

## ฤทธิ์ต้านแอลฟาไกลูโคซิเดส ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารพฤกษเคมีของรากสิบสองราศี

Alpha-Glucosidase Inhibitory Activity, Antioxidant Activity, and Phytochemical Content of *Launaea sarmentosa* root.

วัชรภรณ์ ประภาสะโนบล\*, พิชิต สุดตา และปัทมาพร ยอดสันติ

Vatcharaporn Prapasanobol\*, Pichit Sudta and Pattamaporn Yodsanti

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University

\*Corresponding author, E-mail: vatcharaporn.pra@mail.pbru.ac.th

Received: 19 February 2025 /Revised: 04 April 2025 /Accepted: 04 April 2025

### บทคัดย่อ

โรคเบาหวานเป็นปัญหาที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทั่วโลก การยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส เป็นกลไกสำคัญในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด การศึกษาเพื่อประเมินฤทธิ์ต้านเบาหวานและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของรากสิบสองราศี จึงเป็นแนวทางในการพัฒนายาจากธรรมชาติที่ปลอดภัย การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านแอลฟาไกลูโคซิเดส ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและวิเคราะห์หาปริมาณสารพฤกษเคมีของสารสกัดเอทานอลจากรากสิบสองราศี เก็บตัวอย่างรากสิบสองราศีจากตำบลบางครก อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี เตรียมสารสกัดรากสิบสองราศีด้วยตัวทำละลายเอทานอลด้วยวิธีการแช่หมัก และนำสารสกัดมาทดสอบฤทธิ์ต้านแอลฟาไกลูโคซิเดสโดยใช้วิธี colorimetric assay ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay และหาปริมาณสารพฤกษเคมีบางชนิด ได้แก่ สารฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimetric สารฟลาโวนอยด์รวมด้วยวิธี Aluminium chloride และหาปริมาณแอลคาลอยด์รวมใช้วิธี Bromocresol Green method

ผลการวิจัยพบว่าสารสกัดเอทานอลของรากสิบสองราศีมีฤทธิ์ในการต้านเอนไซม์มอลเทสและซูเคสที่ค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ 0.35 และ 0.34 mg/ml ตามลำดับ และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระคิดเป็นร้อยละ  $64.97 \pm 0.34$  เมื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารพฤกษเคมี พบว่า ปริมาณฟีนอลิกรวม เท่ากับ  $13.512 \pm 0.214$  mgGAE/g สารสกัด ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม เท่ากับ  $238.231 \pm 2.019$  mgQE/g สารสกัด และปริมาณแอลคาลอยด์รวมเท่ากับ  $0.411 \pm 0.039$  mg AE/g สารสกัด ผลจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการหาชนิดของสารสำคัญจากรากสิบสองราศีเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ทางยาและผลิตภัณฑ์อาหารเสริมได้

**คำสำคัญ:** ฤทธิ์ต้านแอลฟาไกลูโคซิเดส ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สารพฤกษเคมี สิบสองราศี

## Abstract

Diabetes is a growing global health concern. Inhibition of  $\alpha$ -glucosidase is a key mechanism for controlling blood glucose levels. The study of the antidiabetic and antioxidant activities of *Launaea sarmentosa* root is therefore a promising approach for the development of safe natural medicines. This study aimed to investigate the  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activity, antioxidant activity, and phytochemical content of the ethanol extract from *Launaea sarmentosa* roots. Root samples were collected from Bang Khrok Subdistrict, Ban Laem District, Phetchaburi Province. The extract was prepared using ethanol maceration and tested for  $\alpha$ -glucosidase inhibition using a colorimetric assay, antioxidant activity using the DPPH assay, and phytochemical quantification, including total phenolics (Folin-Ciocalteu), total flavonoids (AlCl<sub>3</sub>), and total alkaloids (Bromocresol Green).

