

นิพนธ์ต้นฉบับ

**ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส และแอลฟาอะไมเลส
ของสารสกัดจากใบสะค้าน (*Piper interruptum* Opiz.)**

ธันวัดน์ ประสพหมู¹ สมพล คนเพียร¹ ณัฏพร มโนใจ^{1*} กุสุมาพร สุราษฎร์²
ศุภกิจ เจริญพุทธมงคล² ปฏิมาภรณ์ มีแก้ว² วีรินทร์รดา จันทรัมย์² ชลดา อินเสาร์²
และ นัฏฐพัชร์ สิงห์โตทอง²

¹ สาขาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์การแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี

² โรงเรียนชินนิธ 31 แขวงรามอินทรา เขตคันนายาว กรุงเทพมหานคร

*ผู้นิพนธ์ที่ให้การติดต่อ E-mail : natthaporn.m@ptu.ac.th

Received date: March 7, 2026; Revised date: June 16, 2026; Accepted date: June 16, 2026

บทคัดย่อ

สะค้าน (*Piper interruptum* Opiz.) ถือว่าเป็นสมุนไพรพื้นบ้านที่มีประวัติการใช้ประโยชน์ทางสุขภาพมาอย่างยาวนานตั้งแต่อดีต ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณสารประกอบพฤกษเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส (α -glucosidase) และแอลฟาอะไมเลส (α -amylase) ของสารสกัดจากใบสะค้านที่เก็บจากอำเภอกะเคา จังหวัดลำปาง ถูกทำให้แห้ง ก่อนที่จะบดเป็นผงละเอียด และสกัดด้วยเอทานอล 95% โดยวิธีการแช่เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำสารสกัดไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่อง rotary evaporator เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ฤทธิ์ทางชีวภาพต่อไป

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญพบว่าสารสกัดมีปริมาณฟลาโวนอยด์รวมและฟีนอลิกรวมอยู่ที่ 269.559 ± 6.979 mgQE/gDW และ 182.836 ± 10.155 mgGAE/gDW ตามลำดับ อีกทั้งสารสกัดที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ยังสามารถต้านอนุมูลอิสระด้วยการทดสอบ DPPH ได้ร้อยละ 50.29 ± 2.44 นอกจากนี้สารสกัดยังแสดงคุณสมบัติที่โดดเด่นในการยับยั้งเอนไซม์ α -glucosidase ได้ในระดับสูงถึงร้อยละ 62.688 ± 0.805 และเอนไซม์ α -amylase ในระดับที่ต่ำกว่าที่ร้อยละ 27.84 ± 0.004 รูปแบบการออกฤทธิ์ที่จำเพาะเจาะจงนี้ถือว่ามีความน่าสนใจในการพัฒนาเป็นสารควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เนื่องจากสามารถชะลอการดูดซึมกลูโคสได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดผลข้างเคียงในระบบทางเดินอาหาร เช่น อาการท้องอืด ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของใบสะค้านในการนำไปต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อการจัดการภาวะน้ำตาลในเลือดสูง

คำสำคัญ: ใบสะค้าน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านเบาหวาน

α -Glucosidase and α -Amylase Inhibitory Effects and Antioxidant Activity of *Piper interruptum* Opiz. Leaf Extract

Tanwat Prasopmoo¹ Somphon Khonphian¹ Natthaporn Manojai^{1*}
Kusumaporn Surat² Supakit Charoenphutthamongkhon² Patimaporn Meekaew²
Weerinrada Chanyim² Chollada Insao² and Natthapat Singtothong²

¹ Division of Basic and Medical Sciences, Faculty of Allied Health Sciences, Pathumthani University

² Zenith School 31, Ram Inthra Subdistrict, Khan Na Yao District, Bangkok

*Corresponding author E-mail: natthaporn.m@ptu.ac.th

Abstract

Piper interruptum Opiz. is a traditional medicinal plant with recognized health benefits. This study aimed to evaluate the phytochemical contents, antioxidant capacity, and inhibitory effects of *P. interruptum* leaf extract on carbohydrate-hydrolyzing enzymes (α -glucosidase and α -amylase enzymes). The leaf extract of *Piper interruptum* Opiz., collected from Ko Kha District, Lampang Province, was dried, ground into a powder, and extracted with 95% ethanol using the maceration for 7 days. The solvent was removed by using a rotary evaporator, and the crude extract was further used for biological activity analyses.

Phytochemical analysis revealed that the extract contained high levels of total flavonoid and total phenolic contents at 269.559 ± 6.979 mgQE/gDW and 182.836 ± 10.155 mgGAE/gDW, respectively. At a concentration of 1.000 mg/mL, the extract exhibited moderate DPPH radical scavenging activity of 50.290 ± 2.440 %. Furthermore, the extract demonstrated a specific and highly desirable anti hyperglycemic activity by strongly inhibiting α -glucosidase (62.688 ± 0.805 %) while showing a significantly lower inhibition of α -amylase (27.840 ± 0.004 %). This dual-action profile may be beneficial for managing... in the future, pending further in vivo and clinical studies. It effectively delays glucose absorption while potentially minimizing gastrointestinal side effects, such as flatulence, commonly associated with conventional synthetic drugs.

These findings point out the potential of *Piper interruptum* Opiz leaves as a promising natural source for the development of alternative therapeutic agents or functional foods for hyperglycemia management.

