



ผลเฉียบพลันของการรับประทานเยลลี่สละ ต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุม การทำงานของหัวใจและระดับน้ำตาลในเลือด ในวัยผู้ใหญ่ตอนต้นสุขภาพดี

ปองรุ้ง จันทรเจริญ, อรชร บุญลา, ภัทรภร ศรีแก้ว, ปิยะพงษ์ ประเสริฐศรี*
คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี ประเทศไทย

Immediate Impact of Snake Fruit Jelly Consumption on Autonomic Nervous System Regulation of Heart Function and Blood Glucose Level in Healthy Young Adults

Pongrung Chancharoen, Orachorn Boonla, Pattaraphorn Srikaew, Piyapong Prasertsri*
Faculty of Allied Health Sciences, Burapha University, Chonburi, Thailand

Received: 18 February 2025/ Review: 7 March 2025/ Revised: 31 May 2025/

Accepted: 4 June 2025

บทคัดย่อ

หลักการและวัตถุประสงค์: สละ (salak, snake fruit) เป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่อุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุ ซึ่งพบว่ามีฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระ และด้านการอักเสบ ซึ่งส่งผลต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมหัวใจ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลเฉียบพลันของการรับประทานเยลลี่จากสละต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมหัวใจในวัยผู้ใหญ่ตอนต้นที่มีสุขภาพดี

วิธีการศึกษา: เป็นการศึกษาทดลองแบบสุ่มและไขว้กันแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม 12 ราย และกลุ่มทดลอง 13 ราย อาสาสมัครสุขภาพดี จำนวน 25 ราย อายุ 18-35 ปี รับประทานเยลลี่พร้อมดื่มสูตรควบคุมและสูตรทดลองที่ทำมาจากสละ ทั้ง 2 สูตรแบบสุ่ม ในปริมาณ 140 กรัม จากนั้นทำการตรวจวัดความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ และระดับน้ำตาลในเลือด ก่อนรับประทาน (นาที่ที่ 0) และหลังรับประทานทุก 30 นาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง (นาที่ที่ 30, 60, 90 และ 120) โดยมีระยะห่างของการรับประทานเยลลี่พร้อมดื่มทั้ง 2 สูตรเป็นเวลา 1 สัปดาห์

ผลการศึกษา: หลังการรับประทานเยลลี่พร้อมดื่ม อาสาสมัครกลุ่มทดลองมีค่าระยะเวลาระหว่าง R wave ของการเต้นของหัวใจแต่ละครั้ง (R-R interval), ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาระหว่าง R wave ของการเต้นของหัวใจแต่ละครั้งที่แบบปกติทั้งหมด (standard deviation of all normal to normal R-R intervals), ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความแตกต่างระหว่างช่วง NN ที่ต่อเนื่องกัน (root mean squares of successive NN interval differences), ค่าพลังงานความถี่รวม (total power) และค่าพลังงานความถี่สูง (high frequency power) สูงกว่า ($p < 0.05$) และมีค่าอัตราการเต้นของหัวใจและระดับน้ำตาลในเลือดในนาที่ที่ 30 และ 60 ต่ำกว่า ($p < 0.05$) กลุ่มควบคุม ขณะที่ระดับความดันโลหิตทั้งขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

สรุป: การรับประทานเยลลี่พร้อมดื่มจากสละเพิ่มความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ จากการส่งเสริมการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก และลดอัตราการเต้นของหัวใจ และลดระดับน้ำตาลในเลือดภายในหนึ่งชั่วโมงแรก ในวัยผู้ใหญ่ตอนต้นสุขภาพดี

คำสำคัญ: สละ, ความดันโลหิต, ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ, สารต้านอนุมูลอิสระ, การด้านการอักเสบ

*Corresponding author: Piyapong Prasertsri, E-mail: piyapong@go.buu.ac.th

Abstract

Background and Objective: Salak or snake fruit is a type of fruit rich in vitamins and minerals, known to possess antioxidant and anti-inflammatory properties that positively affect the autonomic nervous system function controlling the heart. Therefore, this study aimed to investigate the acute effects of consuming jelly made from snake fruit on autonomic nervous system activity related to heart function in healthy young adults.

Methods: A randomized controlled trial, cross-over design was conducted. Twenty-five healthy volunteers aged 18–35 years consumed both a control and a test formula of ready-to-drink jelly made from snake fruit, administered randomly in a 140-gram portion. Measurements of heart rate variability, blood pressure, heart rate, and blood glucose levels were taken before consumption (minute 0) and at 30-minute intervals after consumption over a 2-hour period (minutes 30, 60, 90, and 120). A one-week washout period was maintained between the consumption of the two jelly formulas.

Results: After consuming the ready-to-drink jelly, the test group showed significantly higher values ($p < 0.05$) in R-R interval, standard deviation of all normal to normal R-R intervals, root mean squares of successive NN interval differences, total power, and high frequency power. Additionally, heart rate and blood glucose levels at minutes 30 and 60 were significantly lower ($p < 0.05$) than those in the control group. However, there were no differences between groups in systolic and diastolic blood pressure levels.

Conclusion: Consumption of ready-to-drink jelly made from snake fruit increases heart rate variability by enhancing parasympathetic nervous system activity and decreases heart rate and blood glucose levels within the first hour in healthy young adults.

Keywords: salak, blood pressure, heart rate variability, antioxidants, anti-inflammation

บทนำ

โรคความดันโลหิตสูงเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งนำไปสู่การเจ็บป่วยและเสียชีวิตทั่วโลก¹ ปัจจุบันมีผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงประมาณ 970 ล้านรายทั่วโลก และคาดว่าจะในปี ค.ศ. 2025 จะเพิ่มจำนวนเป็น 1.56 พันล้านราย หรือราวร้อยละ 29 ของประชากรทั่วโลก² อัตราการเกิดโรคความดันโลหิตสูงยังเพิ่มขึ้นตามอายุที่สูงขึ้น โดยมากกว่าร้อยละ 70 ของผู้ใหญ่ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปมีภาวะความดันโลหิตสูง³ จากรายงานสถานการณ์โรคไม่ติดต่อของประเทศไทยประจำปี พ.ศ. 2566 จากฐานข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุข ในปี พ.ศ. 2558-2566 พบอัตราผู้ป่วยความดันโลหิตสูงมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยความชุกของโรคความดันโลหิตสูงในประชาชนไทยอายุ 15 ปีขึ้นไปเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 21.4 ในปี พ.ศ. 2551-2552 เป็นร้อยละ 25.4 ในปี พ.ศ. 2562-2563 คิดเป็นการเพิ่มขึ้นร้อยละ 18.69⁴

