

ปริมาณน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโทสในเครื่องดื่มชาและสมุนไพร Glucose and fructose contents in tea and herbal beverages

สุดาวดี คงขำ^{1*} และ สมโภชน์ ประจันต์¹

¹ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

*ผู้รับผิดชอบบทความ: sudawadee.k@allied.tu.ac.th

Sudawadee Kongkhum^{1}, Sompoch Prajan¹*

¹Department of Medical Technology, Faculty of Allied Health Sciences, Thammasat
University, Rangsit Campus

*Corresponding author: sudawadee.k@allied.tu.ac.th

บทคัดย่อ

เครื่องดื่มชาและสมุนไพรบรรจุขวดเป็นที่นิยมดื่มเพื่อความสะดวกและส่งเสริมสุขภาพ เครื่องดื่มเหล่านี้มักเติมน้ำตาลและน้ำเชื่อมฟรุกโทสเพื่อเพิ่มความหวาน ผลวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการบริโภคน้ำตาลและฟรุกโทสมากเกินไปเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวาน โรคอ้วนและภาวะอ้วนลงพุง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโทสในเครื่องดื่มประเภทชาและสมุนไพรไทยที่จำหน่ายภายใต้เครื่องหมายการค้า วิธีการวิจัยทำโดยเลือกตัวอย่างเครื่องดื่มชาและสมุนไพรจากร้านค้าทั่วไป จำนวน 24 ชนิด ประกอบด้วย เครื่องดื่มประเภทชา ได้แก่ ชาเขียว ชาดำ และชาขาว รวม 15 ชนิดและสมุนไพร ได้แก่ แก้วฮวย หล่อฮังก้วย และจับเลี้ยง รวม 9 ชนิด บันทึกข้อมูลโภชนาการ และวิเคราะห์ปริมาณกลูโคสและฟรุกโทสด้วยวิธีเอนไซม์เมติก ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยกลูโคสและฟรุกโทสในเครื่องดื่มชา คือ 39.5 ± 23.6 และ 23.7 ± 15.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (mean $\pm$ SD) ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยกลูโคสและฟรุกโทสในเครื่องดื่มสมุนไพร คือ 38.5 ± 21.3 และ 24.9 ± 12.4 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (mean $\pm$ SD) ตามลำดับ ความเข้มข้นต่ำที่สุดและสูงที่สุดของกลูโคสพบในตัวอย่างเครื่องดื่มชา คือ 7.6 และ 91.6 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ในขณะที่กลูโคสต่ำที่สุดและสูงที่สุดในตัวอย่างเครื่องดื่มสมุนไพรคือ 11.6 และ 78.3 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อคำนวณปริมาณกลูโคสและฟรุกโทสต่อขวด 500 มิลลิลิตร พบว่าปริมาณกลูโคสในเครื่องดื่มชาและเครื่องดื่มสมุนไพรมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.9 ± 2.9 และ 4.8 ± 2.7 ช้อนชา ตามลำดับ และปริมาณฟรุกโทสในเครื่องดื่มชาและเครื่องดื่มสมุนไพรมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.0 ± 1.9 และ 3.1 ± 1.6 ช้อนชา ตามลำดับ สัดส่วนระหว่างกลูโคสและฟรุกโทสในตัวอย่างเครื่องดื่มทั้งสองชนิด คือ 62.5:37.5 ดังนั้น เครื่องดื่มชาและสมุนไพรที่มีปริมาณกลูโคสและฟรุกโทสสูง ซึ่งอาจมีผลต่อสุขภาพเมื่อบริโภคในปริมาณมาก

คำสำคัญ: เครื่องดื่มชา/ เครื่องดื่มสมุนไพร/ กลูโคส/ ฟรุกโทส

Received: 7 June 2022

Revised: 27 June 2022

Accepted: 2 July 2022

Online publication date: 11 July 2022

Abstract

Tea and herb beverages are popular refreshing and healthy beverages. Sugar and high-fructose corn syrup (HFCS) are usually added as a sweetener. Previous studies showed that high glucose and fructose diet which is associated with insulin resistance, obesity, and metabolic syndrome. The aim of this study is to measure glucose and fructose contents in tea and herbal commercial beverages. Twenty-four beverages available in local stores were collected, consisting of 15 tea beverages (green, black, and white tea) and 9 herbal beverages (Chrysanthemum, Luo Han Gao tea, and Jublieng). Nutrition facts were recorded, and glucose and fructose were analyzed by using the enzymatic method. The results showed that glucose and fructose in tea beverages were 39.5 ± 23.6 and 23.7 ± 15.5 mg/mL (mean $\pm$ SD), respectively, while those in herbal beverages were 38.5 ± 21.3 and 24.9 ± 12.4 mg/mL (mean $\pm$ SD), respectively. The lowest and highest glucose and fructose levels in tea beverages were 7.6 and 91.6 mg/mL, while those in herbal beverages were 11.6 and 78.3 mg/mL, respectively. In addition, glucose and fructose contents in 500-mL bottles were calculated. Glucose contents in tea and herbal beverages were 4.9 ± 2.9 and 4.8 ± 2.7 teaspoons/bottle, respectively, and fructose contents in tea and herbal beverages were 3.0 ± 1.9 and 3.1 ± 1.6 teaspoons/bottle, respectively. The ratio between glucose and fructose was 62.5:37.5. In conclusion, tea and herbal beverages may contain high glucose and fructose contents, which can affect health when consumed at high amounts.