Keywords: *Piper interruptum* Opiz. leaf, Antioxidant activity, Antidiabetic activity

บทนำ

สะค้าน หรือ จะค้าน (*Piper interruptum* Opiz.) สมุนไพรพื้นบ้านที่มีรสเผ็ดร้อน ทางภาคเหนือนิยมนำเถาหรือลำต้นอ่อนมาสับเป็นแว่นบางๆ มาปรุงแต่งอาหาร เช่น แกงอ่อม แกงแค ลาบ เป็นต้น เถาหรือลำต้นสะค้านตากแห้ง นำมาต้มน้ำใช้ดื่มก่อนมื้ออาหารเป็นสมุนไพรไทยสำหรับขับลม แก้อาการท้องอืด แน่นท้อง (กัญญา เสนุเศษ และคณะ, 2025; Klangprapun et al., 2024) นอกจากนี้สะค้านยังเป็นส่วนประกอบในตำรับยาเบญจกูลที่ใช้เป็นยาบำรุงธาตุ (Temrangsee et al., 2019) จึงอาจกล่าวได้ว่าสะค้านมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในทางการแพทย์พื้นบ้านของประเทศไทยและภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มาอย่างยาวนาน ในบริบทของการดูแลสุขภาพเชิงป้องกัน ลำต้นหรือเถาของเป็นส่วนที่นิยมใช้มากที่สุดทั้งนำมาบริโภค ปรุงแต่งอาหาร และใช้สรรพคุณทางยา จึงทำให้สะค้านได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในงานวิจัยด้านเภสัชวิทยา ชีวการแพทย์ และวิทยาศาสตร์อาหาร

ในการศึกษานี้ ใบสะค้านถูกเก็บจากอำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง โดยคัดเลือกใบที่มีขนาดตั้งแต่ 5–8 เซนติเมตรขึ้นไป นำมาล้างทำความสะอาดและทำให้แห้ง ก่อนบดเป็นผงละเอียด จากนั้นนำผงตัวอย่าง 20 กรัม สกัดด้วยเอทานอล 95% ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ด้วยวิธีการแช่เป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นกรองสารละลายและระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (rotary evaporator) เพื่อให้ได้สารสกัดหยาบสำหรับนำไปวิเคราะห์ฤทธิ์ทางชีวภาพต่อไป (Yongram et al., 2025)

การศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาพบว่าใบสะค้านและตำรับยาที่มีใบสะค้านเป็นส่วนประกอบมีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระที่โดดเด่นที่ช่วยลดการเกิดความเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress) ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดหยาบจากสะค้านมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูง (17.350 ± 0.400 mg GAE/g) และแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระผ่านกลไก DPPH scavenging โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 1.150 ± 0.071 mg/mL (Daorueang, 2020) รวมถึงใน “ตำรับยาโคคลาน” ซึ่งมีเถาสะค้านเป็นส่วนประกอบร่วมกับสมุนไพรอื่น ยังแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดเมื่อเทียบกับสูตรอื่นในตำรับเดียวกัน ทั้งในการทดสอบด้วยวิธี DPPH ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณฟีนอลิกรวมและฟลาโวนอยด์รวมที่สูงในตำรับอีกด้วย (Maitnork & Konsue, 2019)

นอกจากนี้สะค้านยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ α -glucosidase เป็นหนึ่งในกลไกหลักในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดหลังมื้ออาหาร จากการศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ของสมุนไพรในพิกัดเบญจกูลและตำรับโสมสเบญจกูล พบว่า สารสกัดเอทานอลจากเถาสะค้านมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ α -glucosidase ได้ดีที่สุดในบรรดาสมุนไพรทั้ง 5 ชนิด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 132.300 ± 1.480 μ g/mL ซึ่งมีประสิทธิภาพเทียบเคียงได้กับสารมาตรฐาน Acarbose ($IC_{50} = 142.770 \pm 1.050$ μ g/mL) (Makchuchit, 2018; Kuropakornpong et al., 2020) รวมถึงยังระบุถึงสารสำคัญที่ออกฤทธิ์คือ Piperine ซึ่งพบมากที่สุดในการสกัดสะค้าน (136.290 mg/g extract) และมีค่าการยับยั้งที่รุนแรง ยิ่งไปกว่านั้นแล้วการพัฒนาตำรับยาโสมสเบญจกูลสูตรสำหรับชาสมุนไพรและชาสมุนไพร ซึ่งผ่านกระบวนการจำลองการย่อยยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ดังกล่าวได้ดียิ่งขึ้น (Kazeem et al., 2013)

แม้ว่างานวิจัยที่ผ่านมาได้ให้ข้อมูลสนับสนุนศักยภาพของใบสะค้านทั้งในด้านฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ α -amylase และ α -glucosidase แต่ยังคงมีช่องว่างขององค์ความรู้ที่สำคัญ โดยงานศึกษาส่วนใหญ่ยังขาดการประเมินฤทธิ์ต้านออกซิเดชันโดยใช้หลายวิธีการควบคู่กันอย่างเป็นระบบ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ ควบคู่กับการประเมินศักยภาพเบื้องต้นของสารสกัดจากใบสะค้าน ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH และการยับยั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต

เพื่อสร้างองค์ความรู้พื้นฐานที่สนับสนุนการพัฒนาของสารสกัดจากใบสะค้านโดยใช้วิธีมาตรฐานหลายวิธี ได้แก่ DPPH การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกรวม และฟลาโวนอยด์รวมควบคู่กับการประเมินฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ α -amylase และ α -glucosidase ในสารสกัดสะค้าน เพื่อสร้างผลการศึกษาและองค์ความรู้ที่ครอบคลุม และสนับสนุนการพัฒนาใบสะค้านในประเทศไทยให้เป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์จากธรรมชาติสำหรับการจัดการภาวะน้ำตาลในเลือดสูงต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อการศึกษาปริมาณสารประกอบพฤกษเคมี ได้แก่ ปริมาณฟีนอลิกรวม และปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดจากใบสะค้าน และประเมินฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วยวิธีการทดสอบ DPPH
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบสะค้าน ในการยับยั้งเอนไซม์ α -glucosidase และเอนไซม์ α -amylase