Results showed IC<sub>50</sub> values of 0.35 and 0.34 mg/ml for maltase and sucrase inhibition, respectively. The extract exhibited 64.97  $\pm$  0.34% antioxidant activity. Phytochemical analysis revealed total phenolic content of 13.512  $\pm$  0.214 mg GAE/g extract, total flavonoid content of 238.231  $\pm$  2.019 mg QE/g extract, and total alkaloid content of 0.411  $\pm$  0.039 mg AE/g extract. The findings of this study can serve as preliminary data for identifying the active compounds in the roots of *L.sarmentosa* for potential applications in pharmaceuticals and dietary supplements.

**Keywords:** Alpha-Glucosidase Inhibitory, Antioxidant Activity, Phytochemical Content, *Launaea sarmentosa*

## บทนำ

โรคเบาหวานชนิดที่ 2 (Type 2 Diabetes) เป็นโรคที่เกิดจากความผิดปกติของการผลิตและการใช้สารอินซูลินในร่างกาย ซึ่งส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติ การเกิดโรคนี้ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากปัจจัยทางพันธุกรรมและการดำเนินชีวิต เช่น การบริโภคอาหารที่มีน้ำตาลและไขมันสูง ขาดการออกกำลังกาย และมีน้ำหนักเกินหรืออ้วน ทำให้เซลล์ในร่างกายไม่สามารถใช้สารอินซูลินได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ภาวะดื้อต่ออินซูลิน) หรือไม่สามารถผลิตอินซูลินได้อย่างเพียงพอ<sup>1,2</sup>

โรคเบาหวานชนิดที่ 2 เป็นปัญหาสาธารณสุขทั่วโลก โดยมีผู้ป่วยมากกว่า 537 ล้านคนทั่วโลกในปี 2021 และคาดว่าจะในปี 2030 จะมีผู้ป่วยเพิ่มขึ้นเป็น 643 ล้านคน และในปี 2045 คาดว่าจะมีผู้ป่วยถึง 783 ล้านคน โดยมากกว่า 90% ของผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2<sup>3</sup> ขณะที่ในประเทศไทยจำนวนผู้ป่วยเบาหวานทั้งหมดในปี 2022 มีจำนวนถึง 3.3 ล้านคน โดยมีผู้ป่วยใหม่ประมาณ 300,000 รายต่อปี<sup>4</sup> การทดสอบฤทธิ์ต้านแอลฟาไกลูโคซิเดส ( $\alpha$ -Glucosidase) ในพืชมีความสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสมีบทบาทใน

การย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตให้เป็นน้ำตาลกลูโคส ซึ่งส่งผลต่อระดับน้ำตาลในเลือด การยับยั้งเอนไซม์นี้จึงเป็นกลไกสำคัญในการควบคุมโรคเบาหวาน ชนิดที่ 2<sup>5</sup> มีการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแอลฟาไกลูโคซิเดสของสารสกัดจากพืชสมุนไพร เช่น มะระขี้นก (*Momordica charantia*) และอบเชย (*Cinnamomum spp.*) ซึ่งมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นสารต้านเบาหวานจากธรรมชาติ<sup>6</sup> ตัวอย่างพืชในประเทศไทย เช่น พ้าทะลายใจ (*Andrographis paniculata*) และ ใบหม่อน (*Morus alba*) ที่พบว่ามียูทริยบินแอลฟาไกลูโคซิเดสได้อย่างมีนัยสำคัญ<sup>7</sup> การศึกษาฤทธิ์นี้มีความสำคัญไม่เพียงแต่ในเชิงเภสัชวิทยา แต่ยังช่วยส่งเสริมการใช้สมุนไพรท้องถิ่นและลดการพึ่งพายาแผนปัจจุบันที่อาจมีผลข้างเคียง เช่น อะคาโบส (*Acarbose*) ที่ก่อให้เกิดอาการทางระบบทางเดินอาหาร<sup>8</sup> หากมีการวิจัยอย่างต่อเนื่องจะช่วยเพิ่มโอกาสการใช้พืชเป็นทางเลือกในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้อย่างยั่งยืน