Keywords: tea, herbal beverage, glucose, fructose

บทนำ

การดูแลสุขภาพมีความสำคัญในการป้องกันโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง รวมถึงการรับประทานอาหารที่สมดุล และการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ การเลือกบริโภคเครื่องดื่มชาหรือสมุนไพรเป็นทางเลือกหนึ่งที่มีความนิยมอย่างมาก เพราะนอกจากจะดับกระหายแล้ว เครื่องดื่มเหล่านี้ยังมีองค์ประกอบสำคัญ โดยเฉพาะสารต้านอนุมูลอิสระ และยังมีรายงานว่า มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น ช่วยในการลดน้ำหนัก และลดความเสี่ยงต่อโรคเบาหวานและโรคหัวใจ (Poswal, *et al.*, 2019; Zhao, *et al.*, 2019) นอกจากนี้ เครื่องดื่มชาและสมุนไพรยังหาซื้อได้ง่ายตามร้านค้าทั่วไป และยังมีรสชาติให้เลือกหลากหลายตามความชอบของแต่ละคนอีกด้วย

โดยทั่วไป ส่วนผสมของเครื่องดื่มในท้องตลาดนอกจากจะมีส่วนผสมน้ำชาหรือสมุนไพรแล้ว ผู้ผลิตมักเติมส่วนประกอบอื่น ๆ เพื่อปรับแต่งกลิ่นและรส โดยเฉพาะน้ำตาล ซึ่งพบมากในเครื่องดื่มเกือบทุกชนิด การบริโภคเครื่องดื่มที่เติมสารให้ความหวานมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคเบาหวาน โรคอ้วน และภาวะอ้วนลงพุง (metabolic syndrome) (Montonen, *et al.* 2007; Sun, *et al.*, 2011; Ejtahed, *et al.*, 2015; Tseng, *et al.*, 2021) น้ำตาลกลูโคสและน้ำตาลฟรุกโทสเป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวที่พบได้มากในผลไม้และผักบางชนิด อุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่มนิยมใช้น้ำเชื่อมฟรุกโทสเพื่อเพิ่มความหวาน เนื่องจากให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทรายถึง 1.6 เท่า และฟรุกโทสยัง

มีค่าดัชนีน้ำตาล (glycemic index) ต่ำ จึงทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดขึ้นไม่สูงเหมือนกลูโคส แม้ว่าฟรักโทสให้พลังงานเท่ากับน้ำตาลทรายและคาร์โบไฮเดรตชนิดอื่น คือ 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี (Segal, *et al.*, 2007; White, 2008) นอกจากนี้ ฟรักโทสจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดและเซลล์ของร่างกายได้ดีโดยไม่ต้องผ่านการควบคุมของฮอร์โมนอินซูลิน จึงมีการนำมาใช้ทางการแพทย์ในผู้ป่วยโรคเบาหวานบางรายด้วย ด้วยเหตุผลเหล่านี้จึงทำให้มีการใช้น้ำตาลฟรักโทสมากขึ้น แต่ผลงานวิจัยหลายชิ้นยืนยันตรงกันว่า การบริโภคฟรักโทสทำให้ระดับคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดสูงขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มระดับไขมันในเลือดและเป็นสาเหตุของโรคอ้วนและภาวะอ้วนลงพุงและส่งผลต่อสุขภาพในระยะยาว โดยมีรายงานความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคฟรักโทสกับการเกิดโรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด ไขมันพอกตับ และภาวะกรดยูริกสูง (Sun, *et al.*, 2011; Memon, *et al.*, 2013)

อย่างไรก็ตาม น้ำตาลกลูโคสและฟรักโทสเป็นน้ำตาลที่พบได้ในอาหารทั่วไป โดยเฉพาะน้ำผึ้งและผลไม้ แต่เนื่องจากผลไม้อุดมไปด้วยแร่ธาตุ วิตามิน ไฟเบอร์ และสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิดที่ล้วนแล้วแต่ให้ประโยชน์ต่อร่างกายทำให้เกิดความสมดุลและไม่เป็นผลเสียต่อร่างกายเท่ากับการเติมน้ำตาลหรือน้ำเชื่อมฟรักโทสลงในเครื่องดื่มโดยตรง ดังนั้น ถึงแม้เครื่องดื่มชาและสมุนไพรมีสรรพคุณในการบำรุงร่างกายได้ แต่ถ้ามีระดับน้ำตาลที่มากเกินไปก็สามารถทำให้เกิดผลเสียได้เช่นกัน ทั้งนี้ จากการศึกษาก่อนหน้านี้โดย Ventura และคณะ (2011) และ Walker RW และคณะ (2014) พบว่าข้อมูลในฉลากข้างขวดอาจไม่ตรงกับปริมาณจริง การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่มที่จำหน่ายภายใต้เครื่องหมายทางการค้าจึงมีความจำเป็นในการศึกษา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปริมาณน้ำตาลกลูโคสและฟรักโทสในเครื่องดื่มประเภทชาและสมุนไพรรไทยที่จำหน่ายภายใต้เครื่องหมายทางการค้า