ระเบียบวิธีศึกษา

1. ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างพืช

ใบสะค้าน (*Piper interruptum* Opiz.) ที่เก็บรวบรวมจากแหล่งเพาะปลูกทางธรรมชาติในพื้นที่อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง การเก็บตัวอย่างพืชดำเนินการอย่างเป็นระบบโดยคัดเลือกเฉพาะต้นสะค้านที่มีความสมบูรณ์ แข็งแรง และปราศจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชหรือโรคพืช เกณฑ์การคัดเลือกใบ ได้กำหนดให้ใช้เฉพาะใบพืชที่อยู่ในระยะเจริญเติบโตเต็มที่ โดยมีขนาดความยาวของใบตั้งแต่ 5 - 8 เซนติเมตรขึ้นไป การเก็บเกี่ยวตัวอย่างพืชดำเนินการด้วยความระมัดระวังเพื่อไม่ให้ใบเกิดการชำ และนำบรรจุในภาชนะที่โปร่งและระบายอากาศได้ดี เพื่อป้องกันการอับชื้น จากนั้นนำใบสะค้านมาทำการคัดแยกสิ่งเจือปน ฝุ่นละออง และใบที่มีตำหนิ

จากนั้นนำไปล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดที่ไหลผ่าน เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกและเศษดินที่ตกค้างบริเวณผิวใบและหลังใบให้หมดจด จากนั้นนำใบสะค้านไปผึ่งลมในที่ร่มที่มีอากาศถ่ายเท เพื่อชับน้ำที่เกาะอยู่บริเวณผิวใบให้แห้ง โดยในขั้นตอนนี้ต้องหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับแสงแดดโดยตรง เพื่อป้องกันการสลายตัวของสารสำคัญทางชีวภาพที่ไวต่อแสงและความร้อน

กระบวนการทำให้แห้งดำเนินการโดยนำใบสะค้านที่ผ่านการทำความสะอาดและผึ่งลมแล้ว ไปจัดเรียงในตู้อบลมร้อน ที่ 60 องศาเซลเซียส อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง การใช้อุณหภูมิและระยะเวลาดังกล่าวเป็นสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดความชื้นในเนื้อเยื่อพืชให้เหลือน้อย ช่วยป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรีย เมื่อตัวอย่างใบสะค้านแห้งสนิทและมีความกรอบ ได้นำมาบดด้วยเครื่องบดไฟฟ้า ขั้นตอนสุดท้ายได้นำผงใบสะค้านที่ผ่านการบดไปบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท ป้องกันแสงและความชื้น ปิดฉลากระบุข้อมูลตัวอย่างให้ชัดเจน

2. การสกัดสารสำคัญจากใบสะค้าน

การคัดเลือกใบสะค้าน มีขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบดังนี้ คัดเลือกใบสะค้าน มาล้างให้สะอาด แล้วตากให้แห้ง จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นจนละเอียด ขั้นถัดไปชั่งผงใบสะค้าน 20 กรัม แช่ใน 95 % เอทานอล 100 มิลลิลิตร เป็นเวลา 7 วัน แล้วกรองเอาสารละลายที่ได้ ระบายเอา

ตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (rotary evaporator) นำสารสกัดใบสะค้านไปวิเคราะห์ต่อไป (Yongram et al., 2025)

3. การหาปริมาณฟีนอลิกรวม

การหาปริมาณฟีนอลิกรวมโดยวิธี folin-ciocalteu colorimetric โดยใช้สารมาตรฐานกรดแกลลิก (gallic acid) ระดับวิเคราะห์ (analytical standard grade) สั่งซื้อจากบริษัท Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA) เป็นสารละลายมาตรฐาน ปิเปตกรดแกลลิก (0.030 - 1.000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และสารสกัดใบสะค้าน (1.000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) 10 ไมโครลิตร ลงในไมโครเพลต 96 หลุม เติมน้ำละลาย 10% Folin-Ciocalteu reagent 10 ไมโครลิตร จากนั้นเติม 10% สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 40 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน บ่มไว้ 30 นาที ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง นำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 730 นาโนเมตร โดยทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง (3 Replicates) จากนั้นหาปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดใบสะค้านจากกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก (Singleton & Rossi, 1965)

4. การหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม

การหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวมโดยวิธี aluminium chloride colorimetric โดยใช้เควอซิทีน (quercetin) (quercetin; Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) เป็นสารละลายมาตรฐาน ปิเปตเควอซิทีน (0.030 - 1.000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และสารสกัดใบสะค้าน (1.000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) 20 ไมโครลิตร ลงในไมโครเพลต 96 หลุม เติมน้ำ 10% โซเดียมไนไตรต์ (NaNO_2) 20 ไมโครลิตร บ่มไว้ 5 นาที ที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติม 10 % อะลูมิเนียมคลอไรด์ (AlCl_3) 20 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน บ่มไว้ 6 นาที ที่อุณหภูมิห้อง เติมน้ำ 1 M โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 100 ไมโครลิตร นำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร โดยทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง (3 Replicates) คำนวณหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดใบสะค้านจากกราฟมาตรฐานของสารละลายเควอซิทีน (Zhishen et al., 1999)

5. การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH

การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH (Brand-Williams et al., 1995) โดยใช้กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) (ascorbic acid; Merck, Darmstadt, Germany) เป็นตัวควบคุมเชิงบวก ปิเปตกรดแอสคอร์บิก (1.000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) และสารสกัดใบสะค้าน (1.000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) 20 ไมโครลิตร ใส่ลงในไมโครเพลต 96 หลุม เติมน้ำ 0.05 mM DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 200 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน บ่มไว้ 30 นาที ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง และนำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง (3 Replicates) จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้คำนวณค่าร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ (% scavenging effects) จากสูตร

$$\text{scavenging effects (\%)} = \frac{(A_{\text{DPPH}} - A_{\text{Sample}})}{A_{\text{DPPH}}} \times 100$$

เมื่อกำหนดให้

A_{DPPH} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH

อนุมูลอิสระ

A_{Sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของพบว่าสารสกัดใบสะค้านแสดงฤทธิ์ในการต้าน

6. การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ α -glucosidase

การทดลองทำการดัดแปลงจากวิธีการของ Kim et al. (2005) ดำเนินการในถาดหลุมไมโครเพลท ขนาด 96 หลุม (96-well microplate) จากนั้นนำสารสกัดสะค่านความเข้มข้น 1.000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 50 ไมโครลิตร มาบ่มร่วมกับเอนไซม์ α -glucosidase ความเข้มข้น 0.050 U/mL ซึ่งจะเตรียมใน 0.1 M phosphate buffer, pH 6.8 ปริมาตร 50 ไมโครลิตร เป็นเวลาทั้งสิ้น 10 นาที อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