การค้นพบสารออกฤทธิ์จากพืชสมุนไพรไทย เช่น สารฟลาโวนอยด์และโพลีฟีนอล ไม่เพียงแต่ช่วยลดผลข้างเคียงจากการใช้ยาเคมีสังเคราะห์ แต่ยังเป็นการส่งเสริมการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นอย่างยั่งยืนและเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของสมุนไพรไทย<sup>6,9,10</sup> และการหาปริมาณสารพฤกษเคมีในพืชสมุนไพรมีความสำคัญต่อการศึกษาคูณสมบัติทางชีวภาพและประโยชน์ทางการแพทย์ ตัวอย่างสารพฤกษเคมีที่สำคัญ เช่น ฟลาโวนอยด์, แทนนิน, ไตรเทอร์พีนอยด์ และแอลคาลอยด์ เป็นสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่สามารถช่วยในการป้องกันโรคต่าง ๆ เช่น โรคเบาหวาน, โรคมะเร็ง, และการอักเสบ ดังนั้น

การวิเคราะห์ปริมาณสารเหล่านี้จึงสามารถช่วยระบุชนิดของพืชที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นยาจากธรรมชาติ และสามารถส่งเสริมการใช้พืชสมุนไพรในอุตสาหกรรมยาหรืออาหารเสริมได้อย่างมีประสิทธิภาพ<sup>11,12</sup> นอกจากนี้ยังเป็นการเปิดโอกาสให้สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรที่มีคุณภาพและปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

ลิบสองราศี หรือ ผัก ลั่น ห่าน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Launaea sarmentosa* (*Launaea pinnatifida*) จัดอยู่ในวงศ์ Asteraceae หรือ Compositae พบในพื้นที่เขตร้อนและกึ่งเขตร้อน เช่น เอเชียใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ รวมถึงบางพื้นที่ในแอฟริกา มักพบในพื้นที่ชายฝั่งทะเลและบริเวณที่มีดินเค็มหรือดินทราย และพบกระจายพันธุ์ตามชายฝั่งทะเลทรายของอินเดีย ศรีลังกา มาเลเซีย แอฟริกาตะวันออก และเวียดนาม<sup>13</sup> มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์เป็นพืชล้มลุกเลื้อยคลุมดิน เถาเลื้อยติดดิน มีใบรอบลำต้น ใบยืนยาว คล้ายลิ้น รอบขอบใบหยัก ปลายใบโค้งโดยจะแตกต้นอ่อนออกจากเถาซึ่งยื่นออกไป ระหว่างเถาจะมีใบห่างวางเป็นคู่ ใบยาวเฉลี่ยประมาณ 12-15 เซนติเมตร มีสีเขียวอ่อน ฐานใบแคบคล้ายเป็นก้านแต่ปลายแผ่บานออก มีรสมขมเล็กน้อยและมีกลิ่นเฉพาะตัว มีดอกเล็ก ๆ สีเหลืองคล้ายดอกในวงศ์ทานตะวัน ก้านดอกยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร ก้านดอกตั้งตรง มีฐานดอกหุ้ม กลีบดอกเป็นแฉก มี 8-10 กลีบ ส่วนรากของลิบสองราศี มีเซลล์แลคติเฟอร์รัส (lactiferous cells) มีช่องในผนังเซลล์ (pitted vessels) มีเส้นใยชนิดง่าย พบผลึกเกลือที่มีเลขอะตอม 20 ปริสุทธิ์ในส่วนเปลือกรากและศึกษาเบื้องต้นพบว่าประกอบด้วยแอลคาลอยด์

