภคผงใบเตยขนาด 2 ก. ร่วมกับน้ำตาล กลูโคส 25 ก. ไม่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ค่าเฉลี่ยความรู้สึกอิ่มหลังได้รับผงใบเตย ร่วมกับน้ำตาลกลูโคสไม่แตกต่างจากการดื่มน้ำตาลกลูโคสเพียงอย่างเดียว

คำสำคัญ: ใบเตย, ระดับน้ำตาลในเลือด, ระดับความอิ่ม

*Corresponding author's email: uraipornbrnssk@gmail.com, uraiporn@go.buu.ac.th

บทนำ

โรคเบาหวานเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่เป็นปัญหาสาธารณสุขทั่วโลกรวมถึงประเทศไทย จากการสำรวจสุขภาพประชากรไทยโดยการตรวจร่างกายในประชากรอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป พบว่าความชุกของโรคเบาหวานในปี พ.ศ. 2557 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2552 ถึงร้อยละ 29[1] และจากการศึกษาพบว่าผู้ป่วยเบาหวานไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ตามเป้าหมายถึงร้อยละ 76[2] การบริโภคน้ำตาลมากเกินไปส่งผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพ เช่น ปัญหาต่อฟัน สมอง และก่อให้เกิดโรคอ้วนและโรคเบาหวาน[3] การปรับพฤติกรรมการบริโภคอาหารและควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดไม่ให้สูงในคนปกติเป็นแนวทางในการป้องกันการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ ภาวะน้ำตาลในเลือดสูงอย่างต่อเนื่องนำไปสู่การเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในวัยผู้ใหญ่ตอนต้นอาจมีความรุนแรงและนำไปสู่การเกิดโรคแทรกซ้อนต่างๆ อย่างรวดเร็วและรุนแรงกว่าการเกิดในช่วงวัยกลางคนและผู้สูงอายุ[4] และส่งผลกระทบต่อภาวะทางเศรษฐกิจของประเทศจากการเพิ่มงบประมาณทางด้านสาธารณสุขในการดูแลสุขภาพของประชาชนกลุ่มประชากรในวัยทำงานที่เกิดโรคเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง[5] จากการรายงานภาระทั่วโลกของโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่เกิดจากภาวะน้ำตาลในเลือดสูงในปี พ.ศ. 2560 พบว่ามีผู้เสียชีวิต 6.39 ล้านคน (15.6%) และพบ 166.36 ล้านคน (10.7%) สูญเสียปีสุขภาวะ (DALY) จากภาวะน้ำตาลในเลือดสูง[6] เตยหอม ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Pandanus amaryllifolius* Roxb. เป็นพืชสมุนไพรที่นิยมนำมาประกอบอาหารทั้งในรูปแบบอาหารและเครื่องดื่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำใบเตยเป็นน้ำสมุนไพรที่หลายคนนิยมบริโภคเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพและให้กลิ่นหอม มีการศึกษาในปี พ.ศ. 2562 ในหนูเพศผู้พบว่าการบริโภคน้ำดื่มผสมฟรุกโตส ร้อยละ 20 ทำให้เกิดอาการกลุ่มอาการเมตาบอลิซึม เช่น โรคอ้วน ความดันโลหิตสูง ภาวะไขมันในเลือดสูงผิดปกติ และระดับน้ำตาลในเลือดสูง เป็นต้น และการรักษาด้วยสารสกัดจากใบเตยในหนูทดลองดังกล่าวช่วยลดดัชนีมวลกาย ลดการสะสมของเนื้อเยื่อไขมันในช่องท้อง ลดความดันโลหิต ลดระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหาร ลดไตรกลีเซอไรด์[7] และมีการศึกษาในหนูทดลองพบว่าน้ำสกัดใบเตยหอมช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดและลดน้ำหนัก[8] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่าหนูอ้วนที่ได้รับน้ำสกัดจากใบเตยเป็นเวลา 6 สัปดาห์ (125 และ 250 มก./กก.) มีระดับน้ำตาลในเลือดลดลงเมื่อเปรียบเทียบหนูกลุ่มควบคุม[9] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Yuningtyas และคณะ (2560) พบว่าใบเตยที่สกัดด้วยน้ำ (Water extract of pandan leaves: EADP) ประกอบด้วยสารอัลคาลอยด์ (alkaloids) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซาโปนิน (saponins) และแทนนิน (tannins) และใบเตยที่สกัดด้วยเฮกเซน (Hexane extract of pandan leaves: EHDP) ประกอบด้วยสารอัลคาลอยด์ (Alkaloids) และสเตียรอยด์ (Steroids) และการทดลองในหนูที่ถูกกระตุ้นให้มีภาวะน้ำตาลในเลือดสูงโดยให้สารสกัด EADP 300 mg/kg EADP 600 mg/kg EHDP 300 mg/kg และ EHDP 600 mg/kg เป็นเวลา 15 วัน สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ร้อยละ 42.38, 60.25, 26.99 และ 24.81 ตามลำดับ[10] ดังนั้นการสกัดใบเตยด้วยน้ำอาจทำให้ได้สารที่เป็นประโยชน์ต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือดได้มากกว่าการสกัดด้วยเฮกเซน แต่อย่างไรก็ตามมีการศึกษาของ Quyen และคณะ (2563) พบว่าการสกัดด้วยน้ำทำให้ได้สารประกอบฟีโนลิกทั้งหมด (Total content of phenolic compound) น้อยกว่าการสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 71[11] นอกจากนี้อัญชลีและคณะ[12] ยังได้ศึกษาในอาสาสมัครสุขภาพดีโดยให้ดื่มชาผงใบเตยที่ความเข้มข้น (0.1 กรัม/มล.) ปริมาตร 300 มล. หลังจากที่ดื่มสารละลายกลูโคส 75 กรัม เป็นเวลา 15 นาที พบว่า