จากนั้นทำปฏิกิริยาต่อโดยการเติมสารละลาย 1 mM *p*-Nitrophenyl- α -D-glucopyranoside (pNPG) ที่เตรียมในบัฟเฟอร์ชนิดเดียวกันลงไป ปริมาตร 50 ไมโครลิตร และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 30 นาที จากนั้นเมื่อครบกำหนดเวลาจึงทำการหยุดปฏิกิริยาด้วยการเติมสารละลาย 0.1 M Sodium carbonate (Na_2CO_3) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ต่อไปนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร ด้วยเครื่องอ่านไมโครเพลท (Microplate reader) สำหรับชุดควบคุมใช้น้ำกลั่น (Distilled Water) แทนสารสกัดตัวอย่างและดำเนินขั้นตอนเดียวกัน โดยใช้สารละลายอะคาร์โบส (Acarbose) ความเข้มข้น 1.000 mg/mL เป็นสารควบคุมเชิงบวก (Positive control) และทำการทดลองซ้ำจำนวน 3 ครั้ง (3 Replicates) เพอร์เซ็นต์การยับยั้งถูกคำนวณจากสมการต่อไปนี้

$$\% \text{ Inhibition} = \frac{(A_{\text{control}} - A_{\text{Sample}})}{A_{\text{control}}} \times 100$$

A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของชุดควบคุม โดยใช้บัฟเฟอร์แทนสารสกัด

A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่มีสารสกัด

7. การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ α -amylase

การทดลองนี้จะดัดแปลงจากวิธีการของ Kidane et al. (2018) จะดำเนินการในหลอดทดลอง โดยเริ่มจากการนำสารสกัดสะค่านความเข้มข้น 1.000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 500 ไมโครลิตร มาผสมกับเอนไซม์ α -amylase ความเข้มข้น 0.050 U/mL (เตรียมใน 0.1 M phosphate buffer, pH 6.8) ปริมาตร 500 μL จากนั้นนำไปบ่มในที่มืดเป็นเวลา 10 นาที อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

จากนั้นเริ่มปฏิกิริยาโดยการเติมสารละลายแบ่ง 1% (w/v) ใช้บัฟเฟอร์ชนิดเดียวกันเป็นตัวทำละลาย ปริมาตร 500 ไมโครลิตร และบ่มต่อ 15 นาที เมื่อครบเวลา ทำการหยุดปฏิกิริยาและทำให้เกิดสีด้วยการเติมน้ำยา DNS (3,5-dinitrosalicylic acid reagent) ปริมาตร 1.000 mL และนำหลอดทดลองไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที ทั้งสารไว้ให้เย็นลงแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร โดยใช้สารละลายอะคาร์โบส (Acarbose) ความเข้มข้น 1.000 mg/mL เป็นสารควบคุมเชิงบวก (Positive control) สำหรับชุดควบคุมใช้น้ำกลั่นแทนสารสกัด โดยจะทำการทดลองซ้ำจำนวน 3 ครั้ง (3 Replicates) เพอร์เซ็นต์การยับยั้งถูกคำนวณจากสมการต่อไปนี้

$$\% \text{ Inhibition} = \frac{(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}})}{A_{\text{control}}} \times 100$$

A_{control} คือค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของชุดควบคุม โดยใช้บัฟเฟอร์แทนสารสกัด

A_{sample} คือค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่มีสารสกัด

8. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การทดลองในการวิเคราะห์ปริมาณฟลักซ์เคมีและการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ได้ดำเนินการทดสอบซ้ำจำนวน 3 ครั้ง (Triplicate) ในทุกขั้นตอน ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเชิงพรรณนาด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยมีการคำนวณสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear regression) สำหรับสร้างกราฟมาตรฐาน ตลอดจนคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าร้อยละการยับยั้ง (% Inhibition) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ผลการศึกษาทั้งหมดถูกนำเสนอในรูปแบบของค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean $\pm$ SD)

ผลการศึกษา

1. ค่าร้อยละผลผลิตของสารสกัด

จากการศึกษาการสกัดใบสะค้านด้วยเอทานอลโดยวิธีการแช่ พบว่าได้ค่าร้อยละผลผลิตของสารสกัด (%yield) เท่ากับ 6.2% รายงานดังกล่าวอาจสะท้อนถึงความสามารถของเอทานอล ในการสกัดสารออกฤทธิ์สำคัญจากใบสะค้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ปริมาณฟีนอลิกรวม

จากการศึกษาการหาปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดใบสะค้านโดยใช้สารละลายกรดแกลลิกเป็นมาตรฐาน พบว่า สารสกัดใบสะค้านมีปริมาณฟีนอลิกรวมเฉลี่ย 182.836 ± 10.155 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัม น้ำหนักแห้ง (mgGAE/gDW) โดยคำนวณจากกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก ซึ่งมีสมการเส้นตรง คือ $y = 0.080x + 0.1833$ ($R^2 = 0.986$)

3. ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม

จากการศึกษาการหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดใบสะค้านโดยใช้สารละลายเคอซีทินเป็นมาตรฐาน พบว่า สารสกัดใบสะค้านมีปริมาณฟลาโวนอยด์รวมเฉลี่ย 269.559 ± 6.979 มิลลิกรัมเคอซีทินต่อกรัม น้ำหนักแห้ง (mgQE/gDW) โดยคำนวณกราฟของสารละลายเคอซีทิน ซึ่งมีสมการเส้นตรง คือ $y = 0.422x + 0.138$ มีค่า R^2 เท่ากับ 0.996

4. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH

จากการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH โดยใช้สารละลายกรดแอสคอร์บิกเป็นตัวอย่างควบคุมเชิงบวก พบว่า สารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ความเข้มข้น 0.100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าร้อยละการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 79.971 ± 0.745 ส่วนใบสะค้านความเข้มข้น 1.000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรมีค่าร้อยละการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 50.292 ± 2.438

5. การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ α -glucosidase

จากผลการทดลองพบว่าที่ความเข้มข้นของสารสกัด 1.000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้สารละลายอะคาร์โบสเป็นตัวอย่างควบคุมเชิงบวก พบว่าความเข้มข้น 1.000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าร้อยละแสดงฤทธิ์ในการยับยั้ง 95.840 ± 2.235 และสารสกัดแสดงฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ α -glucosidase ในระดับปานกลางถึงสูง ซึ่งมีค่าร้อยละการยับยั้ง 62.688 ± 0.805

6. การทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเอนไซม์ α -amylase

จากผลการทดลองพบว่าที่ความเข้มข้นของสารสกัด 1.000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้สารละลายอะคาร์โบสเป็นตัวอย่างควบคุมเชิงบวก พบว่าความเข้มข้น 1.000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าร้อยละแสดงฤทธิ์ในการยับยั้ง 86.01 ± 0.501 และสารสกัดแสดงฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ α -amylase ในระดับต่ำถึงปานกลาง มีค่าร้อยละการยับยั้ง 27.840 ± 0.004

อภิปรายผล

สารประกอบฟีนอลิก-ฟลาโวนอยด์และความสัมพันธ์กับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

จากการวิเคราะห์สารสกัดใบสะค้าน พบว่ามีปริมาณฟีนอลิกรวมเฉลี่ย 182.836 ± 10.155 มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และปริมาณฟลาโวนอยด์รวมเฉลี่ย 269.559 ± 6.979 มิลลิกรัมเคอซีทินต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับพืชในวงศ์ *Piperaceae* ชนิดอื่น ๆ ที่มีรายงานวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่าสารสกัดใบสะค้านมีปริมาณสารสำคัญอยู่ในระดับที่สูง โดยปกติพืชตระกูลพริกไทย เช่น พริกไทยดำ (*P. nigrum*) หรือ ดีปลี (*P. longum*) มักมีรายงานปริมาณฟีนอลิกรวมในช่วง 30 – 175 mgGAE/gDW และการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้เอทานอล 95% เป็นตัวทำละลายหลัก เนื่องจากเอทานอลมีคุณสมบัติความเป็นขั้ว (Polarity) ที่เหมาะสมในการทำละลายสารประกอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับรายงานการวิจัยในพืชสกุลพริกไทย (*Piper species*) และสมุนไพรใกล้เคียงที่มีการเปรียบเทียบตัวทำละลายหลายชนิด พบว่าสารสกัดที่ได้จากกลุ่มแอลกอฮอล์มักให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ ตลอดจนแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (Akbar et al., 2014)

การที่พบปริมาณสารกลุ่มฟลาโวนอยด์รวมสูงกว่าปริมาณฟีนอลิกรวม อาจบ่งชี้ถึงความจำเพาะของสารสำคัญในใบสะค้าน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Sireeratawong et al. (2014) ที่พบว่าพืชสมุนไพรในกลุ่มนี้มักอุดมไปด้วยสารกลุ่มฟลาโวนอยด์และอัลคาลอยด์ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ อีกทั้งเกิดจากความจำเพาะของวิธีวิเคราะห์วิธี Folin-Ciocalteu ที่ใช้วัดปริมาณฟีนอลิกรวมนั้น อาศัยปฏิกิริยารีดอกซ์ ซึ่งอาจมีความไวต่ำต่อสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมบางกลุ่มที่มีอยู่ในพืชตัวอย่าง หรืออาจถูกรบกวนจากสารอื่น ส่วนวิธี Aluminum Chloride ที่ใช้วัดปริมาณฟีนอลิกรวมนั้นมีความจำเพาะสูงต่อหมู่คีโตนและหมู่ไฮดรอกซิลในโครงสร้างของฟลาโวนอยด์รวม จึงอาจเกิด

สารเชิงซ้อนได้ดีกว่า ส่งผลให้ค่าการดูดกลืนแสง และการคำนวณปริมาณสารออกมาสูงกว่าปกติเมื่อทำการเทียบกับกราฟมาตรฐานของแต่ละวิธี

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าสารสกัดใบสะค่านที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ร้อยละ 50.292 ± 2.438 ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาในพืชตระกูลใกล้เคียงอย่าง *Piper ornatum* ซึ่งมีรายงานค่าการยับยั้งอนุมูลอิสระประมาณร้อยละ 47.500 ที่ความเข้มข้น 1.000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เช่นเดียวกันรายงานของ Abdulwahab et al. (2024) แสดงให้เห็นว่าสารสกัดใบสะค่านมีศักยภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระตามธรรมชาติ เมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก ที่ความเข้มข้น 0.100 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งยับยั้งได้ร้อยละ 79.970 ซึ่งจะเห็นได้ว่าสารสกัดใบสะค่านมีประสิทธิภาพต่ำกว่า เนื่องจากสารสกัดหยาบประกอบด้วยสารหลายชนิดปนกัน ต่างจากวิตามินซีที่เป็นสารบริสุทธิ์ (Gülçin, 2005)

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบสะค่านมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมที่พบในปริมาณสูง กลไกการออกฤทธิ์นี้อธิบายได้จากโครงสร้างทางเคมีของสารประกอบฟีนอลิกซึ่งมีหมู่ไฮดรอกซิล ในวงแหวนอะโรมาติก ทำหน้าที่ให้อะตอมไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระ DPPH เพื่อเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่เสถียร (Wong et al., 2006)