การทำงานที่ผิดปกติของหัวใจและระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมหัวใจมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเกิดโรคความดันโลหิตสูง⁵⁻⁷ ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate variability: HRV) จึงกลายเป็นเครื่องมือเพื่อประเมินความผิดปกติของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมหัวใจในโรคความดันโลหิตสูง⁸ โดยเป็นการวัดค่าความแปรปรวนของระยะเวลาระหว่าง R wave ของการเต้นของหัวใจแต่ละครั้ง (R-R interval) ที่ต่อเนื่องกันของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (electrocardiogram)⁹ ซึ่งแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของช่วงเวลาระหว่างการเต้นของหัวใจแต่ละครั้ง การศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า HRV ลดลงในผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตสูง¹⁰⁻¹⁴

สละ (salak, snake fruit) ชื่อวิทยาศาสตร์ Salacca zalacca อยู่ในวงศ์ Arecaceae เป็นผลไม้ตระกูลเดียวกับกระกำ โดยมีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชียและเป็นพืชพื้นเมืองของประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซีย ในประเทศไทยนิยมปลูกในภาคตะวันออกและภาคใต้ สละเป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยเกลือแร่และวิตามินที่มีประโยชน์กับร่างกาย เช่น วิตามินซี (ascorbic acid) ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) ไลโคปีน (lycopene) เบต้า-แคโรทีน (β-carotene) โพลีฟีนอล (polyphenols) แทนนิน (tannin) เป็นต้น¹⁵ ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและด้านการอักเสบ เป็นสารที่ช่วยป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เพื่อลดปริมาณอนุมูลอิสระที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อ ซึ่งนำไปสู่การเกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน¹⁵⁻¹⁹ ทั้งนี้ ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) เป็นสารธรรมชาติที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันภาวะเครียดออกซิเดชัน และด้านการอักเสบ ซึ่งเกี่ยวข้องอย่างยิ่งกับโรค

หลอดเลือดหัวใจ เช่น โรคหลอดเลือดแดงแข็ง ความดันโลหิตสูง กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด เป็นต้น การศึกษาผลของชาใบหม่อนที่มีสารกลุ่มฟลาโวนอยด์พบว่า การดื่มชาใบหม่อนสายพันธุ์บุรีรัมย์ 60 นอกจากช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดแล้ว ยังพบว่ามีส่วนช่วยส่งเสริมการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติกในอาสาสมัครสุขภาพดี²⁰

อย่างไรก็ตาม การศึกษาประสิทธิภาพของการรับประทานสละต่อ HRV ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตนั้นยังจำกัด การศึกษานี้จึงได้ทำการศึกษาผลเสียของการรับประทานสละต่อ HRV และระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ใหญ่ตอนต้นที่มีสุขภาพดี เพื่อให้ทราบประโยชน์อีกด้านของสละในการป้องกันโรคความดันโลหิตสูง โดยมีสมมติฐานคืออาสาสมัครที่รับประทานสละมี HRV สูงกว่า และ/หรือมีระดับความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ ระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่าอาสาสมัครกลุ่มที่ไม่ได้รับประทานสละ

วิธีการศึกษา

รูปแบบการศึกษา

เป็นการศึกษาเชิงทดลองแบบสุ่มไขว้ (randomized control trial crossover design)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

เป็นอาสาสมัครที่มีสุขภาพดี จำนวน 25 ราย เพศชายและเพศหญิง อายุระหว่าง 18-35 ปี มีสุขภาพดี และสนใจรับประทานเยลลี่สละพร้อมดื่มจากสละ อาสาสมัครถูกคัดออกหากมีประวัติการแพ้สละหรือเจลาติน มีดัชนีมวลกายเกินเกณฑ์ปกติ (ตั้งแต่ 25 กิโลกรัม/ตารางเมตรขึ้นไป) สูบบุหรี่หรือดื่มสุราเป็นประจำ ออกกำลังกายเป็นประจำ และรับประทานอาหารเสริมเป็นประจำ คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรคำนวณกรณีเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างประชากร 2 กลุ่ม ที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน เนื่องจากยังไม่พบการศึกษาผลของการรับประทานสละต่อ HRV ความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ หรือระดับน้ำตาลในเลือด ผู้วิจัยจึงอ้างอิงผลการศึกษาของ Prasertsri และคณะ²¹

$$\text{แทนค่า } n = \frac{(1.65+0.84)^2 (16.4)^2}{(9)^2} = 20.59 \approx 21$$

ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 21 ราย และเมื่อรวมกับอัตราการออกจากการศึกษากลางคัน ที่คำนวณไว้ร้อยละ 15 คือ 4 ราย จึงได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 25 ราย

การพิจารณาทางจริยธรรม

การศึกษานี้ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่รับรอง IRB1-028/2566 ลงวันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2566

การดำเนินการศึกษา

อาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าและคัดออกถูกขอให้งดอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมง งดดื่มแอลกอฮอล์ งดสูบบุหรี่อย่างน้อย 1 วัน งดดื่มชา กาแฟ อย่างน้อย 4 ชั่วโมง ในวันนัดหมาย อาสาสมัครได้รับการตรวจวัดข้อมูลพื้นฐานประกอบด้วย ส่วนสูง น้ำหนักตัว องค์ประกอบร่างกาย สัดส่วนร่างกาย และการกระจายของไขมันในร่างกาย จากนั้นอาสาสมัครได้รับการสุ่มโดยการจับฉลากว่าจะได้รับประทานอาหารวิจัยสูตรใดก่อน ซึ่งประกอบด้วยสูตรทดลอง (เยลลี่พร้อมดื่มจากสละ) และสูตรควบคุม (เยลลี่พร้อมดื่มกลิ่นสละ) จากนั้นให้อาสาสมัครนั่งพักเป็นเวลา 10 นาที ระหว่างนั้นทำการตรวจวัดระดับความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ และระดับน้ำตาลในเลือด ก่อนการรับประทานเยลลี่พร้อมดื่ม (นาที่ที่ 0)