กลุ่มที่ได้รับชาผงใบเตยมีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าใบเตยมีประโยชน์ต่อสุขภาพ โดยเฉพาะในด้านการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในสัตว์ทดลอง ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ศึกษาผลของการบริโภคเครื่องดื่มผสมผงใบเตยต่อระดับน้ำตาลในเลือด ระดับความอิ่ม อุณหภูมิกาย อัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตในอาสาสมัครที่มีสุขภาพดี เพื่อเป็นเครื่องดื่มทางเลือกเพื่อสุขภาพในการป้องกันภาวะน้ำตาลในเลือดสูง

วิธีการวิจัย

รูปแบบการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental study) รูปแบบการศึกษาเป็นการศึกษาแบบไขว้เชิงสุ่ม (Randomized crossover study)

กลุ่มตัวอย่าง

อาสาสมัครในการศึกษาครั้งนี้เป็นอาสาสมัครสุขภาพดีจำนวน 13 คน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ได้จากการคำนวณขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตรคำนวณเพื่อหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Mean: difference between two dependent means) โดยใช้โปรแกรม G*power และเนื่องจากผลการศึกษาก่อนหน้าของใบเตยหอมต่อระดับน้ำตาลในเลือดในมนุษย์ยังมีจำกัด การศึกษานี้จึงคำนวณขนาดตัวอย่างอ้างอิงผลการศึกษาแบบสุ่มไขว้ของ Chen และคณะ ปี พ.ศ. 2560[13] ที่ศึกษาผลของการบริโภคกากส้มต่อระดับน้ำตาลในเลือดในเพศชายที่มีภาวะน้ำหนักเกิน พบว่ามีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่ากับ 5.1 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.8 กำหนด Power ที่ 0.90 ต้องใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้จำนวน 10 คนเป็นอย่างน้อย โดยเผื่อ dropout ร้อยละ 30 ดังนั้น ต้องคัดอาสาสมัครเข้าร่วมการศึกษาทั้งหมด 13 คน เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria) เป็นดังนี้ เพศชายหรือหญิง อายุ 20-30 ปี มีดัชนีมวลกายปกติ คืออยู่ระหว่าง 18.5 - 22.9 กก./ตร.ม. และมีเกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria) ดังนี้ คือ ต้องไม่เป็นผู้ที่สูบบุหรี่หรือดื่มสุราเป็นประจำ ไม่มีโรคประจำตัว เช่น เบาหวาน ความดันโลหิตสูง หัวใจและหลอดเลือด ไทรอยด์ ปอด มะเร็ง ตับ ไต เป็นต้น ไม่เป็นโรคติดต่อ ไม่มีอาการไข้ ไม่ตั้งครรภ์ และเกณฑ์การยุติการเข้าร่วมการวิจัย (Termination criteria) เป็นดังนี้ คือ เป็นผู้ที่มีอาการไม่พึงประสงค์ระหว่างเข้าร่วมการวิจัย เช่น คลื่นไส้ อาเจียน หน้ามืด เป็นลม เป็นต้น ผู้ที่ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยตามวันเวลาที่นัดหมาย และผู้ที่ไม่ประสงค์ที่จะเข้าร่วมการวิจัยต่อ

การพิจารณาทางจริยธรรม

ก่อนเข้าร่วมการทดลองอาสาสมัครทุกคนได้รับการอธิบายถึงรายละเอียดและขั้นตอนในการศึกษา รวมทั้งความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้น จากนั้นให้อาสาสมัครเซ็นใบยินยอมเข้าร่วมการศึกษา โดยการศึกษาครั้งนี้อยู่ภายใต้การพิจารณาอนุมัติของคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา (เลขที่เอกสารรับรอง 175/2560)