กรดอะมิโน ไกลโคไซด์ แทนนิน คาร์โบไฮเดรต และสเตียรอยด์<sup>14,15</sup> มีสรรพคุณทางยาในบางพื้นที่ เช่น รักษาแผลหรือบรรเทาอาการอักเสบจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าสารสกัดของสับสองราสีมีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Candida* โดยมีสารสำคัญ เช่น  $\beta$ -amyrin, lupeol และ oxirane<sup>16</sup> และยังแสดงฤทธิ์ในการสลายลิ่มเลือด โดยแสดงให้เห็นว่ามีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกาะตัวของเลือดสูงทั้งนี้ฤทธิ์ขึ้นอยู่กับปริมาณของสารสกัด<sup>17</sup> อีกทั้งยังมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ โดยสารสกัดจากสับสองราสีมีผลในการลดการผลิตสารกระตุ้นการอักเสบและส่งเสริมการป้องกันการทำลายเซลล์<sup>18</sup>

องค์ประกอบทางเคมีและสารพฤษเคมีของสับสองราสี พบว่าพืชสกุล *Launaea* จากพื้นที่ซาฮาราแอลจีเรีย มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น สารฟลาโวนอยด์และสารฟีนอล ซึ่งเกี่ยวข้องกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านการอักเสบ และยังพบว่าใบสับสองราสี มีองค์ประกอบทางเคมี เช่น แทนนิน สเตียรอยด์ และแป้ง ซึ่งมีความสำคัญทางเภสัชวิทยา โดยเฉพาะการต้านการอักเสบและการปกป้องเซลล์จากความเสียหายของอนุมูลอิสระ<sup>19</sup> ส่วนการศึกษาฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของเชื้อ *Candida* ในอินดิเคยพบว่าสับสองราสี มีสารพฤษเคมีที่หลากหลาย เช่น แอลเคน, แอลดีไฮด์, เอสเทอร์, ฟีนอล และแอลกอฮอล์ทุติยภูมิ นอกจากนี้ยังมีสารไตรเทอร์พีนอยด์ ซึ่งเป็นกลุ่มสารที่แสดงฤทธิ์ทางชีวภาพได้ เช่น ฤทธิ์ต้านเชื้อราหรือเชื้อจุลินทรีย์ ยังพบว่าสับสองราสีมีประโยชน์ในแง่ของการนำไปใช้เป็นสมุนไพรเพื่อช่วยในระบบย่อยอาหาร รักษาโรคผิวหนัง และเป็นยา

ขับปัสสาวะ รวมถึงการใช้เพื่อรักษาอาการปวดศีรษะและนอนไม่หลับ (Herbpathy) ได้อีกด้วย<sup>16</sup> ส่วนการศึกษาฤทธิ์ต้านเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสและองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจาก ใบของพืชชนิดนี้ พบว่าสามารถยับยั้งเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสอย่างมีนัยสำคัญ พร้อมกับการตรวจพบสารพฤษเคมี เช่น ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน และโพลีฟีนอลที่มีบทบาทในการต้านอนุมูลอิสระและสนับสนุนการยับยั้งเอนไซม์ดังกล่าวได้<sup>20</sup> แต่ยังไม่พบการศึกษาฤทธิ์ต้านเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสจากส่วนรากของสับสองราสี ซึ่งหากมีการค้นพบสารสำคัญในรากและส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น สารต้านการอักเสบและสารพฤษเคมีที่สามารถช่วยในด้านการรักษาและพัฒนายาใหม่ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญได้แก่ โพลีฟีนอล ฟลาโวนอยด์ และไตรเทอร์พีนอยด์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีข้อมูลสนับสนุนว่าสารสกัดจากรากและใบของสับสองราสี ในหลายพื้นที่ มีศักยภาพในการป้องกันความเครียดออกซิเดชันหรือแสดงฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและการลดการอักเสบ รวมถึงประสิทธิภาพในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับโรคเบาหวานอีกด้วย<sup>20</sup>

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่ายังมีการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพจากรากสับสองราสีน้อยมาก และยังไม่มีการรายงานปริมาณสารพฤษเคมีที่สำคัญที่เป็นองค์ประกอบในรากสับสองราสี ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาฤทธิ์ต้านเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและวิเคราะห์หาปริมาณสารพฤษเคมี ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์และแอลคาลอยด์ ของสารสกัดจากรากสับสองราสี เพื่อที่จะสามารถช่วยระบุว่า