จากนั้นให้อาสาสมัครรับประทานเยลลี่พร้อมดื่มสูตรที่จับฉลากได้ก่อน โดยอาสาสมัครที่จับฉลากได้เยลลี่พร้อมดื่มสูตรทดลองก่อนจะได้รับเยลลี่พร้อมดื่มที่ทำจากน้ำสละ ปริมาณ 140 กรัม ซึ่งเป็นเยลลี่พร้อมดื่มสูตรที่ไม่เติมน้ำตาล โดยให้รับประทานให้หมดภายใน 5 นาที ส่วนอาสาสมัครที่จับฉลากได้เยลลี่พร้อมดื่มสูตรควบคุมก่อนจะได้รับเยลลี่พร้อมดื่มที่ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสผสมฟรุทโทสสำเร็จรูป ในปริมาณเท่ากับที่วิเคราะห์ได้จากน้ำสละ (ประกอบด้วยน้ำตาลประมาณ 10 กรัม) เพื่อรับประทานในปริมาณ 140 กรัม ให้หมดภายใน 5 นาที

หลังการรับประทาน อาสาสมัครได้รับการตรวจวัด HRV เป็นเวลา 120 นาที และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทุก 30 นาที คือ นาที่ที่ 30, 60, 90, และ 120 เวลาเดียวกันนี้ อาสาสมัครได้รับการตรวจวัดระดับความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ และระดับน้ำตาลในเลือด ไปพร้อมกัน เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง อาสาสมัครได้รับการนัดหมายเพื่อมาทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการอีกครั้งในสัปดาห์ถัดไป โดยรับประทานเยลลี่พร้อมดื่มอีกหนึ่งชนิดที่เหลือ ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองเช่นเดียวกับในการนัดหมายครั้งแรก

ตัวแปรที่ศึกษา

ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจและ HRV ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรด้านเวลา (time domain) ได้แก่ ระยะเวลาระหว่าง R wave ของการเต้นของหัวใจแต่ละครั้ง (R-R interval), ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาระหว่าง R wave ของการเต้นของหัวใจแต่ละครั้งที่เป็นแบบปกติทั้งหมด (standard deviation of all normal to normal R-R intervals: SDNN) และค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความแตกต่างระหว่างช่วง NN ที่ต่อเนื่องกัน (root mean squares of successive NN interval differences: RMSSD) และตัวแปรด้านความถี่ (frequency domain) ได้แก่ พลังงานความถี่รวม (total power), พลังงานความถี่ต่ำ (low frequency (LF) power), พลังงานความถี่สูง (high frequency (HF) power) และอัตราส่วนระหว่าง LF/HF (LF/HF ratio) จากการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ได้จากการวัด electrocardiography Lead II โดยใช้ HRV module software รุ่น PowerLab 4/30 (ADInstruments, Australia) ตรวจวัดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวด้วยเครื่อง automatic blood pressure monitor (Microlife, Switzerland) และตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือดทางปลายนิ้วด้วยเครื่อง Accu-Chek® Guide blood glucose monitoring system (Roche Diabetes Care Inc., Indianapolis, IN, USA)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแตกต่างของตัวแปรระหว่างกลุ่มก่อนการทดลอง (T0) ด้วยสถิติ paired t-test และวิเคราะห์ความแตกต่างของตัวแปรภายในกลุ่ม (T0, T30, T60, T90, T120) และระหว่างกลุ่ม (T30, T60, T90, T120) ด้วยสถิติ one-way repeated measures analysis of covariance (ANCOVA) โดยใช้ข้อมูล T0 เป็น covariate และใช้ Bonferroni post hoc test เพื่อเปรียบเทียบพหุคูณ (multiple comparisons) โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics (IBM Inc. Armonk, NY USA) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

อาสาสมัครส่วนใหญ่ที่เข้าร่วมการศึกษาคือเพศหญิง จำนวน 21 ราย คิดเป็นร้อยละ 84 มีอายุเฉลี่ย 23.00 ± 3.32 ปี ผลการตรวจวัดองค์ประกอบร่างกายก่อนเข้าร่วมการทดลองทั้ง 2 ช่วงพบว่า อาสาสมัครมีน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ร้อยละของไขมัน มวลไขมัน มวลกล้ามเนื้อ มวลน้ำ มวลเกลือแร่ ความยาวรอบเอว ความยาวรอบสะโพก สัดส่วนของความยาวรอบเอวต่อความยาวรอบสะโพก และระดับไขมันในช่องท้องไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครก่อนรับประทานเยลลี่สละพร้อมดื่มสูตรควบคุมและสูตรทดลอง (n=25)

	สูตรควบคุม	สูตรทดลอง	p-value
เพศ (ชาย/หญิง) (ร้อยละ)	4/21 (16/84)		-
อายุ (ปี)	23.00 ± 3.32		-
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	158.72 ± 6.01		-
น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	52.89 ± 8.68	52.62 ± 8.71	0.691
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	20.64 ± 2.15	20.57 ± 2.52	0.620
ปริมาณของไขมัน (ร้อยละ)	29.77 ± 6.10	29.62 ± 6.31	0.591
มวลไขมัน (กิโลกรัม)	15.67 ± 3.85	15.56 ± 3.42	0.568
มวลกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม)	20.75 ± 5.49	20.65 ± 5.74	0.475
มวลน้ำ (กิโลกรัม)	27.26 ± 5.68	27.36 ± 5.34	0.612
มวลเกลือแร่ (กิโลกรัม)	2.65 ± 0.46	2.62 ± 0.51	0.733
ความยาวรอบเอว (เซนติเมตร)	72.05 ± 8.50	72.15 ± 8.44	0.597
ความยาวรอบสะโพก (เซนติเมตร)	87.92 ± 8.58	87.88 ± 8.49	0.611
สัดส่วนของความยาวรอบเอวต่อความยาวรอบสะโพก	0.83 ± 0.03	0.82 ± 0.04	0.698
ระดับไขมันในช่องท้อง	6.44 ± 2.12	6.42 ± 2.24	0.524

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษา HR และ HRV พบว่าหลังการรับประทานเยลลี่สละพร้อมดื่มในนาที่ที่ 30, 60, 90 และ 120 อาสาสมัครกลุ่มทดลองมีค่า R-R interval สูงกว่ากลุ่มควบคุม (p=0.002, p=0.004, p<0.001 และ p=0.001 ตามลำดับ) สอดคล้องกับในนาที่ที่ 30, 60 และ 90 ที่อาสาสมัครกลุ่มทดลองมีค่า HR ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (p=0.006, p=0.021 และ p=0.026 ตามลำดับ) ขณะเดียวกัน ในนาที่ที่ 60, 90 และ 120 อาสาสมัครกลุ่มทดลองมีค่า SDNN สูงกว่ากลุ่มควบคุม