การดำเนินการวิจัยและขั้นตอนการเก็บข้อมูล

อาสาสมัครได้รับการตรวจคัดกรองสุขภาพพื้นฐาน ซึ่งประกอบด้วยการซักประวัติ การตอบแบบคัดกรองสุขภาพ การตอบแบบสอบถามสำรวจสุขภาพทั่วไป (Thai GHQ – 12) อาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์ได้รับแบบบันทึกเพื่อจดข้อมูลการบริโภคอาหารและการทำกิจกรรมทางกายเป็นเวลา 3 วัน แบ่งเป็น 2 วันทำการ และ 1 วันหยุด โดยอาสาสมัครนำเอกสารมาคืนในวันที่นัดหมายให้มาทำการศึกษาในสัปดาห์ถัดไป ในวันนัดหมายอาสาสมัครได้รับการตรวจประเมินข้อมูลพื้นฐาน ประกอบด้วย ส่วนสูง สัดส่วนร่างกาย (ความยาวรอบเอวและสะโพก) และองค์ประกอบร่างกาย จากนั้น

อาสาสมัครได้รับการสุ่มโดยการจับฉลากเพื่อเลือกเครื่องดื่มวิจัย ผู้วิจัยให้อาสาสมัครนั่งพักเป็นเวลา 15 นาที ก่อนการดื่มเครื่องดื่มวิจัย (นาทีที่ 0) อาสาสมัครได้รับการตรวจวัดความดันโลหิต อุณหภูมิกาย ระดับความอิ่ม และระดับน้ำตาลในเลือด ตามลำดับ หลังจากนั้นผู้วิจัยให้อาสาสมัครทำการดื่มเครื่องดื่มวิจัยที่จับฉลากได้ อาสาสมัครที่จับสลากได้เครื่องดื่มวิจัยชนิดที่ 1 ได้รับเครื่องดื่มกลูโคส (กลูโคส 25 ก. ผสมน้ำ 150 มล.) ส่วนอาสาสมัครที่จับสลากได้เครื่องดื่มวิจัยชนิดที่ 2 ได้รับเครื่องดื่มใบเตย (ผงใบเตย 2 ก. ผสมกับกลูโคส 25 ก. ในน้ำ 150 มล.) การใช้ปริมาณผงใบเตย 2 ก. ผสมกับกลูโคส 25 ก. ต่อน้ำปริมาตร 150 มล. นั้นอ้างอิงจากการศึกษาก่อนหน้าของอัญชลีและคณะ[12] ที่ศึกษาในอาสาสมัครสุขภาพดี โดยให้ดื่มชาผงใบเตยที่ความเข้มข้น (0.1 กรัม/มล.) ปริมาตร 300 มล. หลังจากดื่มสารละลายกลูโคส 75 กรัมเป็นเวลา 15 นาที ดังนั้นการศึกษานี้จึงใช้ผงใบเตยที่ 2 ก. ต่อปริมาตรรวมของกลูโคสและน้ำ (25 ก. + 150 มล.) โดยผงใบเตยที่ใช้ศึกษามาจากการซื้อผ่านระบบออนไลน์จากตลาดสมุนไพรท่าพระจันทร์ในรูปของผงใบเตยอบแห้ง 100% และตลาดรับซื้อผงใบเตยแห้งมาจากเกษตรกรจังหวัดนครปฐมและจังหวัดราชบุรี หลังการดื่มเครื่องดื่มวิจัย นาทีที่ 30, 60, 90 และ 120 อาสาสมัครได้รับการตรวจวัดความดันโลหิต อุณหภูมิกาย ระดับความอิ่ม และระดับน้ำตาลในเลือด ตามลำดับ จากนั้นอาสาสมัครได้รับการนัดหมายให้มาทำการศึกษาที่ห้องทำวิจัยอีกครั้งโดยเว้นระยะห่าง 1 สัปดาห์ (wash out period) เพื่อดื่มเครื่องดื่มวิจัยอีกหนึ่งชนิดสลับกับครั้งแรก โดยได้รับการตรวจวัดตัวแปรเช่นเดียวกับการนัดหมายครั้งแรก และผู้วิจัยให้เอกสารแบบบันทึกการบริโภคอาหารและการทำกิจกรรมทางกายแก่อาสาสมัครสำหรับการศึกษาครั้งต่อไปเช่นกัน

ตัวแปรและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ 1 คือระดับน้ำตาลในเลือด ตรวจวัดโดยใช้ชุดวัดระดับน้ำตาลในเลือดชนิดพกพา (ACCUCHEK Guide, Roche, USA) ทั้งหมด 5 ครั้ง คือในนาทีที่ 0, 30, 60, 90 และ 120

ตัวแปรที่ 2 คือระดับความอิ่ม ประเมินโดยใช้สเกลวัดระดับความอิ่ม (Satiety scale) แบบ LMS (Labelled magnitude satiety scale) มีความยาว 19 เซนติเมตร โดยเรียงลำดับจากหิวมากจนไม่สามารถบรรยายได้ (ค่าเป็น -) ไปจนถึงอิ่มมากจนไม่สามารถบรรยายได้ (ค่าเป็น +)[14] โดยอาสาสมัครมีการประเมิน 5 ครั้ง คือนาทีที่ 0, 30, 60, 90 และ 120