วิธีดำเนินการวิจัย

การคัดเลือกตัวอย่าง

ตัวอย่างเครื่องดื่มชาและสมุนไพรมีรสชาติดังกันที่จำหน่ายภายใต้เครื่องหมายทางการค้าต่างกัน จำนวน 24 ตัวอย่าง โดยคัดเลือกตัวอย่างจากเครื่องดื่มชาและสมุนไพรมือที่หาซื้อได้จากร้านค้าทั่วไป โดยทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2558 โดยเลือกเครื่องดื่มที่มีฉลากแสดงชื่อผู้ผลิตและมีการระบุปริมาณน้ำตาลภายในเครื่องดื่มชาและสมุนไพรมีรสชาติดังกันนั้นบนฉลากภาชนะบรรจุอย่างชัดเจน

การวิเคราะห์น้ำตาลกลูโคสและฟรักโทสในตัวอย่าง

เมื่อคัดเลือกตัวอย่างแล้วก็ทำการกำหนดรหัส (code) แทนตัวอย่างที่ได้มาทั้งหมด 24 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1) จากนั้นทำการจดบันทึกปริมาณน้ำตาลที่ระบุข้างขวดในแต่ละตัวอย่างและคำนวณปริมาณน้ำตาลฟรักโทสโดยประมาณจากข้างขวด

ทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นของกลูโคสและฟรักโทสโดยอาศัยหลักการเอนไซม์เมติก (hexokinase, glucose-6-phosphate dehydrogenase และ phosphoglucose isomerase) โดยใช้ยาสำเร็จรูปจากบริษัท Megazyme (Ireland) เอนไซม์ hexokinase (HK) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการเติมหมู่ฟอสเฟตบนกลูโคสและฟรักโทส โดยมี adenosine-5-triphosphate (ATP) เข้าร่วมในปฏิกิริยา ผลผลิตที่ได้ คือ glucose 6-phosphate (G6P) และ fructose 6-phosphate (F6P) ตามลำดับ หลังจากนั้น G6P ถูกออกซิไดซ์โดยการเร่งของเอนไซม์ glucose 6-phosphatedehydrogenase (G6P-DH) ซึ่งมี nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADP⁺) เป็นโคแฟกเตอร์และได้ผลิตผลเป็น gluconate 6-phosphate และ NADPH ปริมาณ NADPH ที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นส่วนโดยตรงกับปริมาณกลูโคส และสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 340 นาโนเมตร สำหรับ F6P สามารถเปลี่ยนเป็น G6P ได้ โดยอาศัยเอนไซม์ phosphoglucose isomerase (PGI) และ G6P ที่เกิดขึ้นก็จะเกิดปฏิกิริยาเช่นเดียวกับที่กล่าวข้างต้น เกิดผลิตผล คือ NADPH ซึ่งจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณฟรักโทส วิธีทำโดยย่อ คือ เจือจางตัวอย่าง 50 ไมโครลิตรในน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร จากนั้นผสมกับบัฟเฟอร์ (50 ไมโครลิตร) และสารละลาย NADP⁺/ATP (50 ไมโครลิตร) แล้ววัด absorbance ที่ 340 นาโนเมตร (Shimadzu รุ่น UV-1601) ครั้งที่ 1 (A₁) จากนั้นเติมน้ำยา hexokinase/glucose 6-phosphate-dehydrogenase (HK/G6P-DH) 10 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 5 นาทีแล้ววัด absorbance ที่ 340 นาโนเมตร ครั้งที่ 2 (A₂) หลังจากนั้นเติมสารละลาย Phosphoglucose isomerase (PGI) 10 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ 8 นาทีแล้ววัด absorbance ที่ 340 นาโนเมตร ครั้งที่ 3 (A₃) แล้วคำนวณความเข้มข้น D-glucose และ D-fructose ดังสมการ

$$C = \frac{V \times MW}{\epsilon \times d \times v} \times \Delta A$$

เมื่อ C คือ ความเข้มข้นของสารละลาย (กรัม/ลิตร), V_{total} คือ ปริมาตรสุทธิ (มิลลิลิตร), MW คือมวลโมเลกุลของ กลูโคสหรือฟรักโทส (กรัม/โมล), 180.16 กรัม/โมล, ϵ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของ NADPH ที่ 340 นาโนเมตร (6300), d คือ light path (เซนติเมตร), V_{sample} คือ ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิลิตร) และค่า ΔA คือ ค่า absorbance โดย ΔA คือ (A₂-A₁) สำหรับการคำนวณความเข้มข้นของกลูโคสและคือ (A₃-A₂) สำหรับการคำนวณความเข้มข้นของฟรักโทส

การศึกษาคุณสมบัติของวิธีวิเคราะห์กลูโคสและฟรักโทส ประกอบด้วย linearity, repeatability และ recovery study ดังนี้

Linearity: เตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคสและฟรักโทส 20 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร จากนั้นทำการเจือจางให้มีความเข้มข้น 0, 25, 50, 75, 100 และ 125 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ทำการทดสอบ linearity โดยแต่ละความเข้มข้นจะทำการทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง

Repeatability: เตรียมสารละลายมาตรฐานกลูโคสและฟรักโทสเข้มข้น 50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร เป็น stock solution จากนั้นเจือจางให้มีความเข้มข้น 50 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เพื่อนำมาใช้เป็นตัวอย่างในการทดสอบโดยทำซ้ำจำนวน 20 ครั้ง

Recovery study: เลือกสุ่มเครื่องต้มมาเจือจางให้มีความเข้มข้นอยู่ในช่วงที่สามารถตรวจวัดได้ ทำการวิเคราะห์โดยการ spike ด้วยสารละลายมาตรฐานกลูโคสและฟรักโทส แล้วทำการวิเคราะห์แบบทำซ้ำ 3 ครั้งและคำนวณหาค่า recovery จากสูตร $\% \text{Recovery} = (\text{recovered concentration} / \text{added concentration}) \times 100$

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาคูณสมบัติของวิธีวิเคราะห์กลูโคสและฟรักโทสด้วยวิธีเอนไซเมติก

การวิเคราะห์น้ำตาลกลูโคสและฟรักโทสด้วยวิธีเอนไซเมติก พบว่ามีค่า linearity ในช่วงความเข้มข้น 25 – 125 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร โดยค่า R^2 สำหรับการวิเคราะห์กลูโคสและฟรักโทสมีค่าเท่ากับ 0.9997 และ 0.9984 ตามลำดับ การวิเคราะห์ precision (repeatability) พบว่า การวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคสและฟรักโทสในสารละลายมาตรฐานกลูโคสและฟรักโทสเข้มข้น 50 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ซ้ำ 20 ครั้ง มีค่า CV เท่ากับ 4.78% และ 7.10% ตามลำดับ ผลการศึกษา recovery study ของการวิเคราะห์กลูโคสและฟรักโทส พบว่า มีค่า % recovery เท่ากับ 92.32 และ 81.98 ตามลำดับ

ข้อมูลโภชนาการบนฉลากเครื่องดื่มชาและสมุนไพร

ผลการบันทึกข้อมูลจากฉลากเครื่องดื่ม (ตารางที่ 1) พบว่ามีเครื่องดื่มชา 9 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่างที่ระบุปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่ม (ร้อยละ 60) และมีเครื่องดื่มสมุนไพร 4 ตัวอย่างจาก 9 ตัวอย่างที่ระบุปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่ม (ร้อยละ 44.4) จากข้อมูลพบว่าเครื่องดื่มที่มีปริมาณน้ำตาลเกิน 6 ช้อนชาทั้งหมด 7 ตัวอย่าง (ร้อยละ 29.2) แบ่งเป็นเครื่องดื่มชา 6 ตัวอย่าง (ร้อยละ 40.0) และเครื่องดื่มสมุนไพร 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 11.1) นอกจากนี้ฉลากเครื่องดื่มระบุส่วนผสมเป็นร้อยละของน้ำเชื่อมฟรักโทส น้ำผึ้ง และน้ำตาลทราย (ซูโครส)

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำตาลที่ระบุในฉลากของเครื่องดื่มชาและสมุนไพร และปริมาณน้ำตาลฟรักโทสที่ได้จากการคำนวณปริมาณฟรักโทสจากปริมาณน้ำเชื่อมฟรักโทสและน้ำผึ้งที่ระบุที่ฉลาก

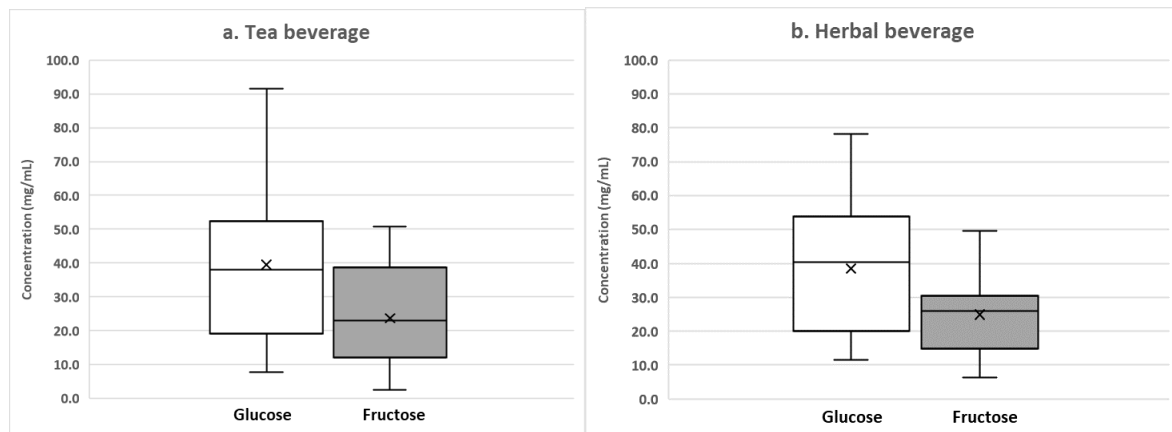
รหัส	ประเภท	ส่วนผสม (ร้อยละ)			ข้อมูลโภชนาการ น้ำตาล (ซองชา)
		น้ำเชื่อมฟรักโทส	น้ำผึ้ง	น้ำตาล / น้ำตาล ทราย	
T1	ชาเขียว	6	-	-	3.75
T2	ชาเขียว	9.5	0.0025	5	7.25
T3	ชาเขียว	6	-	-	-
T4	ชาเขียว	2	-	1.5	1.5
T5	ชาดำ	5	-	7.5	-
T6	ชาเขียว	5.9	-	-	-
T7	ชาเขียว	9.5	0.05	3.5	12.25
T8	ชาดำ	9.5	-	3.8	-
T9	ชาเขียว	6	-	-	-
T10	ชาขาว	3.75	0.01	4.75	7.5
T11	ชาอู่หลง	3	-	-	3.75
T12	ชาอู่หลง	5.5	-	-	14
T13	ชาอู่หลง	3	-	-	7
T14	ชาดำ	9	0.005	4	-
T15	ชาดำ	8.1	-	5.5	7