แม้ว่าในทางพฤกษเคมี ฟลาโวนอยด์จะถูกจัดเป็นกลุ่มย่อยของสารประกอบฟีนอลิก ทว่าผลการวิเคราะห์ในเชิงปริมาณของสารสกัดใบสะค่านกลับแสดงค่าฟลาโวนอยด์รวม (TFC) สูงกว่าฟีนอลิกรวม (TPC) ความย้อนแย้งที่ปรากฏนี้สามารถอธิบายได้จากหลักการวิเคราะห์ทางสเปกโทรโฟโตเมตรีซึ่งเป็นการประเมินปริมาณแบบสัมพัทธ์ ค่าที่แสดงผลจึงอยู่ในรูปของค่าสมมูลของสารมาตรฐานที่แตกต่างกัน ดังนั้น ค่าฟลาโวนอยด์รวมที่สูงจึงสะท้อนถึงความสามารถของโครงสร้างสารสกัดใบสะค่านในการสร้างสารเชิงซ้อนกับอะลูมิเนียมที่โดดเด่นเทียบเท่าเคอซีทิน มากกว่าการสะท้อนถึงมวลน้ำหนักสัมบูรณ์ของสาร ซึ่งผลการศึกษาในลักษณะที่ค่า TFC สูงกว่า TPC นี้ มีรายงานสอดคล้องกับงานวิจัยของ Manphae et al. (2022) ในการประเมินสารพฤกษเคมีของพืชหลายชนิดด้วยเทคนิค Colorimetric assay เช่นเดียวกัน

จากผลการทดลอง ดังจะเห็นได้จากค่า R^2 ของกราฟมาตรฐานกรดแกลลิกและเคอซีทินที่มีค่า 0.986 และ 0.996 ตามลำดับ แม้ว่าค่าดังกล่าวอาจมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อยเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานงานวิเคราะห์เชิงปริมาณขั้นสูง อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ปรากฏยังคงมีความน่าเชื่อถือในระดับที่ยอมรับได้สำหรับการวิเคราะห์เชิงคัดกรองเบื้องต้น

ฤทธิ์ยับยั้ง α -glucosidase / α -amylase ของใบสะค่านเมื่อเทียบกับสมุนไพรอื่น

จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากใบสะค่านที่ความเข้มข้น 1 mg/mL สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ α -glucosidase ได้สูงถึงร้อยละ 62.688 ± 0.805 ซึ่งถือเป็นประสิทธิภาพที่สูง เมื่อเทียบกับสารสกัดสมุนไพรอื่นที่มีฤทธิ์ใกล้เคียงกัน ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Temrangsee P et al. (2019) ระบุเอาไว้ว่าสารสกัดจากสะค่านมีฤทธิ์ในการกระตุ้นการขนส่งกลูโคสเข้าสู่ภายในเซลล์ และมีแนวโน้มในการยับยั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับเมตาบอลิซึมของน้ำตาล การมีฤทธิ์การยับยั้งที่สูงนี้มีความสำคัญ เนื่องจาก α -glucosidase เป็นเอนไซม์ที่สามารถพบได้บริเวณลำไส้เล็ก ซึ่งทำหน้าที่ย่อยโอลิโกแซ็กคาไรด์ให้เป็นกลูโคส ผลของการยับยั้ง

เอนไซม์นี้ จะช่วยให้ชะลอการดูดซึมกลูโคสเข้าสู่กระแสเลือดได้ อีกทั้งสารสกัดที่ความเข้มข้นเดียวกัน ยังแสดงฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ α -amylase ในระดับต่ำถึงปานกลางที่ร้อยละ 27.840 ± 0.004

อีกทั้งงานวิจัยของ Krentz and Bailey (2005) ได้รายงานเอาไว้ว่า ยารักษาเบาหวานกลุ่มที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ α -amylase ที่สูงมากเกินไป มักทำให้เกิดอาการท้องอืด เนื่องจากการมีแป้งที่ไม่ถูกย่อยตกค้างไประบบย่อยอาหารจำนวนมาก จนเกิดการหมักหมมจากแบคทีเรีย ดังนั้น ค่าการยับยั้งเอนไซม์ α -amylase ของสารสกัดจากใบสะค้านที่เหมาะสม อาจจะเป็นจุดเด่นที่อาจช่วยลดผลข้างเคียงดังกล่าวได้เมื่อเทียบกับยาสังเคราะห์

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางพฤกษเคมี พบว่าสารสกัดจากใบสะค้านมีปริมาณฟลาโวนอยด์และฟีนอลิกรวมในระดับสูง แม้ว่าพืชสกุลพริกไทยรวมถึงสะค้าน จะมีสารสำคัญหลักคือไพเพอรีน (Piperine) ซึ่งเป็นสารกลุ่มอัลคาลอยด์ แต่ผลการศึกษาข้างนี้บ่งชี้ว่าใบสะค้านยังเป็นแหล่งที่อุดมสมบูรณ์ของสารทุติยภูมิกลุ่มฟลาโวนอยด์และฟีนอลิก

คุณสมบัติทางโครงสร้างเคมีนี้ยังเป็นกลไกสำคัญที่อธิบายฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์ย่อยคาร์โบไฮเดรต หมู่ไฮดรอกซิลและวงแหวนอะโรมาติกในสารสกัดสามารถเข้าทำปฏิกิริยากับบริเวณ Active site ของเอนไซม์ ผ่านการสร้างพันธะไฮโดรเจนและแรงกระทำแบบไม่ชอบน้ำ ส่งผลให้โครงสร้างสามมิติของเอนไซม์เปลี่ยนแปลงและไม่สามารถจับกับสับสเตรตได้

ความหมายเชิงการใช้ประโยชน์และข้อจำกัดของการศึกษา

แม้ว่าผลการศึกษาข้างนี้จะชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของสารสกัดจากใบสะค้านในการต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งเอนไซม์ α -glucosidase และ α -amylase ในระดับ in vitro แต่การแปลผลไปสู่การใช้งานในระบบสิ่งมีชีวิตยังคงมีข้อจำกัด เนื่องจากการศึกษาข้างนี้ไม่ได้ประเมินกระบวนการทางเภสัชจลนศาสตร์ เช่น การดูดซึม และการเมตาบอลิซึมของสารในร่างกายของมนุษย์

นอกจากนี้ การทดลองใช้สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้นเดียว จึงทำให้ไม่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับการตอบสนอง (dose-response relationship) หรือคำนวณค่าความเข้มข้นที่ยับยั้งได้ร้อยละ 50 (IC_{50}) ได้อย่างชัดเจน