พืชชนิดนี้มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นยา ส่งเสริมการใช้พืชสมุนไพรในอุตสาหกรรมยาหรืออาหารเสริมได้และยังเป็นเพิ่มเปิดโอกาสให้สามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์จากสมุนไพรที่มีคุณภาพและปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคได้ต่อไป

## วิธีการวิจัย

### 1. สารเคมีและเครื่องมือ

สารเคมีที่สำคัญ ได้แก่ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) BCG (Bromocresol Green) เควอซีทิน (quercetin) กรดแกลลิก (gallic acid) และอะโทรปีน (atropine) ซื้อจากบริษัท Sigma-Aldrich(USA) โซเดียม คาร์บอเนต ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) โซเดียม ไนไตรท์ ( $\text{NaNO}_2$ ) และอลูมิเนียมคลอไรด์ ( $\text{AlCl}_3$ ) ซื้อจากบริษัท Univar (Australia) และตัวทำละลายทุกชนิดที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นเกรดสำหรับการวิเคราะห์ (AR grade)

เครื่องมือที่ใช้ เช่น rotary evaporator (Buchi B-500, สวิตเซอร์แลนด์) เครื่อง UV-Visible spectrophotometer (Shimadzu UV-1601, ญี่ปุ่น)

### 2. การเตรียมสารสกัดจากรากสิบสองราศี

เก็บตัวอย่างรากสิบสองราศีในเดือนพฤษภาคม 2567 จากตำบลบางครก อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี และทำการพิสูจน์เอกลักษณ์ของพืช (ID113642) และเก็บรักษาตัวอย่างพืชไว้ที่สำนักหอพรรณไม้เลขที่ 61 ถนน พหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร โดยนำรากสิบสองราศีสด 300 g ที่บดละเอียดมาสกัดด้วยวิธีการแช่หมักด้วยเอทานอล 95% เป็นเวลา 5 วัน กรองและนำส่วนที่เป็นสารละลายไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบลดความดันทำการสกัดซ้ำ 3 ครั้ง นำสารสกัดที่ได้แต่ละครั้งมา

รวมกันจะได้สารสกัดเอทานอล เก็บสารสกัดในขวดสีชาที่อุณหภูมิ  $4^\circ\text{C}$  เพื่อนำไปใช้ในการวิจัยขั้นต่อไป โดยนำสารสกัดหยาบมาทดสอบฤทธิ์ต้านแอลฟาไกลูโคซิเดส และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลูโอกาเซีย ได้แก่ ฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์และแอลคาลอยด์

### 3. การทดสอบฤทธิ์ต้านเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส

การทดสอบฤทธิ์ต้านเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสของพืชสมุนไพรนั้น การทดลองจะใช้วิธีการวิเคราะห์การยับยั้งของเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสที่สกัดได้จากลำไส้เล็กของหนูโดยใช้วิธีการในหลอดทดลอง (*in vitro*)<sup>21</sup> ทดสอบฤทธิ์ด้วยการนำสารสกัดของพืชมาวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านเอนไซม์ ด้วยการวัดค่าการดูดกลืนแสงและนำมาคำนวณเป็นร้อยละการต้านเอนไซม์โดยเตรียมเอนไซม์มอลเตสและซูโครสจากสารสกัดเอนไซม์อย่างหยาบจากลำไส้เล็กของหนูเตรียมโดยชั่งเอนไซม์หยาบมา 1 g เติมน้ำละลายโซเดียมคลอไรด์ (0.9% NaCl) จำนวน 30 ml แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 rpm เป็นเวลา 30 นาที ดูดสารละลายส่วนบนไปหาความจำเพาะ (specific activity) ต่อซบัสเตรต (มอลโทสและซูโครส) ทุกครั้งก่อนการทดสอบการวิเคราะห์เตรียมตัวอย่างของสารสกัดที่ความเข้มข้น 1 mg/ml โดยละลายสารตัวอย่างใน DMSO จำนวน 10  $\mu\text{L}$  เติมน้ำฟอสเฟต 0.1 M (pH 6.9) 30  $\mu\text{L}$  และสารละลายซบัสเตรต (มอลโทส 2 mM; ซูโครส: 20 mM) 20  $\mu\text{L}$  ใน 0.1 M ของบัฟเฟอร์ฟอสเฟตชุดทดสอบกลูโคส 80  $\mu\text{L}$  และเติมน้ำละลายเอนไซม์ (มอลเตสและซูโครส) จำนวน 20  $\mu\text{L}$  จากนั้นบ่มปฏิกิริยาเบื้องต้นเป็นเวลา 10 นาที