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำตาลที่ระบุในฉลากของเครื่องดื่มชาและสมุนไพร และปริมาณน้ำตาลฟรักโทสที่ได้จากการคำนวณปริมาณฟรักโทสจากปริมาณน้ำเชื่อมฟรักโทสและน้ำผึ้งที่ระบุที่ฉลาก (ต่อ)

รหัส	ประเภท	ส่วนผสม (ร้อยละ)			ข้อมูลโภชนาการ น้ำตาล (ซองชา)
		น้ำเชื่อมฟรักโทส	น้ำผึ้ง	น้ำตาล / น้ำตาล ทราย	
H1	ชาขาวผสมสมุนไพร (เก๊กฮวย)	1.8	-	4	4.75
H2	ชาเขียวผสมสมุนไพร (เก๊กฮวย)	6.3	-	-	-
H3	สมุนไพร (จับเลี้ยง)	5	-	3.5	-
H4	สมุนไพร (เก๊กฮวย)	5	0.006	4.5	-
H5	สมุนไพร (จับเลี้ยง)	5	-	3.5	7.25
H6	สมุนไพร (จับเลี้ยง)	3	-	3	-
H7	สมุนไพร (เก๊กฮวย)	8.7	-	4	-
H8	สมุนไพร (เก๊กฮวย)	3.8	-	10	3.75
H9	สมุนไพร (เก๊กฮวย+หล่อฮังก้วย)	14.7	-	5	4.75

ผลการวิเคราะห์ปริมาณกลูโคสและฟรักโทสในตัวอย่างเครื่องดื่มชาและสมุนไพร

ผลการศึกษาตัวอย่างเครื่องดื่มชาและสมุนไพร จำนวน 24 ตัวอย่าง ประกอบด้วย เครื่องดื่มประเภทชา ได้แก่ ชาเขียว ชาดำ และชาขาว รสต่าง ๆ รวม 15 ชนิดและสมุนไพร ได้แก่ เก๊กฮวย หล่อฮังก้วย และจับเลี้ยง รวม 9 ชนิด พบว่ามีความเข้มข้นของกลูโคสและฟรักโทสดังแสดงในภาพที่ 1 ค่าเฉลี่ยกลูโคสและฟรักโทสในเครื่องดื่มชา คือ 39.5 ± 23.6 และ 23.7 ± 15.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (mean $\pm$ SD) และค่าเฉลี่ยกลูโคสและฟรักโทสในเครื่องดื่มสมุนไพร คือ 38.5 ± 21.3 และ 24.9 ± 12.4 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร (mean $\pm$ SD) ความเข้มข้นต่ำที่สุดและสูงที่สุดของกลูโคสพบในตัวอย่างเครื่องดื่มชา คือ 7.6 และ 91.6 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ในขณะที่กลูโคสต่ำที่สุดและสูงที่สุดในตัวอย่างเครื่องดื่มสมุนไพรคือ 11.6 และ 78.3 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ สำหรับความเข้มข้นของฟรักโทส ผลการศึกษาพบมีความเข้มข้นต่ำที่สุดและสูงที่สุดในตัวอย่างเครื่องดื่มชา คือ 2.5 และ 50.9 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ในขณะที่เครื่องดื่มสมุนไพรที่มีค่าฟรักโทสต่ำที่สุดและสูงที่สุด คือ 6.4 และ 49.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2) นอกจากนี้ ตัวอย่างเครื่องดื่มชาที่มีพิสัยของค่ากลูโคสและฟรักโทส เท่ากับ 83.9 และ 48.4 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ ตัวอย่างเครื่องดื่มสมุนไพรที่มีพิสัยของค่ากลูโคสและฟรักโทส เท่ากับ 66.7 และ 43.1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)



ภาพที่ 1 ปริมาณกลูโคสและฟรุคโทสในเครื่องดื่มชา (a) และเครื่องดื่มสมุนไพร (b)

ตารางที่ 2 ค่าสถิติของผลการวิเคราะห์หาค่ากลูโคสและฟรุคโทสในตัวอย่างเครื่องดื่มชาและสมุนไพร

Statistic	Tea beverage (mg/mL)		Herbal beverage (mg/mL)	
	Glucose	Fructose	Glucose	Fructose
Min	7.6	2.5	11.6	6.4
Median	38.0	22.9	33.8	24.6
Max	91.6	50.9	78.3	49.5
Range	83.9	43.4	66.7	43.1