ตัวแปรที่ 3 คือความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ และอุณหภูมิกาย ตรวจวัดโดยใช้เครื่องวัดความดันโลหิตแบบอัตโนมัติ (ROSSMAX CF 155F, Germany) วัดทางปากโดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิกายแบบอัตโนมัติ (Microlife, Switzerland) โดยอาสาสมัครได้รับการตรวจ 5 ครั้ง คือนาทีที่ 0, 30, 60, 90 และ 120

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลทั้งหมดแสดงในรูปค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (mean ± standard deviation; SD) วิเคราะห์พื้นที่ใต้กราฟด้วยหลักการพื้นที่ของสี่เหลี่ยมคางหมู วิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลระหว่างกลุ่มโดยใช้สถิติ Paired t-test โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics version 21 (IBM Inc. Armonk, NY USA) โดยกำหนดค่าความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p<0.05)

ผลการศึกษา

อาสาสมัครถูกคัดกรองด้วยแบบสอบถามเกณฑ์คัดเข้า และเกณฑ์คัดออก ได้อาสาสมัครมาทั้งหมด 13 คน โดยเป็นเพศหญิงร้อยละ 84.6 และเพศชายร้อยละ 15.4 อายุเฉลี่ย 21.46 ± 0.95 ปี ข้อมูลน้ำหนัก ค่าดัชนีมวลกาย องค์ประกอบร่างกายและ

สัดส่วนร่างกายระหว่างการได้รับเครื่องดื่มวิจัยห่างกัน 1 สัปดาห์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน **(ตารางที่ 1)** ผลการศึกษาระดับน้ำตาลในเลือดพบว่า อาสาสมัครที่ได้รับเครื่องดื่มวิจัยทั้ง 2 ชนิด มีระดับน้ำตาลในเลือดเริ่มต้นไม่แตกต่างกัน จากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มพบว่าในนาทีที่ 90 อาสาสมัครที่ได้รับเครื่องดื่มวิจัยทั้ง 2 ชนิด มีค่าระดับน้ำตาลในเลือดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มกลูโคส มีค่าระดับน้ำตาลต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มใบเตย **(ตารางที่ 2)** อย่างไรก็ตามหลังการดื่มเครื่องดื่มใบเตย พบว่าค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้กราฟของระดับน้ำตาลในเลือดของอาสาสมัคร หลังจากที่ดื่มเครื่องดื่มวิจัยไปนาทีที่ 30, 60 และ 90 มีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับเครื่องดื่มกลูโคส **(ภาพที่ 1)** ผลการศึกษาระดับความอิ่มในนาทีที่ 0, 30, 60, 90 และ 120 พบว่าอาสาสมัครกลุ่มเครื่องดื่มใบเตยและกลุ่มเครื่องดื่มกลูโคสมีระดับความอิ่มไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามพบว่าค่าเฉลี่ยความอิ่มของกลุ่มเครื่องดื่มใบเตยในนาทีที่ 30, 60, 90 และ 120 มีค่าระดับความอิ่มสูงกว่ากลุ่มเครื่องดื่มกลูโคส **(ภาพที่ 2)** ผลการศึกษาระดับความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ และการเปลี่ยนแปลงเมแทบอลิซึมซึ่งประเมินจากอุณหภูมิกาย ในนาทีที่ 0, 30, 60, 90 และ 120 พบว่าอาสาสมัครกลุ่มเครื่องดื่มใบเตยและกลุ่มเครื่องดื่มกลูโคสไม่มีความแตกต่างกันของตัวแปรดังกล่าว

วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการดื่มเครื่องดื่มใบเตยต่อระดับน้ำตาลในเลือดและระดับความอิ่มในอาสาสมัครไทยที่มีสุขภาพดี ผลการศึกษาพบว่าอาสาสมัครสุขภาพดีที่ดื่มเครื่องดื่มใบเตยมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้กราฟของระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่าพื้นที่ใต้กราฟของกลุ่มควบคุมที่ดื่มสารละลายกลูโคส ร้อยละ 4.1, 3.3, และ 1.0 ณ ช่วงเวลานาที 0-30, 0-60 และ 0-90 ตามลำดับ หลังจากดื่มเครื่องดื่มไป 0.5, 1, และ 1.5 ชั่วโมง (นาทีที่ 0 ถึง 90) เช่นเดียวกับระดับความอิ่มของอาสาสมัครเมื่อดื่มเครื่องดื่มทั้ง 2 ชนิดพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่แนวโน้มของค่าเฉลี่ยความอิ่มเมื่อดื่มเครื่องดื่มใบเตยมีค่าสูงกว่าเมื่อดื่มเครื่องดื่มกลูโคส แนวโน้มการลดลงของพื้นที่ใต้กราฟของระดับน้ำตาลในเลือดหลังการดื่มเครื่องดื่มใบเตย อาจอธิบายได้จากผลการศึกษาของ Reshidan และคณะ (2562)[7] ที่ทดลองผลของการได้รับสารสกัดของใบเตยร้อยละ 10 ในหนูที่มีภาวะเมตาบอลิก (Metabolic Syndrome, MetS) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ได้สารสกัดใบเตยสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ นอกจากนี้ยังสามารถช่วยควบคุมน้ำหนัก ระดับไขมันในเลือด ความดัน และภาวะอักเสบในร่างกายได้ ในใบเตยมีสารประกอบของฟลาโวนอยด์ (Flavonoid content) และสารฟีนอลิก (Phenolic compound)[15] อย่างไรก็ตามผลของงานวิจัยนี้พบว่าค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลในเลือดเมื่อได้รับเครื่องดื่มใบเตยมีระดับน้ำตาลสูงกว่ากลุ่มเครื่องดื่มกลูโคสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ นาทีที่ 90 ซึ่งอาจวิจารณ์ได้ว่าการดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของกลูโคส 25 กรัมร่วมกับผงใบเตยแห้ง 2 กรัม เพียงครั้งเดียวอาจไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ชัดเจน ซึ่งอาจเป็นผลจากปริมาณผงใบเตยแห้งที่น้อยเกินไป ทำให้สารออกฤทธิ์ที่อยู่ในใบเตยมีไม่เพียงพอต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด จากข้อมูลงานวิจัยของอัญชลีและคณะ (2558)[12] พบว่าชาใบเตย โดยผสมผงใบเตยแห้ง 30 กรัม ในน้ำกลั่น 90°C ปริมาตร 300 มล. เป็นเวลา 15 นาที สามารถยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส (α-glucosidase) และกระตุ้นการผลิตอินซูลินในเซลล์ตับอ่อนของหนูได้ ดังนั้นอาจแสดงให้เห็นว่าการดื่มน้ำใบเตยที่มีปริมาณของใบเตยจำนวนน้อยร่วมกับน้ำตาลอาจจะไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ อีกทั้งถ้าเครื่องดื่ม

ตารางที่ 1 ข้อมูลน้ำหนัก ค่าดัชนีมวลกาย องค์ประกอบร่างกายและสัดส่วนร่างกายของอาสาสมัคร ก่อนได้รับเครื่องดื่มวิจัย

ข้อมูล	เครื่องดื่มกลูโคส	เครื่องดื่มใบเตย
น้ำหนัก (กก.)	53.53 ± 5.55	52.28 ± 4.38
ดัชนีมวลกาย (กก./ตร.ม.)	20.38 ± 1.44	20.38 ± 1.45
องค์ประกอบร่างกาย:		
กล้ามเนื้อ (กก.)	20.98 ± 3.06	20.29 ± 2.58
น้ำ (กก.)	28.43 ± 3.87	27.68 ± 3.22
มวลที่ปราศจากไขมัน (กก.)	38.93 ± 5.09	37.80 ± 4.38
มวลไขมัน (%)	27.24 ± 6.40	27.70 ± 6.16
สัดส่วนร่างกาย:		
เส้นรอบเอว (ซม.)	70.65 ± 5.94	69.23 ± 6.35
เส้นรอบสะโพก (ซม.)	86.00 ± 4.80	86.85 ± 4.54
อัตราส่วนรอบเอวต่อสะโพก	0.85 ± 0.04	0.83 ± 0.04

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; อาสาสมัครจำนวน 13 คน

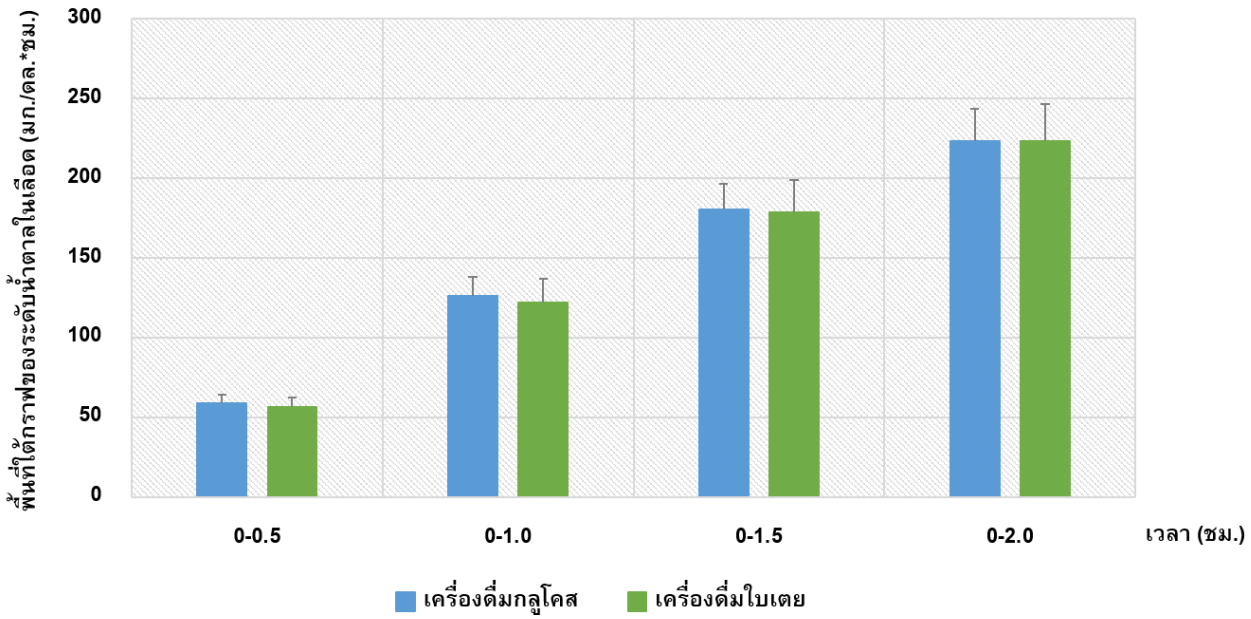
ตารางที่ 2 ระดับน้ำตาลในเลือดหลังการบริโภคเครื่องดื่มของอาสาสมัครกลุ่มเครื่องดื่มกลูโคสและกลุ่มเครื่องดื่มใบเตย