ข้อสรุป

จากการศึกษาและวิเคราะห์สารประกอบพฤกษเคมีจากใบสะค้านพบว่าที่สำคัญ โดยเฉพาะสารกลุ่มฟลาโวนอยด์รวมและฟีนอลิกรวม ซึ่งสารประกอบเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการเป็นสารตั้งต้นที่ก่อให้เกิดฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่หลากหลาย อีกทั้งเมื่อนำสารสกัดดังกล่าวไปทดสอบการต้านอนุมูลอิสระ พบว่าสารสกัดใบสะค้านแสดงฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระได้ดี ส่งผลทำให้สามารถป้องกันความรุนแรงของภาวะความเครียดออกซิเดชัน ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่น่าไปสู่ความเสื่อมสภาพของเซลล์

นอกจากสารประกอบพฤกษเคมีและคุณสมบัติด้านการต้านอนุมูลอิสระแล้ว จุดเด่นที่สำคัญของงานวิจัยนี้คือการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต สารสกัดแสดงประสิทธิภาพที่จำเพาะเจาะจงและโดดเด่นอย่างมากในการยับยั้ง α -glucosidase ที่ทำหน้าที่ย่อยน้ำตาลโมเลกุลคู่ให้กลายเป็นกลูโคส ในขณะเดียวกัน สารสกัดกลับมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ α -amylase ในระดับที่ต่ำกว่า

รูปแบบการออกฤทธิ์ที่ยับยั้งเอนไซม์ทั้งสองชนิดในระดับที่แตกต่างกันนี้ ถือเป็นคุณสมบัติที่มีศักยภาพเบื้องต้นสำหรับการพัฒนาสารควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เนื่องจากเอนไซม์ α -glucosidase สามารถช่วยชะลอกระบวนการดูดซึมกลูโคสเข้าสู่กระแสเลือดหลังมื้ออาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ และในขณะเดียวกัน การที่เอนไซม์ α -amylase ไม่ถูกยับยั้งมากเกินไป จะช่วยลดปริมาณแป้งที่ไม่ถูกย่อยซึ่งอาจตกค้างและถูกหมักโดยแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ จึงเป็นการช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดผลข้างเคียงในระบบทางเดินอาหาร เช่น ท้องอืด ซึ่งมักเป็นปัญหาที่พบได้บ่อยจากการที่ใช้ยาสังเคราะห์

บทสรุปจากผลการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการตอกย้ำถึงคุณค่าของพืชสมุนไพร โดยแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าใบสะค้านมีศักยภาพที่เพียงพอสำหรับการนำไปศึกษาต่อ ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร หรือการประยุกต์ใช้เป็นสารสกัดออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากธรรมชาติ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานและวิทยาศาสตร์การแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี ที่ได้ให้ความสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณทางภาควิชา ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ในการปฏิบัติการทดลอง ตลอดจนสนับสนุนทรัพยากรและสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็นอย่างครบถ้วน ไม่ว่าจะเป็นเครื่องมือทดลอง อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ สารเคมี และวัสดุต่างๆ

ตาราง ภาพ และแผนภาพ

ตารางที่ 1 แสดงผลการหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดจากใบสะค้าน

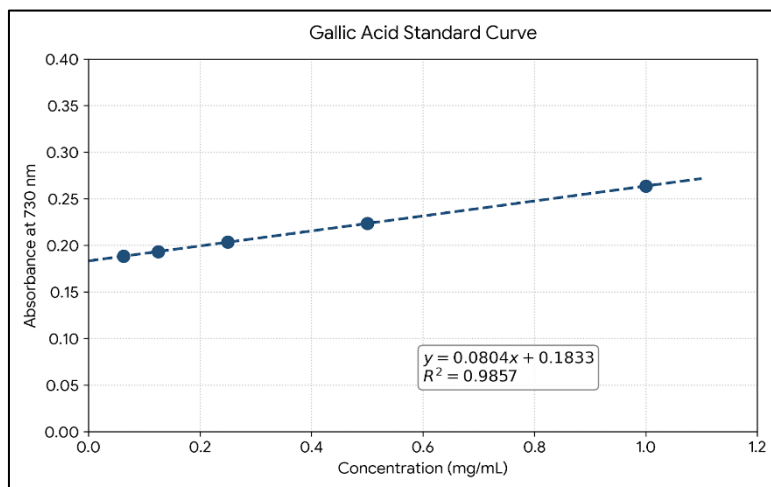
ความเข้มข้นของ สารสกัด (mg/mL)	ปริมาณฟีนอลิกรวม มิลลิกรัมกรดแกลลิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง mean $\pm$ SD (mgGAE/gDW)	ปริมาณฟลาโวนอยด์ มิลลิกรัมเคอซีทินต่อกรัมน้ำหนักแห้ง mean $\pm$ SD (mgQE/gDW)
1.000	182.836 $\pm$ 10.155	269.559 $\pm$ 6.979

ตารางที่ 2 แสดงร้อยละการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) ของสารสกัดจากใบสะค้าน

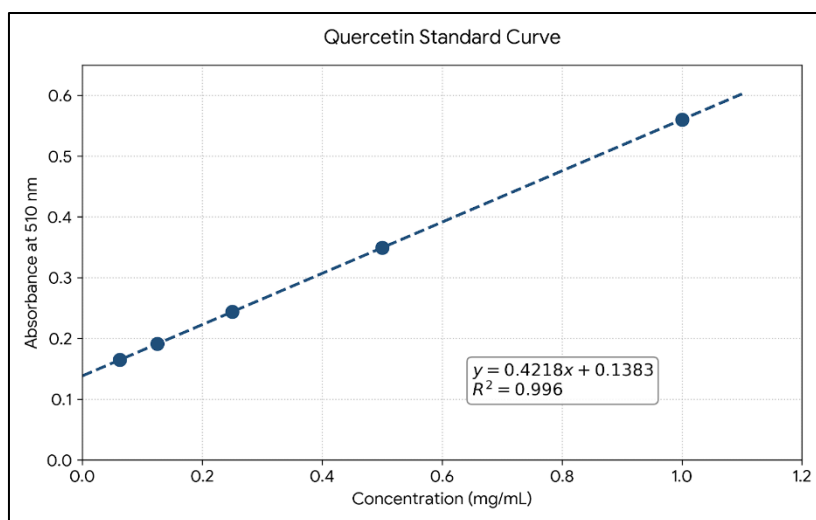
Extract/standard	ความเข้มข้นของสารสกัด (mg/mL)	ร้อยละการยับยั้ง (% Inhibition)
สารสกัดใบสะค้าน	1.000	50.292 $\pm$ 2.438
กรดแอสคอร์บิก (Positive control)	0.100	79.971 $\pm$ 0.745