(p=0.027, p<0.001 และ p=0.015 ตามลำดับ) และในนาที่ที่ 90 อาสาสมัครกลุ่มทดลองมีค่า RMSSD (p<0.001) ค่า total power (p=0.002) และค่า HF power (p=0.001) สูงกว่ากลุ่มควบคุม (ตารางที่ 2 และรูปที่ 1) นอกจากนี้ยังพบว่าในนาที่ที่ 30 อาสาสมัครกลุ่มทดลองมีแนวโน้มค่า LF power (p=0.050) และ LF/HF ratio (p=0.054) ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม (ตารางที่ 2 และรูปที่ 2)

ตารางที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจของอาสาสมัครก่อนและหลังรับประทานยา
พร้อมดื่มสูตรควบคุมและสูตรทดลอง (n=25)

	สูตรควบคุม	สูตรทดลอง	p-value
HR (ครั้ง/นาที)			
T0	72.99 ± 12.93	68.45 ± 14.60 [#]	0.047
T30	73.86 ± 12.18	68.46 ± 10.47 [#]	0.006
T60	73.60 ± 12.26	69.02 ± 10.78 [#]	0.021
T90	72.35 ± 11.24	67.80 ± 11.74 [#]	0.026
T120	69.95 ± 10.92	66.50 ± 14.75	0.351
R-R interval (ms)			
T0	808.64 253.37	847.73 230.42	0.541
T30	836.78 156.17	897.72 147.65 [#]	0.002
T60	839.99 157.33	890.82 146.63 [#]	0.004
T90	852.63 160.96	919.44 164.40 [#]	<0.001
T120	887.97 158.56	965.55 171.34 [#]	<0.001
SDNN (ms)			
T0	45.51 ± 18.97	54.05 ± 27.54	0.120
T30	48.84 ± 25.22	56.21 ± 21.47	0.056
T60	44.99 ± 20.27	53.14 ± 21.30 [#]	0.027
T90	40.90 ± 13.77	53.40 ± 18.64 [#]	<0.001
T120	46.80 ± 16.16	62.42 ± 27.36 [#]	0.015
RMSSD (ms)			
T0	47.73 ± 29.64	54.09 ± 42.90	0.344
T30	50.96 ± 40.20	57.92 ± 27.45	0.255
T60	47.49 ± 30.85	54.29 ± 29.10	0.111
T90	42.60 ± 22.92	57.69 ± 28.85 [#]	<0.001
T120	53.64 ± 28.91	70.21 ± 49.15	0.100
Total power (ms²)			
T0	2919.39 ± 3158.23	3649.16 ± 3874.49	0.259
T30	2997.45 ± 3318.85	3357.61 ± 2330.56	0.480
T60	2451.63 ± 2028.50	3280.59 ± 3385.85	0.162
T90	1800.24 ± 1326.62	3036.71 ± 2302.22 [#]	0.002
T120	2382.82 ± 1621.33	4278.20 ± 5319.07	0.115

ตารางที่ 2 อัตราการเต้นของหัวใจและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจของอาสาสมัครก่อนและหลังรับประทานเยลลี่พร้อมดื่มสูตรควบคุมและสูตรทดลอง (n=25) (ต่อ)

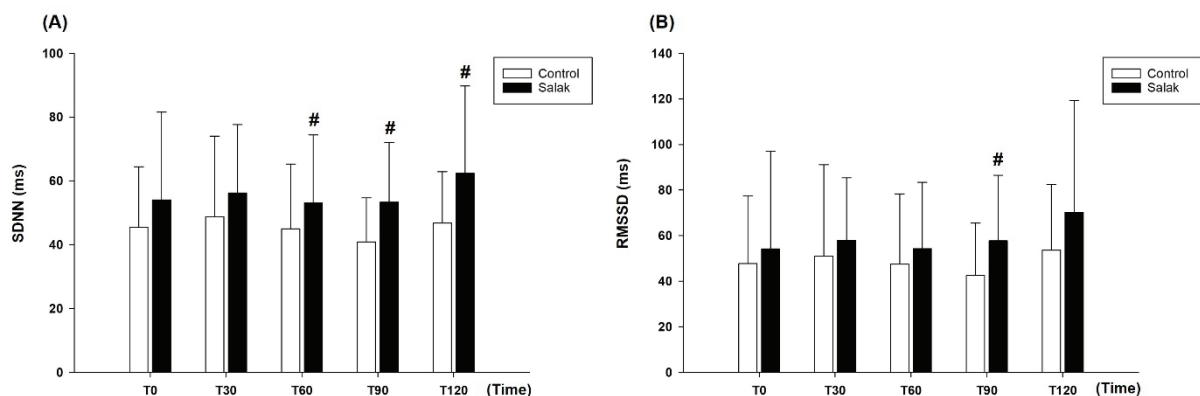
	สูตรควบคุม	สูตรทดลอง	p-value
LF power (nu)			
T0	37.91 ± 19.69	37.22 ± 17.96	0.898
T30	36.10 ± 18.92	32.47 ± 18.42	0.050
T60	35.54 ± 20.07	35.18 ± 20.35	0.950
T90	35.60 ± 20.42	34.95 ± 16.48	0.902
T120	34.71 ± 18.78	33.50 ± 15.47	0.495
HF power (nu)			
T0	54.27 ± 19.80	55.49 ± 16.70	0.815
T30	55.78 ± 23.27	60.66 ± 16.14	0.393
T60	54.33 ± 21.59	57.05 ± 19.44	0.642
T90	55.32 ± 21.30	59.65 ± 16.48 [#]	0.001
T120	58.01 ± 19.66	58.46 ± 19.66	0.934
LF/HF ratio			
T0	1.02 ± 1.21	0.99 ± 1.26	0.807
T30	1.00 ± 1.08	0.68 ± 0.57	0.054
T60	1.00 ± 1.07	0.77 ± 0.74	0.235
T90	1.03 ± 1.19	0.71 ± 0.52	0.268
T120	0.80 ± 0.93	0.82 ± 0.73	0.925

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

HR, heart rate; SDNN, standard deviation of all normal to normal R-R interval; RMSSD, root mean squares of successive NN interval differences; LF, low frequency; HF, high frequency