เวลา/นาที	เครื่องดื่มกลูโคส	เครื่องดื่มใบเตย	*p*-value
0	88.08 ± 5.98	86.31 ± 6.47	0.36
30	146.62 ± 16.38	138.69 ± 20.17	0.16
60	123.92 ± 19.32	124.69 ± 20.17	0.91
90	91.69 ± 14.59	100.92 ± 12.96	0.01*
120	81.46 ± 12.02	78.92 ± 8.31	0.45

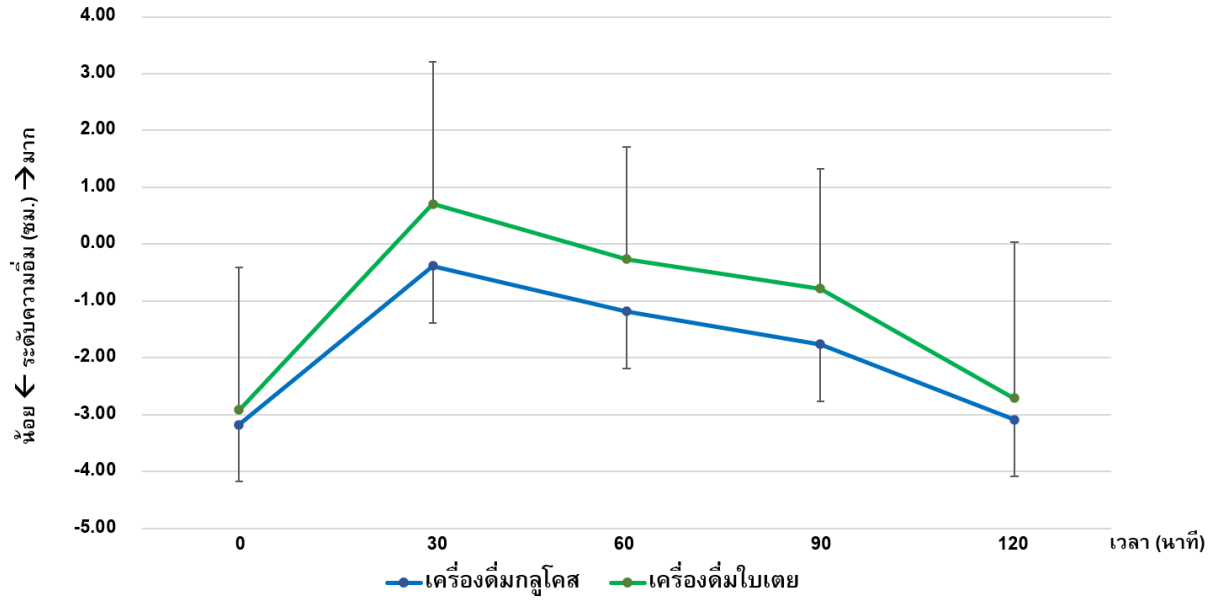
ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน; อาสาสมัครจำนวน 13 คน

**P*-value <0.05 หมายถึงมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Paired t-test)

ใบเตยที่มีสัดส่วนของปริมาณน้ำตาลมากกว่าใบเตยอาจส่งผลตรงกันข้ามคือเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดได้ อาสามาสมัครที่ดื่มเครื่องดื่มใบเตยมีระดับความอิ่มไม่แตกต่างจากการดื่มเครื่องดื่มกลูโคส แต่อย่างไรก็ตามการได้รับเครื่องดื่มใบเตยมีแนวโน้มของความอิ่มสูงกว่าการได้รับเครื่องดื่มกลูโคส ซึ่งสัมพันธ์กับผลของระดับน้ำตาลในเลือดที่มีแนวโน้มต่ำกว่า แม้ว่าความอิ่มจะเป็นผลมาจากทฤษฎีกลูโคสแตติก (Glucostatic theory) ที่ได้กล่าวว่าการที่ร่างกายมีระดับน้ำตาลที่ต่ำลง (Hypoglycemia) หรือมีภาวะของระดับน้ำตาลที่ไม่คงที่ กล่าวคือ มีระดับน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงเร็วเกินไป (Glucose instability) อาจทำให้ร่างกายมีความหิวและนำไปสู่การบริโภคอาหารที่เพิ่มขึ้น ที่นำไปสู่ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน รวมไปถึงการมีภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง (Impaired glucose tolerance)[16] นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่สนับสนุนทฤษฎีว่าอาหารที่ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดต่ำจะมีฤทธิ์ทำให้เกิดความอิ่ม (satietogenic) สูงกว่าอาหารที่ทำให้