เมื่อคำนวณปริมาณกลูโคสและฟรุคโทสต่อขวด (500 มิลลิลิตร, ตารางที่ 3) พบว่า เครื่องดื่มชา (T1-T15) มีปริมาณกลูโคสเฉลี่ยเท่ากับ 4.9 ± 2.9 ซ่อนชา ในขณะที่เครื่องดื่มสมุนไพร (H1-H9) มีปริมาณกลูโคสเฉลี่ยเท่ากับ 4.8 ± 2.7 ซ่อนชา สำหรับปริมาณฟรุคโทสต่อขวดในเครื่องดื่มชาและเครื่องดื่มสมุนไพรเฉลี่ยเท่ากับ 3.0 ± 1.9 และ 3.1 ± 1.6 ซ่อนชา ตามลำดับ เมื่อคำนวณปริมาณกลูโคสรวมกับฟรุคโทส พบว่าเครื่องดื่มชามีค่า 7.9 ± 4.7 ซ่อนชาและในเครื่องดื่มสมุนไพรมีค่า 7.9 ± 4.2 ซ่อนชา สัดส่วนระหว่างกลูโคสกับฟรุคโทสเฉลี่ยเท่ากับ 63.9:36.1 สำหรับเครื่องดื่มชาและ 60.1:39.9 สำหรับเครื่องดื่มสมุนไพร สัดส่วนระหว่างกลูโคสและฟรุคโทสในตัวอย่างเครื่องดื่มทั้งสองชนิด คือ 62.5:37.5 คือ และเครื่องดื่ม 9 ชนิดจาก 24 ชนิดที่มีค่ากลูโคสมากกว่า 6 ซ่อนชา คิดเป็น ร้อยละ 37.5 แบ่งเป็นเครื่องดื่มชา 6 ตัวอย่าง (ร้อยละ 40.0) และเครื่องดื่มสมุนไพร 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 33.3) สำหรับฟรุคโทส มีเครื่องดื่มเพียง 2 ตัวอย่างที่มีปริมาณน้ำตาลฟรุคโทสเกิน 6 ซ่อนชา คิดเป็นร้อยละ 8.3 แบ่งเป็น เครื่องดื่มชา 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 6.7) และเครื่องดื่มสมุนไพร 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 11.1) เมื่อคิดปริมาณกลูโคสรวมกับฟรุคโทสพบว่ามีเครื่องดื่มชา 9 ตัวอย่าง (ร้อยละ 60.0 และเครื่องดื่มสมุนไพร 6 ตัวอย่าง (ร้อยละ 66.7) มีน้ำตาลเกิน 6 ซ่อนชา

ตารางที่ 3 ปริมาณกลูโคสและฟรุคโทสในเครื่องดื่มชา (T1-T15) และสมุนไพรร (H1-H9) ปริมาตร 500 มิลลิลิตร

Code	G (tsp)	F (tsp)	G + F (tsp)	Code	G (tsp)	F (tsp)	G + F (tsp)
T1	4.1	2.9	7.0	H1	1.4	0.8	2.2
T2	7.0	4.9	11.9	H2	7.1	3.8	10.9
T3	4.4	3.7	8.1	H3	5.1	3.6	8.7
T4	1.1	0.6	1.7	H4	2.6	1.9	4.5
T5	6.5	3.3	9.8	H5	2.4	1.8	4.2
T6	4.7	3.7	8.4	H6	3.4	2.9	6.3
T7	8.4	5.6	14.0	H7	6.3	3.2	9.5
T8	11.4	6.4	17.8	H8	9.8	6.2	16.0
T9	3.4	2.2	5.6	H9	5.1	3.8	8.9
T10	5.6	1.5	7.1	Mean	4.8	3.1	7.9
T11	1.0	0.3	1.3	SD	2.7	1.6	4.2
T12	6.4	5.1	11.5				
T13	6.6	2.1	8.7				
T14	2.4	1.5	3.9				
T15	1.0	0.5	1.5				
Mean	4.9	3.0	7.9				
SD	2.9	1.9	4.7				

G, glucose; F, fructose; G + F: glucose and fructose; tsp, teaspoon (1 tsp = 4 g)

อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ผลการประเมินวิธีวิเคราะห์ความเข้มข้นของกลูโคสและฟรุคโทสด้วยวิธีเอนไซม์เมติกพบว่าสามารถวิเคราะห์ความเข้มข้นของกลูโคสและฟรุคโทสในช่วง 25 – 125 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ดังนั้น การวิเคราะห์ความเข้มข้นของกลูโคสและฟรุคโทสในเครื่องดื่มชาและสมุนไพรรจึงต้องมาการเจือจางก่อนการวิเคราะห์ ผลการทดสอบความแม่นยำ (precision) หรือ repeatability แสดงค่า CV น้อยกว่า 10% และค่า % recovery อยู่ในช่วง 80% - 110% (AOAC, 2016) การประเมินคุณสมบัติของวิธีวิเคราะห์ความเข้มข้นของกลูโคสและฟรุคโทสนี้จึงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ผลการศึกษาปริมาณกลูโคสและฟรุคโทสในตัวอย่างเครื่องดื่มชาและสมุนไพรร จำนวน 24 ตัวอย่าง พบว่าเครื่องดื่มชาและสมุนไพรรมีปริมาณกลูโคสเฉลี่ยสูงกว่าฟรุคโทส โดยปริมาณกลูโคสเฉลี่ยในเครื่องดื่มชามีค่าใกล้เคียงกับเครื่องดื่มสมุนไพรร (4.9 และ 4.8 ช้อนชา/500 มิลลิลิตร ตามลำดับ) และปริมาณฟรุคโทสในเครื่องดื่มชาและสมุนไพรรก็มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน (3.0 และ 3.1 ช้อนชา/500 มิลลิลิตร ตามลำดับ) โดยเครื่องดื่มชาและเครื่องดื่มสมุนไพรรที่มีกลูโคสมากกว่าปริมาณน้ำตาลที่แนะนำ คือ ไม่เกิน 6 ช้อนชาต่อวัน (ประไพศรี ศิริจักรวาล, 2549) ถึง 6 ตัวอย่าง (ร้อยละ 40.0) และ 3 ตัวอย่าง (ร้อยละ 33.3) ตามลำดับ เครื่องดื่มชา 1 ตัวอย่าง (ร้อยละ 6.7) และเครื่องดื่มสมุนไพรร 1 ตัวอย่างที่มีฟรุคโทสเกิน 6 ช้อนชาต่อขวดที่มีประมาณน้ำตาลฟรุคโทสเกิน 6 ช้อนชา และเครื่องดื่มชา 9 ตัวอย่าง