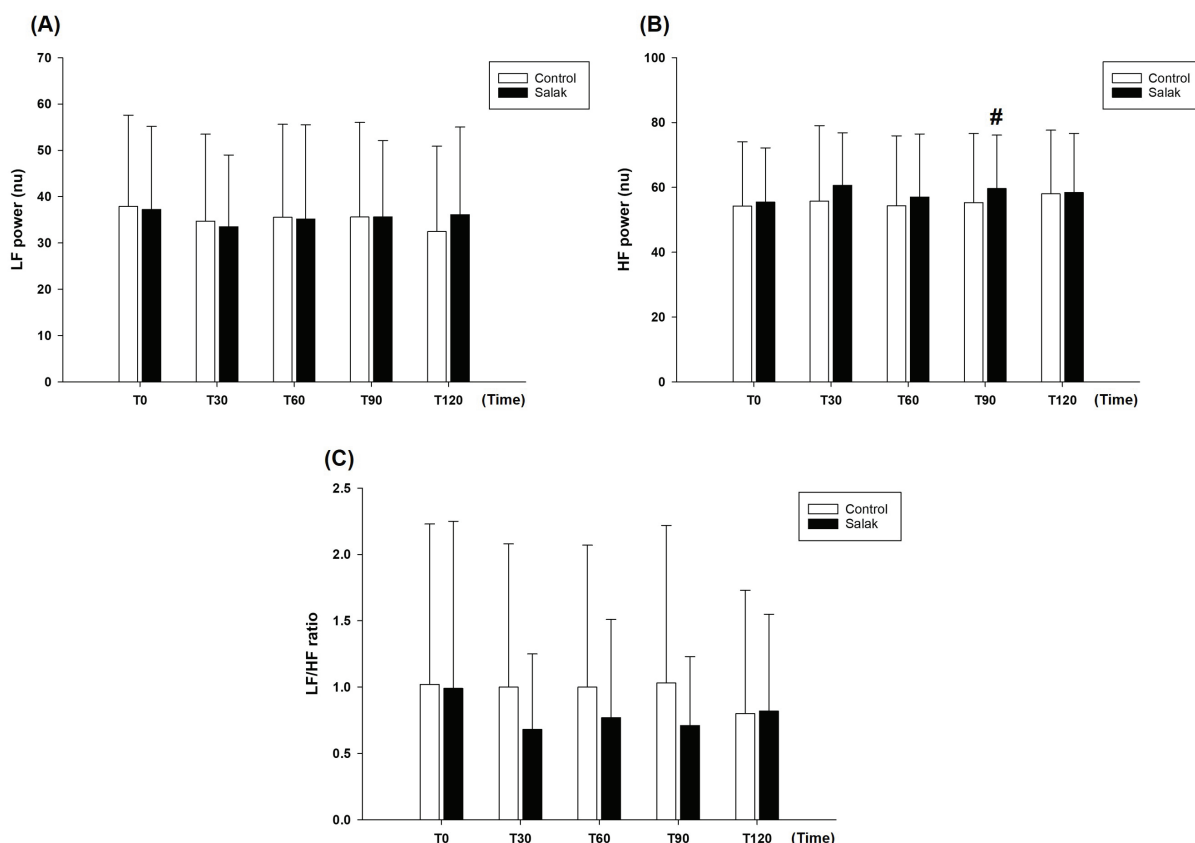
T0, ก่อนรับประทาน; T30, หลังรับประทาน 30 นาที; T60, หลังรับประทาน 60 นาที; T90, หลังรับประทาน 90 นาที; T120, หลังรับประทาน 120 นาที

[#] แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)



รูปที่ 1 ค่า standard deviation of all normal to normal R-R interval (SDNN) (A) และ root mean squares of successive NN interval differences (RMSSD) (B) ของอาสาสมัครก่อนและหลังรับประทานเยลลี่พร้อมดื่มสูตรควบคุมและสูตรทดลอง (n=25) T0, ก่อนรับประทาน; T30, หลังรับประทาน 30 นาที; T60, หลังรับประทาน 60 นาที; T90, หลังรับประทาน 90 นาที; T120, หลังรับประทาน 120 นาที

[#] แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)



รูปที่ 2 ค่าพลังงานความถี่ต่ำ (low frequency (LF) power) (A), พลังงานความถี่สูง (high frequency (HF) power) (B) และ อัตราส่วนระหว่าง LF/HF (LF/HF ratio) (C) ของอาสาสมัครก่อนและหลังรับประทานเยลลี่พร้อมดื่มสูตรควบคุมและสูตรทดลอง (n=25) T0, ก่อนรับประทาน; T30, หลังรับประทาน 30 นาที; T60, หลังรับประทาน 60 นาที; T90, หลังรับประทาน 90 นาที; T120, หลังรับประทาน 120 นาที

[#] แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการศึกษาระดับความดันโลหิตพบว่า หลังการรับประทานเยลลี่พร้อมดื่มในนาที่ที่ 30, 60, 90 และ 120 อาสาสมัครกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 3)

ผลการศึกษาระดับน้ำตาลในเลือดพบว่า หลังรับประทานเยลลี่พร้อมดื่มในนาที่ที่ 30 และ 60 อาสาสมัครกลุ่มทดลองมีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ที่ $p < 0.001$ และ $p = 0.001$ ตามลำดับ โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มในนาที่ที่ 90 และ 120 (ตารางที่ 3 และรูปที่ 3)

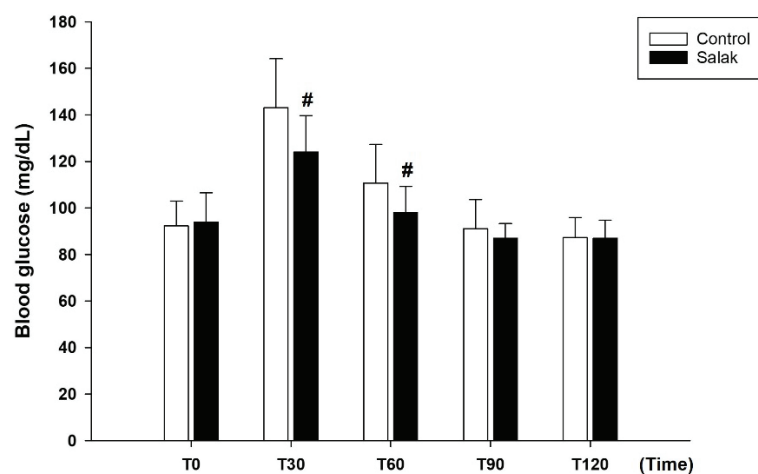
ตารางที่ 3 ระดับความดันโลหิตและระดับน้ำตาลในเลือดของอาสาสมัครก่อนและหลังรับประทานเยลลี่พร้อมดื่มสูตรควบคุมและสูตรทดลอง (n=25)