ภาพที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยพื้นที่ใต้กราฟของระดับน้ำตาลในเลือดหลังการบริโภคเครื่องดื่มกลูโคสและเครื่องดื่มใบเตยของอาสาสมัคร (n=13)



ภาพที่ 2 แสดงค่าระดับความอิ่มหลังการบริโภคเครื่องดื่มกลูโคสและเครื่องดื่มใบเตยของอาสาสมัคร (n=13)

ระดับน้ำตาลในเลือดสูง[17] แต่ในการศึกษานี้ที่พบว่าในนาทีที่ 90 ระดับน้ำตาลในเลือดของอาสาสมัครที่ดื่มเครื่องดื่มใบเตยจะสูงกว่าเมื่อดื่มเครื่องดื่มกลูโคสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยของระดับความอิ่มที่สูงกว่า แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติของระดับความอิ่ม อาจวิจารณ์ได้ว่าแนวโน้มที่ระดับความอิ่มของกลุ่มที่ดื่มเครื่องดื่มผงใบเตยสูงกว่าอาจเนื่องมาจากผงใบเตยมีส่วนประกอบของใยอาหารที่อาจส่งเสริมให้เกิดความอิ่มมากกว่ากลุ่มเครื่องดื่มกลูโคสได้ อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ผลของระดับความอิ่มอาจมีปัจจัยรบกวนหลายประการ เช่น อารมณ์ ความรู้สึก ในขณะที่ขีดความรู้สึกลงไปในกระดาษเพื่อแสดงระดับความอิ่ม เป็นต้น อีกปัจจัยหนึ่งที่อาจเกี่ยวข้องกับระดับน้ำตาลและความอิ่มคือเมแทบอลิซึมที่เกิดจากปัจจัยอื่น ในการศึกษานี้ได้แก่ การวัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกาย โดยมีการศึกษาก่อนหน้าพบว่าการเปลี่ยนแปลงของเมแทบอลิซึมมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกาย[18] และการเปลี่ยนแปลงเมแทบอลิซึมมีความสัมพันธ์กับความอิ่ม[19] อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้พบว่าอาสาสมัครที่ดื่มเครื่องดื่มใบเตยมีอุณหภูมิกายไม่แตกต่างจากเมื่อดื่มเครื่องดื่มกลูโคส ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าความอิ่มหลังจากการดื่มเครื่องดื่มใบเตยไม่ได้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิกาย แต่อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในร่างกายของอาสาสมัครในช่วงก่อนนาทีที่ 90 ที่มีความสัมพันธ์กับความอิ่มตามทฤษฎีกลูโคสแตติก (Glucostatic theory) นอกจากนี้ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของระดับความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจในอาสาสมัครที่ดื่มเครื่องดื่มใบเตยเมื่อเทียบกับเครื่องดื่มกลูโคส อย่างไรก็ตามควรมีการควบคุมการบริโภคเครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบของน้ำตาล ให้บริโภคในปริมาณที่เหมาะสมตามความต้องการของร่างกายในแต่ละวัน หากมีการบริโภคในปริมาณที่เกินความต้องการของร่างกายและบ่อยครั้งอาจมีผลต่อสุขภาพทั้งโดยตรงและทางอ้อม[20] การศึกษานี้สรุปได้ว่าการบริโภคผงใบเตยขนาด 2 ก. ร่วมกับน้ำตาล กลูโคส 25 ก. ไม่มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ค่าเฉลี่ยความรู้สึกอิ่มของกลุ่มที่ได้รับผงใบเตยร่วมกับน้ำตาลกลูโคสไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการดื่มน้ำตาลกลูโคสเพียงอย่างเดียว การศึกษานี้มีจุดแข็ง คือ เป็นการศึกษาแบบไขว้เชิงสุ่ม แต่อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มีข้อจำกัดคือ ทำการศึกษาถึงผลจากการบริโภคเพียง 1 ครั้ง (Single dose) และใช้ปริมาณของผงใบเตยน้อย (Low effective dose) การศึกษาในอนาคตควรมีการคำนวณถึงปริมาณของผงใบเตยต่อน้ำหนักของอาสาสมัครที่ส่งผลต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือดอย่างมีประสิทธิภาพ (High effective dose) และควรศึกษาและพัฒนาเครื่องดื่มใบเตยให้ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสให้เป็นที่พึงพอใจต่อผู้บริโภคและสัมพันธ์กับปริมาณที่เหมาะสมกับประสิทธิภาพในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เพื่อนำไปสู่การศึกษาในอาสาสมัครที่เป็นผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 รวมถึงวัดระดับอินซูลินในเลือดเป็นตัวแปรเพิ่มเติม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนิสิตมหาวิทยาลัยบูรพาทุกท่านที่เสียสละเวลามาเป็นอาสาสมัครให้กับงานวิจัย และขอขอบพระคุณงบประมาณจากคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาในการสนับสนุนในการทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. รายงานสถานการณ์โรค NCDs พ.ศ. 2562 เบาหวาน ความดันโลหิตสูง และปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง. กรมควบคุมโรค กองโรคไม่ติดต่อ กระทรวงสาธารณสุข [เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน 2566]. เข้าถึงได้จาก: https://ddc.moph.go.th/uploads/publish/1035820201005073556.pdf