(ร้อยละ 60.0 และเครื่องตีผสมนไฟร 6 ตัวอย่าง (ร้อยละ 66.7) มีปริมาณกลูโคสรวมกับฟรักโทสรวมกันเกิน 6 ซ่อนชา ดังนั้น ตัวอย่างเครื่องตีผสมส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำตาลเกินข้อแนะนำ การบริโภคเครื่องดื่มชาและสมุนไพรออาจส่งเสริมการเกิดโรคเบาหวานได้ ในขณะที่ค่าน้ำตาลจากข้อมูลโภชนาการบนฉลากเครื่องดื่มที่มากกว่า 6 ซ่อนชาต่อขวดบรรจุ 500 มิลลิลิตรมีเครื่องดื่มชา 6 ตัวอย่างจาก 15 ตัวอย่าง (ร้อยละ 40) และเครื่องตีผสมนไฟร 1 ตัวอย่างจาก 9 ตัวอย่าง (ร้อยละ 11.1) แสดงให้เห็นว่ามีความไม่สอดคล้องกันระหว่างข้อมูลบนฉลากและผลการวิเคราะห์ ความไม่สอดคล้องนี้มีรายงานในการศึกษาก่อนหน้านี้โดย Ventura และคณะ (2011) และ Walker RW และคณะ (2014) พบว่าข้อมูลในฉลากข้างขวดอาจไม่ตรงกับปริมาณจริง นอกจากนี้ Ventura และคณะ ยังรายงานปริมาณฟรักโทสมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 85-128 ของค่าที่แสดงบนฉลากข้างขวด นอกจากนี้ ผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการบริโภคกลูโคสและฟรักโทสในปริมาณมากส่งผลให้เกิดการดื้อต่ออินซูลิน ในขณะที่การบริโภคฟรักโทสมีผลต่อเมแทบอลิซึมของไขมัน (Rizkalla, 2010 และ Silbernagel, *et al.* 2011) ทำให้ค่าไตรกลีเซอไรด์ในเลือดเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด ดังนั้นจึงมีคำแนะนำว่าการบริโภคฟรักโทสไม่ควรเกิน 50 กรัม/วัน (12.5 ซ่อนชา/วัน; Rizkalla, 2010) จากผลการศึกษาพบว่าร้อยละ 50 ของตัวอย่างเครื่องดื่มที่ศึกษามีค่าเกินร้อยละ 25 ของค่าที่แนะนำ นอกจากนี้ Walker RW และคณะ (2014) รายงานพบว่าเครื่องดื่มที่จำหน่ายภายใต้เครื่องหมายทางการค้ามีส่วนกลูโคสต่อฟรักโทสเฉลี่ย 60:40 ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาปัจจุบัน (เฉลี่ย 62.5:37.5) อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคจำเป็นต้องอ่านฉลากข้อมูลโภชนาการเพื่อเลือกบริโภคเครื่องดื่มชาและสมุนไพรในปริมาณที่เหมาะสม ถึงแม้ว่าฉลากเครื่องดื่มชาและสมุนไพรออาจมีข้อมูลโภชนาการไม่ครบถ้วน ไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณน้ำตาลที่ละเอียดพอ โดยฉลากอาจจะบ่งเพียงร้อยละของน้ำตาล น้ำผึ้ง หรือน้ำเชื่อมฟรักโทส ทำให้ไม่สามารถรู้ส่วนประกอบที่แท้จริงว่าเป็นน้ำตาลชนิดใดบ้าง ซึ่งอาจมีผลกระทบกับผู้ที่ต้องควบคุมระดับกลูโคสและระดับไขมันในเลือด อีกทั้ง น้ำเชื่อมฟรักโทสที่ผู้ผลิตเลือกใช้อาจมีส่วนฟรักโทสที่แตกต่างกัน โดยน้ำเชื่อมฟรักโทสอาจมีส่วนความเข้มข้นฟรักโทสต่อกลูโคสแตกต่างกัน เช่น 90:10, 60:40, 55:45, 42:53, 55:42 จึงทำให้ไม่สามารถระบุปริมาณน้ำตาลที่ถูกต้องจากฉลาก