	สูตรควบคุม	สูตรทดลอง	p-value
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)			
T0	104.96 ± 11.26	103.24 ± 10.55	0.396
T30	100.68 ± 11.21	100.12 ± 10.26	0.789
T60	107.16 ± 17.35	101.48 ± 12.12	0.187
T90	101.92 ± 12.04	101.16 ± 11.20	0.743
T120	101.72 ± 8.97	99.52 ± 10.05	0.251
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)			
T0	69.48 ± 5.66	67.52 ± 7.89	0.217
T30	65.36 ± 7.22	63.36 ± 6.26	0.178
T60	64.68 ± 6.37	65.88 ± 8.98	0.545
T90	68.88 ± 10.51	64.76 ± 8.05	0.053
T120	67.68 ± 8.62	66.16 ± 6.56	0.439
น้ำตาลในเลือด (มิลลิกรัม/เดซิลิตร)			
T0	92.36 ± 10.62	93.92 ± 12.61	0.485
T30	143.16 ± 20.99	124.12 ± 15.53 [#]	<0.001
T60	110.72 ± 16.52	98.04 ± 11.25 [#]	0.001
T90	91.12 ± 12.52	87.00 ± 6.24	0.109
T120	87.28 ± 8.70	87.00 ± 7.65	0.889

ข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

T0, ก่อนรับประทาน; T30, หลังรับประทาน 30 นาที; T60, หลังรับประทาน 60 นาที; T90, หลังรับประทาน 90 นาที; T120, หลังรับประทาน 120 นาที

[#] แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)



รูปที่ 3 ระดับน้ำตาลในเลือดของอาสาสมัครก่อนและหลังรับประทานเยลลี่พร้อมดื่มสูตรควบคุมและสูตรทดลอง (n=25)

T0, ก่อนรับประทาน; T30, หลังรับประทาน 30 นาที; T60, หลังรับประทาน 60 นาที; T90, หลังรับประทาน 90 นาที; T120, หลังรับประทาน 120 นาที.

[#] แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

วิจารณ์

อาสาสมัครกลุ่มทดลองที่รับประทานยาเม็ดพร้อมดื่มจากสละ มีค่า R-R interval ในนาที่ที่ 30, 60, 90 และ 120 สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่รับประทานยาเม็ดพร้อมดื่มที่ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสผสมน้ำตาลฟรุกโทสสำเร็จรูป ซึ่งสัมพันธ์โดยตรงกับค่า HR ที่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมในนาที่ที่ 30, 60 และ 90 อีกทั้งผลการศึกษาดังกล่าวยังสอดคล้องกับค่า SDNN ที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมในนาที่ที่ 60, 90 และ 120 และค่า RMSSD, HF power และ total power ที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมในนาที่ที่ 90 ทั้งนี้ ในการวิเคราะห์หัตถ์แปรด้านเวลา (time domain) ของ HRV มักใช้ค่า SDNN และ RMSSD โดยหากค่า SDNN ลดลง จะทำให้ค่า RMSSD ลดลงตามไปด้วย ซึ่งบ่งชี้ถึงสภาวะที่มีการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกเพิ่มขึ้น²² นอกจากนี้ ในการประเมิน HRV อาจใช้ค่า R-R interval พิจารณาร่วมด้วย โดยหากค่า R-R interval เพิ่มขึ้น บ่งชี้ถึงสภาวะที่มีการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกเพิ่มขึ้น²³ ผลการศึกษารังนี้ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Booranasuksakul และคณะ²⁰ ที่ทำการศึกษากลุ่มคนไข้เบาหวานในอาสาสมัครสุขภาพดี ซึ่งพบว่าในนาที่ที่ 120 หลังการดื่ม อาสาสมัครมีค่า SDNN สูงกว่ากลุ่มที่ดื่มน้ำเปล่า ทั้งนี้ ในเบาหวานมีสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่มีบทบาทในการต้านอนุมูลอิสระ¹⁷ ดังเช่นผลการศึกษาของ Prasertsri และคณะ²⁴ ที่พบว่า การรับประทานน้ำมันรำข้าวไรซ์เบอร์รี่ซึ่งอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ อาทิ เบต้า-แคโรทีน ลูทีน โพลีฟีนอล และแอนโทไซยานิน ช่วยให้ภาวะเครียดออกซิเดชันและการอักเสบลดลง โดยมีการศึกษาสนับสนุนว่าการรับประทานอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระช่วยให้ดัชนีของ HRV ดีขึ้น²⁵

เมื่อวิเคราะห์หัตถ์แปรด้านความถี่ (frequency domain) ของ HRV พบว่าค่า HF power และ total power ในนาที่ที่ 90 ของอาสาสมัครกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และค่า LF power และ LF/HF ratio ในนาที่ที่ 30 ของอาสาสมัครกลุ่มทดลองมีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มควบคุม การเพิ่มขึ้นของค่า HF power นี้ สะท้อนให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก²² ส่วนค่า LF power จะสะท้อนการทำงานของระบบประสาททั้งสองระบบ แต่สะท้อนระบบประสาทซิมพาเทติกเป็นหลัก²⁶ ดังนั้น การที่ค่า LF power และ LF/HF ratio มีแนวโน้มลดลงหลังการรับประทานยาเม็ดพร้อมดื่มจากสละนี้ สะท้อนถึงความสมดุลระหว่างการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกและพาราซิมพาเทติก กล่าวคือการรับประทานยาเม็ดพร้อมดื่มจากสละช่วยลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกและช่วยส่งเสริมการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก

ซึ่งดีต่อการทำงานของหัวใจ²² ซึ่งสนับสนุนด้วยค่า HR ที่ลดลง อย่างไรก็ตาม การศึกษารังนี้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตหลังการรับประทานยาเม็ดพร้อมดื่มจากสละ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการทำงานของ baroreflex ซึ่งจะถูกระงับเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิต ในแง่นี้อาจอธิบายได้ว่าเมื่อระบบประสาทพาราซิมพาเทติกทำงานเพิ่มขึ้น และระบบประสาทซิมพาเทติกทำงานลดลง ทำให้พบการลดลงของ HR ซึ่งจะส่งผลให้ความดันโลหิตลดลง จึงมีการกระตุ้น baroreflex²⁷ ซึ่งเป็นระบบที่ช่วยปรับความดันโลหิตให้คงที่ในทันที ดังนั้น จึงไม่พบการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตในการศึกษารังนี้ นอกจากนี้ การพบความแตกต่างของตัวแปรระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมน้อยลงในนาที่ที่ 120 บ่งชี้เป็นนัยว่าที่นาที่ที่ 120 นั้น อาจเป็นช่วงเวลาที่สำคัญในยาเม็ดพร้อมดื่มจากสละที่ยับยั้งการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกนั้นเริ่มออกฤทธิ์น้อยลงหรือหมดฤทธิ์ ทั้งนี้ มีข้อสังเกตว่า HR เริ่มต้น (T0) มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้งนี้ HR ขณะพักที่แตกต่างกันในคนคนเดียวกันนั้น เกิดขึ้นได้จากหลายปัจจัย เช่น ระยะเวลาในการนอนหลับ (sleep duration)²⁸ หรือสภาวะทางจิตสรีรวิทยา (psychophysiological conditions)²⁹ อย่างไรก็ตาม ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของ HR ในช่วงเวลาที่เหลือ (T30, T60, T90, T120) ผู้วิจัยได้ใช้สถิติ ANCOVA โดยใช้ข้อมูล T0 เป็น covariate จึงไม่มีผลของความแตกต่างเริ่มต้นต่อการวิเคราะห์ HR ในช่วงเวลาที่เหลือ

เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือดพบว่า หลังจากรับประทานยาเม็ดพร้อมดื่มจากสละเป็นเวลา 30 และ 60 นาที อาสาสมัครกลุ่มทดลองมีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลดังกล่าวอาจมาจากสารสำคัญในยาเม็ดพร้อมดื่มจากสละ เช่น วิตามินซีที่มีคุณสมบัติช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดผ่านกลไกการชะลอการดูดซึมของน้ำตาล โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ alpha-glucosidase และยังมีฤทธิ์ส่งเสริมการทำงานของอินซูลิน³⁰ และสารต้านอนุมูลอิสระที่พบในสละ เช่น สารกลุ่มฟีนอลิก ที่สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้³¹ จากการศึกษา Nowak และคณะ³² ที่ศึกษาผลของการบริโภคน้ำลูกยอและไซเคเบอร์รี่ เทียบกับเครื่องดื่มชูกำลัง พบว่าการบริโภคน้ำลูกยอสามส่วนมีผลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลงร้อยละ 7.3 และการบริโภคน้ำผลไม้ไซเคเบอร์รี่สามส่วนมีผลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลงเล็กน้อย โดยลูกยอนั้นประกอบด้วยสารชีวภาพ เช่น คูมาริน ฟลาโวนอยด์ กรดฟีนอลิก เป็นต้น³³ ส่วนไซเคเบอร์รี่นั้นมีปริมาณโพลีฟีนอลสูง³⁴ ในงานวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยอภิปรายว่าการลดลงของระดับน้ำตาลในเลือดเป็นผล

มาจากการทำงานของโพลีฟีนอล ซึ่งทำหน้าที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ alpha-glucosidase ส่งผลให้มีการดูดซึมน้ำตาลที่ลำไส้เล็กลดลง³⁵ อีกทั้งยังเป็นผลมาจากสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยลดการเกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน ลดการเกิดความเสียหายต่อเบต้าเซลล์ในตับอ่อน ส่งผลให้การหลั่งและการทำงานของอินซูลินดีขึ้น³⁶

สรุป

การรับประทานเยลลี่พร้อมดื่มจากสละในปริมาณ 140 กรัม ช่วยส่งเสริมความยืดหยุ่นในการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจผ่านการเพิ่มความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ช่วยส่งเสริมการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจ และช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดภายในหนึ่งชั่วโมงแรก ในอาสาสมัครสุขภาพดีได้ ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงคุณประโยชน์อีกด้านของสละ และการนำไปประยุกต์ใช้ในเชิงโภชนาบำบัด เพื่อป้องกันโรคความดันโลหิตสูง ผ่านกลไกการรักษาสมดุลการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมหัวใจ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยบูรพา งบประมาณอุดหนุนจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 ตามสัญญาเลขที่ ววน. 31/2566

เอกสารอ้างอิง

- Dinh QN, Drummond GR, Sobey CG, Chrissobolis S. Roles of inflammation, oxidative stress, and vascular dysfunction in hypertension. *Biomed Res Int* 2014;2014:406960. doi:10.1155/2014/406960
- Shrout T, Rudy DW, Piascik MT. Hypertension update, JNC8 and beyond. *Curr Opin Pharmacol* 2017;33:41-6. doi:10.1016/j.coph.2017.03.004
- National Center for Health Statistics. Hypertension prevalence, awareness, treatment, and control among adults age 18 and older: United States, August 2021-August 2023 [internet]. 2025 [cited Feb 14, 2025]. Available from <https://www.cdc.gov/nchs/products/databriefs/db511.htm>.
- Division of Non-Communicable Diseases, Department of Disease Control, Ministry of Public Health. Annual Report 2023 [internet]. 2025 [Cited 2025 Feb 14]. Available from <https://online.fliphtml5.com/bcbgj/yatm/#p=1>.
- Seals DR, Monahan KD, Bell C, Tanaka H, Jones PP. The aging cardiovascular system: changes in autonomic function at rest and in response to exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2001;11 (Suppl):S189-95. doi:10.1123/ijsnem.11.s1.s189
- Strait JB, Lakatta EG. Aging-associated cardiovascular changes and their relationship to heart failure. *Heart Fail Clin* 2012;8(1):143-64. doi:10.1016/j.hfc.2011.08.011
- Takahashi N, Nakagawa M, Saikawa T, Ooie T, Yufu K, Shigematsu S, et al. Effect of essential hypertension on cardiac autonomic function in type 2 diabetic patients. *J Am Coll Cardiol* 2001;38(1):232-7. doi:10.1016/S0735-1097(01)01363-8
- Schroeder EB, Liao D, Chambless LE, Prineas RJ, Evans GW, Heiss G. Hypertension, blood pressure, and heart rate variability: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study. *Hypertension* 2003;42(6):1106-11. doi:10.1161/01.HYP.0000100444.71069.73
- Sharma P, Paudel BH, Singh PN, Limbu P. Heart rate variability: response to graded head up tilt in healthy men. *Kathmandu Univ Med J (KUMJ)* 2009;7(27):252-7. doi:10.3126/kumj.v7i3.2733
- Liao D, Cai J, Barnes RW, Tyroler HA, Rautaharju P, Holme I, et al. Association of cardiac autonomic function and the development of hypertension: the ARIC study. *Am J Hypertens* 1996;9(12 Pt 1):1147-56. doi:10.1016/S0895-7061(96)00249-X
- Singh JP, Larson MG, Tsuji H, Evans JC, O'Donnell CJ, Levy D. Reduced heart rate variability and new-onset hypertension: insights into pathogenesis of hypertension: the Framingham Heart Study. *Hypertension* 1998;32(2):293-7. doi:10.1161/01.HYP.32.2.293