ตารางที่ 3 แสดงร้อยละการยับยั้งเอนไซม์ α -glucosidase และ α -amylase ของสารสกัดจากใบสะค้านที่ความเข้มข้น 1 mg/mL

Extract/standard	ร้อยละการยับยั้ง (% Inhibition)	
	ประสิทธิภาพการยับยั้งเอนไซม์ α -glucosidase	ประสิทธิภาพการยับยั้ง เอนไซม์ α -amylase
สารสกัดใบสะค้าน	62.688 $\pm$ 0.805	27.840 $\pm$ 0.004
อะคาร์โบส (Acarbose) (Positive control)	95.840 $\pm$ 2.235	86.01 $\pm$ 0.501



ภาพที่ 1 กราฟมาตรฐานของกรดแกลลิกสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม



ภาพที่ 2 กราฟมาตรฐานของเคอซีตินสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม



ภาพที่ 3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของใบสะค้าน (*Piper interruptum* Opiz.)

เอกสารอ้างอิง

- กัญฐิกา เส้นเศษ, นัยนา พลพิทักษ์, รัชฎาวรรณ อรรคนิมาตย์, และ ปราณี ศรีราช. (2025). ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ต้านการอักเสบของสารสกัดจากสมุนไพรรูปใน พิกัดตรีสาร. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 27(3), 18–27.
- ชลิต โยงรัมย์, ภาณุพันธ์ ศรีปาน, สุวดี โชคชัยศิริ, รัมรดา มีบุญญา, และ อรรวรรณ วงศ์อนันต์. (2025). พฤกษเคมี และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของตำรับยาแผนไทย: อัคคินี้วคณ. *RMUTP Research Journal Sciences and Technology*, 19(1), 39–50.
- Akbar, P. N., Jahan, I. A., Hossain, M. H., Banik, R., Nur, H. P., & Hossain, M. T. (2014). Antioxidant capacity of Piper longum and Piper nigrum fruits grown in Bangladesh. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2(9), 931–941.
- Azman, N. N. A. N. M. A., Salleh, W. M. N. H. W., Ghani, N. A., Rasol, N. E., & Salihu, A. S. (2024). Chemical constituents from the leaves and stems of Piper ornatum N.E.Br (Piperaceae) and their antioxidant activity. *Malaysian Journal of Chemistry*, 26(1), 265–270.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.
- Daorueang, D. (2020). Antioxidant activity and effect of Sa-khan (Piper, Piperaceae) on the normal human proximal tubular epithelial cell line. *Naresuan University Journal: Science and Technology*, 28(4), 29–35.
- Gülçin, İ. (2005). The antioxidant and radical scavenging activities of black pepper (Piper nigrum) seeds. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 56(7), 491–499.
- Kazeem, M. I., Raimi, O. G., Balogun, R. M., & Ogundajo, A. L. (2013). Comparative study on the α -amylase and α -glucosidase inhibitory potential of different extracts of Blighia sapida Koenig. *American Journal of Research Communication*, 1(7), 178–192.
- Kidane, Y., Bokrezi, T., Mebrahtu, J., Mehari, M., Gebreab, Y. B., Fessehay, N., & Achila, O. O. (2018). In vitro inhibition of α -amylase and α -glucosidase by extracts from Psidium punctulata and Meriandra bengalensis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018, Article 2164345.
- Kim, Y. M., Jeong, Y. K., Wang, M. H., Lee, W. Y., & Rhee, H. I. (2005). Inhibitory effect of pine extract on α -glucosidase activity and postprandial hyperglycemia. *Nutrition*, 21(6), 756–761.
- Klangprapun, S., Chaweerak, S., & Modteas, S. (2024). Quality and pharmacological activities of herbal raw materials that are components of Tri-Sarn herbal formula. *Journal of Traditional Thai Medical Research*, 10(1), 117–130.
- Krentz, A. J., & Bailey, C. J. (2005). Oral antidiabetic agents: Current role in type 2 diabetes mellitus. *Drugs*, 65(3), 385–411.

- Kuopakornpong, P., Itharat, A., Panthong, S., Sireeratawong, S., & Ooraikul, B. (2020). In vitro and in vivo anti-inflammatory activities of Benjakul: A potential medicinal product from Thai traditional medicine. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020, Article 4962038. <https://doi.org/10.1155/2020/4962038>
- Maitnork, K., & Konsue, A. (2019). Evaluation on phytochemical constituents and antioxidant activities of various formula from Ko-Klan remedies by aqueous infusion preparation method. *ICoFAB2019 Proceedings*, 139–143.
- Makchuchit, S. (2018). *Anti-allergic and anti-inflammatory activities of Prasaprophyai and Benjakul remedies used for allergic rhinitis* [Doctoral dissertation, Thammasat University].
- Panthong, S., & Itharat, A. (2014). Effect of Piper chaba Hunter, Piper sarmentosum Roxb. and Piper interruptum Opiz. on natural killer cell activity and lymphocyte proliferation. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 97 (Suppl 8), S133–S139.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144–158.
- Temrangsee, P., Itharat, A., & Sattaponpan, C. (2019). Inhibitory effect on alpha-glucosidase activity of Benjakul, Soros Benjakul and their plant components. *Thammasat Medical Journal*, 19(4), 645–653.
- Wong, S. P., Leong, L. P., & Koh, J. H. W. (2006). Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. *Food Chemistry*, 99(4), 775–783.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64(4), 555–559.