(สำหรับมอลโตส) และ 40 นาที (สำหรับซูโครส) ที่อุณหภูมิ 37 °C และหยุดการทำงานของเอนไซม์ จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงของควิโนนีนที่ เกิดขึ้น (520 nm) โดยใช้เครื่องอ่านไมโครเพลท Bio-Red รุ่น 3550 UV และคำนวณหาร้อยละ การต้านเอนไซม์ โดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละการต้านเอนไซม์ (\%)} = [(A_0 - A_1)/A_0] \times 100$$

เมื่อ  $A_0$  คือค่าการดูดกลืนแสงที่ไม่มีตัวอย่าง และ  $A_1$  คือค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง และ ค่า  $IC_{50}$  ที่ เป็นความเข้มข้นของสารสกัดที่มีร้อยละ การต้านเอนไซม์เท่ากับ 50 โดยใช้ความเข้มข้น ของอะคาร์โบส Acarbose® เป็นสารควบคุมเชิงบวก

#### 4. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด โดยการ ทดสอบกับสารละลาย 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH) ที่มีความเข้มข้น 0.1 mM<sup>22</sup> โดยใช้สารสกัดของรากสิบสองราศีความเข้มข้น 1 mg/ml 3 ml ผสมกับอนุมูล DPPH 3 ml ในสารละลายเอทานอล และนำของผสมบ่ม ในความมืดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที และ วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตรโดยใช้ เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์โดยใช้กรดแกลลิกเป็น ตัวควบคุมเชิงบวก (positive control) ความสามารถ ในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH คำนวณจากสูตร ดังนี้

ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

$$\text{DPPH (\%)} = [(A-B)/A] \times 100$$

เมื่อ A คือการดูดกลืนแสงของตัวควบคุม เชิงลบ (DPPH ผสมกับเอทานอล) และ B คือการ ดูดกลืนแสงของDPPH ผสมกับสารตัวอย่าง

#### 5. การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวมของสาร

สกัด ด้วยวิธี Folin Ciocalteu<sup>23</sup>

โดยใช้กรดแกลลิกเป็นสาร มาตรฐานที่ช่วง ความเข้มข้น 0–20.00 mg/ml โดยผสมสารสกัด หรือสารมาตรฐาน ปริมาตร 0.05 ml ผสมกับ Folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 0.25 ml และ สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (20%  $Na_2CO_3$ ) จำนวน 0.25 ml เติมน้ำกลั่นจนปริมาตรครบ 5 ml ผสมให้เข้ากัน จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความ ยาวคลื่น 765 nm การวิเคราะห์สารตัวอย่างทำซ้ำ 3 ครั้ง