12. Guzzetti S, Piccaluga E, Casati R, Cerutti S, Lombardi F, Pagani M, et al. Sympathetic predominance in essential hypertension: a study employing spectral analysis of heart rate variability. *J Hypertens* 1988;6(9):711-7. doi:10.1097/00004872-198809000-00004
13. Mussalo H, Vanninen E, Ikaheimo R, Laitinen T, Laakso M, Lansimies E, et al. Heart rate variability and its determinants in patients with severe or mild essential hypertension. *Clin Physiol* 2001;21(5):594-604. doi:10.1046/j.1365-2281.2001.00359.x
14. Fagard RH, Pardaens K, Staessen JA. Relationships of heart rate and heart rate variability with conventional and ambulatory blood pressure in the population. *J Hypertens* 2001;19(3):389-97. doi:10.1097/00004872-200103000-00006
15. Saleh M, Siddiqui MJ, Mediani A, Ismail N, Ahmed Q, Mat So'ad S, et al. Salacca zalacca: a short review of the palm botany, pharmacological uses and phytochemistry. *Asian Pac J Trop Med* 2018;11:645. doi:10.4103/1995-7645.248321
16. Yahfoufi N, Alsadi N, Jambi M, Matar C. The immunomodulatory and anti-inflammatory role of polyphenols. *Nutrients* 2018;10(11):1618. doi:10.3390/nu10111618
17. Maleki SJ, Crespo JF, Cabanillas B. Anti-inflammatory effects of flavonoids. *Food Chem* 2019;299:125124. doi:10.1016/j.foodchem.2019.125124
18. Park M, Cho H, Jung H, Lee H, Hwang KT. Antioxidant and anti-inflammatory activities of tannin fraction of the extract from black raspberry seeds compared to grape seeds. *J Food Biochem* 2014;38(3):259-70. doi:10.1111/jfbc.12044
19. Campos KKD, Araujo GR, Martins TL, Bandeira ACB, Costa GP, Talvani A, et al. The antioxidant and anti-inflammatory properties of lycopene in mice lungs exposed to cigarette smoke. *J Nutr Biochem* 2017;48:9-20. doi:10.1016/j.jnutbio.2017.06.004
20. Booranasuksakul U, Singhato A, Rueangsri N, Prasertsri P. Effects of mulberry (*Morus alba*) leaf tea on blood glucose and satiety in healthy subjects. *Srinagarind Med J* 2019;34(3): 237-42.
21. Prasertsri P, Booranasuksakul U, Naravoratham K, Trongtosak P. Acute effects of passion fruit juice supplementation on cardiac autonomic function and blood glucose in healthy subjects. *Prev Nutr Food Sci* 2019;24(3):245-53. doi:10.3746/pnf.2019.24.3.245
22. Manimmanakorn N, Manimmanakorn A, Vichiansiri R, Saengsuwan J, Leelayuwat N. Heart rate variability assessment and clinical uses. *J Rehabil Med* 2018;28(1):32-6.
23. Kleiger RE, Stein PK, Bigger JT, Jr. Heart rate variability: Measurement and clinical utility. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2005;10(1):88-101. doi:10.1111/j.1542-474X.2005.10101.x
24. Prasertsri P, Boonla O, Vierra J, Yisarakun W, Koowattanatianchai S, Phoemsapthawee J. Effects of Riceberry rice bran oil supplementation on oxidative stress and cardiovascular risk biomarkers in older adults with prehypertension. *Prev Nutr Food Sci* 2022;27(4):365-75. doi:10.3746/pnf.2022.27.4.365
25. Lopresti AL. Association between micronutrients and heart rate variability: a review of human studies. *Adv Nutr* 2020;11(3):559-75. doi:10.1093/advances/nmz136
26. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation* 1996;93(5):1043-65. doi:10.1161/01.cir.93.5.1043
27. Olshansky B, Sabbah HN, Hauptman PJ, Colucci WS. Parasympathetic nervous system and heart failure: pathophysiology and potential implications for therapy. *Circulation* 2008;118(8):863-71. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.107.760405
28. Quer G, Gouda P, Galarnyk M, Topol EJ, Steinhubl SR. Inter- and intraindividual variability in daily resting heart rate and its associations with age, sex, sleep, BMI, and time of year: retrospective, longitudinal cohort study of 92,457 adults. *PLoS One* 2020;15(2): e0227709. doi:10.1371/journal.pone.0227709

29. Tiwari R, Kumar R, Malik S, Raj T, Kumar P. Analysis of heart rate variability and implication of different factors on heart rate variability. *Curr Cardiol Rev* 2021;17(5):e160721189770. doi:10.2174/1573403X16999201231203854.
30. Dakhale GN, Chaudhari HV, Shrivastava M. Supplementation of vitamin C reduces blood glucose and improves glycosylated hemoglobin in type 2 diabetes mellitus: a randomized, double-blind study. *Adv Pharmacol Sci* 2011;2011:195271. doi:10.1155/2011/195271
31. Straub LG, Efthymiou V, Grandl G, Balaz M, Challa TD, Truscetto L, et al. Antioxidants protect against diabetes by improving glucose homeostasis in mouse models of inducible insulin resistance and obesity. *Diabetologia* 2019;62(11):2094-105. doi: 10.1007/s00125-019-4937-7
32. Nowak D, Goslinski M, Wesolowska A, Berenda K, Poplawski C. Effects of acute consumption of noni and chokeberry juices vs. energy drinks on blood pressure, heart rate, and blood glucose in young adults. *Evid Based Complement Alternat Med* 2019;2019:6076751. doi:10.1155/2019/6076751
33. Dussossoy E, Brat P, Bony E, Boudard F, Poucheret P, Mertz C, et al. Characterization, anti-oxidative and anti-inflammatory effects of Costa Rican noni juice (*Morinda citrifolia* L.). *J Ethnopharmacol* 2011;133(1):108-15. doi:10.1016/j.jep.2010.08.063
34. Ferlemi AV, Lamari FN. Berry leaves: An alternative source of bioactive natural products of nutritional and medicinal value. *Antioxidants (Basel)* 2016;5(2). doi: 10.3390/antiox5020017
35. Zhao C, Wan X, Zhou S, Cao H. Natural polyphenols: a potential therapeutic approach to hypoglycemia. *eFood* 2020;1(2):107-18. doi:10.2991/efood.k.200302.001
36. Sun C, Zhao C, Capanoglu E, Paoli P, Simal-Gandara J, Ramkumar K, et al. Dietary polyphenols as antidiabetic agents: advances and opportunities. *Food Frontiers* 2020;1(1):18-44. doi:10.1002/fft2.15

SMJ