2. Viengthong P, Bunloet A. Prevalence and Associated Factors of Poor Glycemic Control among Type 2 Diabetes Elderly Patients in a Community Hospital, Khon Kaen Province. Srinagarind Med J 2020; 35(4): 476-483.
3. Chaiyakul S. Sugar: Health Risks and Policy Actions for Healthier Consumption. J Nutr Assoc Thailand 2020; 55(1):95-110.
4. Harding JL, Pavkov ME, Magliano DJ, Shaw JE, Gregg EW. Global trends in diabetes complications: a review of current evidence. Diabetologia 2019; 62(1):3-16.
5. Einarson TR, Acs A, Ludwig C, Panton UH. Economic burden of cardiovascular disease in type 2 diabetes: a systematic review. Value in Health 2018; 21(7):881-90.
6. Ye L, Xu J, Zhang T, Lin X, Pan X, Zeng W, Ren Y, Shan P. Global burden of noncommunicable diseases attributable to high fasting plasma glucose. J Diabetes 2020; 12(11):807-18.
7. Reshidan NH, Abd Muid S, Mamikutty N. The effects of *Pandanus amaryllifolius* (Roxb.) leaf water extracts on fructose-induced metabolic syndrome rat model. BMC Complement Altern Med 2019;19(1):1-3.
8. Reshidan NH, Abd Muid S, Mamikutty N. The effects of *Pandanus amaryllifolius* (Roxb.) leaf water extracts on fructose-induced metabolic syndrome rat model. BMC Compl Alternative Med 2019; 19(232):1-13.
9. Saenthaweesuk S, Naowaboot J, Somparn N. *Pandanus amaryllifolius* leaf extract increases insulin sensitivity in high-fat diet-induced obese mice. Asian Pac. J. Trop. Biomed 2016; 6(10): 866-71.
10. Yuningtyas S, Mariam S, Nisa A. Aktivitas antihiperglikemia ekstrak air dan heksana daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*) terhadap tikus putih (Rattus novergicus). Pharmamedika J 2017; 2(2): 70-6.
11. Quyen, N.T.C.; Quyen, N.T.N.; Nhan, L.T.H.; Toan, T.Q. Antioxidant activity, total phenolics and flavonoids contents of *Pandanus amaryllifolius* (Roxb.). IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng 2020, 991, 12019.
12. Chiabchalard A, Nooron N. Antihyperglycemic effects of *Pandanus amaryllifolius* Roxb. leaf extract. Pharmacogn. Mag 2015 Jan;11(41):117.
13. Chen C-YO, Rasmussen H, Kamil A, Du P, Blumberg JB. Orange pomace improves postprandial glycemic responses: an acute, randomized, placebo-controlled, double-blind, crossover trial in overweight men. Nutrients 2017; 9(130): 1-12.
14. Solah VA, Meng X, Wood S, Gahler RJ, Kerr DA, James AP, et al. Effect of training on the reliability of satiety evaluation and use of trained panellists to determine the satiety effect of dietary fibre: A randomised controlled trial. PLoS One 2015; 10(5):e0126202.
15. Yongkhamcha B. Chemicals and Antioxidant Activity of Ethanol Leaf Extract from Pandanus amaryllifolius Roxb. Cultivated in Salinity Soil in Ban Donman Village, Maha Sarakham, Thailand. Prog Appl Sci Tech 2020; 10(1): 194-206.

16. Chaput JP, Tremblay A. The glucostatic theory of appetite control and the risk of obesity and diabetes. Int J Obes 2009; 33(1): 46-53.
17. Bornet FR, Jardy-Gennetier AE, Jacquet N, Stowell J. Glycaemic response to foods: impact on satiety and long-term weight regulation. Appetite 2007; 49(3): 535-53.
18. Madden CJ, Morrison SF. Central nervous system circuits that control body temperature. Neurosci. Lett 2019; 696: 225-32.
19. Wilinski D, Winzeler J, Duren W, Persons JL, Holme KJ, Mosquera J, Khabiri M, Kinchen JM, Freddolino PL, Karnovsky A, Dus M. Rapid metabolic shifts occur during the transition between hunger and satiety in Drosophila melanogaster. Nat. Commun 2019; 1-14.
20. Manolis AS, Manolis TA. Sugary Beverages Pose Significant Risks to Cardiovascular and Overall Health. Rhythmos 2019; 14(3):45-50.