การศึกษานี้เป็นการเก็บตัวอย่างเครื่องดื่มชาและสมุนไพรอเพื่อวิเคราะห์และประเมินปริมาณน้ำตาลกลูโคสและฟรักโทส โดยมีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่วงเวลาเก็บตัวอย่างและจำนวนตัวอย่างที่วิเคราะห์ อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษานี้ช่วยเน้นย้ำว่าปริมาณน้ำตาลกลูโคสและฟรักโทสในเครื่องดื่มชาและสมุนไพรอส่วนใหญ่มีปริมาณสูงเกินข้อแนะนำ และอาจทำให้ผู้บริโภคตระหนักถึงปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่ม ดังนั้น ผู้บริโภคควรพิจารณาบริโภคเครื่องดื่มชาและสมุนไพรอในปริมาณที่เหมาะสม เพราะการบริโภคในปริมาณมากอาจมีผลต่อสุขภาพได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณความช่วยเหลือจากนางสาวบุษกร ฮุยเป้า และนางสาวภาชีตา สุขประเสริฐ ในการเก็บตัวอย่างและเตรียมน้ำยาสำหรับการวิจัย และภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ในการส่งเสริมงานวิจัยและอนุญาตให้ใช้สถานที่ในการทำวิจัยนี้

บรรณานุกรม

- ประไพศรี ศิริจักรวาล. (2549). น้ำตาล ทำไมต้อง 6 ช้อนชา. สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวง สาธารณสุข
เอกสารเผยแพร่เครือข่าย “เด็กไทยไม่กินหวาน” สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กรกฎาคม 2555 เข้าถึงได้จาก
<http://nutrition.anamai.moph.go.th/temp/main/view.php?group=3&id=71>
- AOAC Official Methods of Analysis. (2016). Appendix F: guidelines for standard method performance requirements. www.eoma.aoac.org.
- Ejtahed, H. S., Bahadoran, Z., Mirmiran, P., & Azizi, F. (2015). Sugar-sweetened beverage consumption is associated with metabolic syndrome in iranian adults: tehran lipid and glucose study, **Endocrinology and metabolism (Seoul, Korea)**, 30(3): 334–342.
- Memon, M. Q., & Kumar, A. (2013). The fructose mystery: how bad or good is it?, **Pakistan journal of pharmaceutical sciences**. 26(6): 1241–1245.
- Montonen, J., Järvinen, R., Knekt, P., Heliövaara, M., & Reunanen A. (2007). Consumption of sweetened beverages and intakes of fructose and glucose predict type 2 diabetes occurrence, **The Journal of nutrition**. 137(6): 1447–1454.
- Poswal, F. S., Russell, G., Mackonochie, M., MacLennan, E., Adukwu, E. C., & Rolfe, V. (2019). Herbal Teas and their Health Benefits: A Scoping Review, **Plant foods for human nutrition (Dordrecht, Netherlands)**. 74(3): 266–276.
- Rizkalla S. W. (2010). Health implications of fructose consumption: A review of recent data, **Nutr Metab**. 7: 82.
- Segal, M. S., Gollub, E., & Johnson, R. J. (2007). Is the fructose index more relevant with regards to cardiovascular disease than the glycemic index?, **European journal of nutrition**. 46(7): 406–417.
- Silbernagel, G., Machann, J., Unmuth, S., Schick, F., Stefan, N., Häring, H. U., & Fritsche, A. (2011). Effects of 4-week very-high-fructose/glucose diets on insulin sensitivity, visceral fat and intrahepatic lipids: an exploratory trial, **The British journal of nutrition**. 106(1): 79–86.
- Sun, S. Z., Anderson, G. H., Flickinger, B. D., Williamson-Hughes, P. S., & Empie, M. W. (2011). Fructose and non-fructose sugar intakes in the US population and their associations with indicators of metabolic syndrome, **Food and chemical toxicology**. 49(11): 2875–2882.
- Tseng, T. S., Lin, W. T., Gonzalez, G. V., Kao, Y. H., Chen L. S. & Lin, H. Y. (2021). Sugar intake from sweetened beverages and diabetes: A narrative review, **World journal of diabetes**. 12(9): 1530–1538.
- Ventura, E. E., Davis, J. N., & Goran, M. I. (2011). Sugar content of popular sweetened beverages based on objective laboratory analysis: focus on fructose content, **Obesity (Silver Spring, Md.)**. 19(4): 868–874.

- Walker, R.W., Dumke, K.A. & Goran, M.I. (2014). **Fructose content in popular beverages made with and without high-fructose corn syrup**, *Nutrition*. 30(7-8): 928-935.
- White J. S. (2008). **Straight talk about high-fructose corn syrup: what it is and what it ain't**, *The American journal of clinical nutrition*. 88(6): 1716S–1721S.
- Zhao, C. N., Tang, G. Y., Cao, S. Y., Xu, X. Y., Gan, R. Y., Liu, Q., Mao, Q. Q., Shang, A., & Li, H. B. (2019). **Phenolic profiles and antioxidant activities of 30 tea infusions from green, black, oolong, white, yellow and dark teas**, *Antioxidants (Basel, Switzerland)*. 8(7): 215.