#### 6. การวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของ

สารสกัด ด้วยวิธี Aluminium chloride colorimetric method<sup>24</sup>

นำสารสกัดความเข้มข้น 1 mg/ml มา 0.5 ml ผสมกับน้ำกลั่น 1 ml เติมสารละลายโซเดียมไนไตรท์ (5% (w/w)  $NaNO_2$ ) ปริมาตร 0.15 ml ปล่อยทิ้งไว้ 6 นาที จากนั้นเติมสารละลายอลูมิเนียมคลอไรด์ (10%  $AlCl_3$ ) ปริมาตร 0.15 ml และปล่อยทิ้งไว้ 6 นาที แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (4%  $NaOH$ ) ลงไปปริมาตร 2 ml ในสารผสมและ เติมน้ำเพื่อปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 5 ml ผสม สารละลายให้เข้ากันและปล่อยไว้อีก 15 นาที ที่อุณหภูมิห้องและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 510 nm โดยมีแบลงค์เป็นสารละลายผสมที่เติมน้ำ แทนสารสกัด โดยใช้เคอร์ควิติน (quercetin) เป็นสารมาตรฐานที่ช่วงความเข้มข้น 0-300 mg/ml ปริมาณของฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดคำนวณ จากกราฟมาตรฐานของ เคอร์ควิตินและแสดงผล ออกมาเป็นมิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ควิตินต่อกรัม

ของสารสกัด (mg QE/g extract) การวิเคราะห์สารตัวอย่างทำซ้ำ 3 ครั้ง

#### 7. การวิเคราะห์ปริมาณแอลคาลอยด์รวมของสารสกัด โดยใช้วิธีทำปฏิกิริยากับ Bromocresol Green<sup>25</sup>

นำสารสกัด 1 mg มาละลายในกรดไฮโดรคลอริก (2N HCl) ปริมาตร 1 ml นำสารละลายที่ได้สกัดด้วยคลอโรฟอร์ม ( $\text{CHCl}_3$ ) 10 ml 3 ครั้ง ปรับ pH ของสารละลายให้เป็นกลางด้วย สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (0.1 N NaOH) และเติมสารละลายโบโรโมครีซอล กรีน (BCG) และสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (pH 4.7) อย่างละ 5 ml เขย่าสารผสมจนเกิดสารเชิงซ้อนและนำมาสกัดด้วยคลอโรฟอร์มปริมาตร 1, 2, 3 และ 4 ml รวมสารสกัดที่ได้ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 ml และปรับปริมาตรด้วยคลอโรฟอร์ม และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 470 nm โดยใช้อะโทรปีน (atropine) เป็นสารมาตรฐานในช่วงความเข้มข้น 0.2–1.20 mg/ml ปริมาณแอลคาลอยด์รวมคำนวณจากกราฟมาตรฐานของอะโทรปีนและแสดงผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของอะโทรปีนต่อกรัมของสารสกัด (mg AE/g extract) การวิเคราะห์สารตัวอย่างทำซ้ำ 3 ครั้ง

#### ผลการวิจัย

##### 1. ปริมาณสารสกัดของรากสิบสองราศี

จากการนำรากสิบสองราศีสดจำนวน 300 g ที่เก็บจากตำบลบางครก อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรีมาสกัดด้วยเอทานอล 95% พบว่าได้สารสกัดมีลักษณะเป็นของเหลวหนืดสีเขียวเข้ม ปริมาณ 23.616 g (%w/w 7.872)

##### 2. ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเอนไซม์แอลฟา กลูโคซิเดส

เมื่อนำสารสกัดของรากสิบสองราศีมาทดสอบฤทธิ์ต้านเอนไซม์แอลฟา กลูโคซิเดสโดยใช้อะคาร์โบสเป็นสารยับยั้งมาตรฐาน พบว่าสารสกัดมีความสามารถในการต้านเอนไซม์มอลเทสที่ค่า  $\text{IC}_{50}$  เท่ากับ 0.35 mg/ml และมีความสามารถในการต้านเอนไซม์ซูเครสที่ค่า  $\text{IC}_{50}$  เท่ากับ 0.34 mg/ml แต่มีความสามารถในการต้านเอนไซม์แอลฟา กลูโคซิเดสได้ต่ำกว่าสารยับยั้งมาตรฐานอะคาร์โบส (Table 1)

Table 1. *In vitro*  $\alpha$ -glucosidase inhibitory of *Launaea sarmentosa* roots extract

| Sample                           | $\alpha$ -glucosidase inhibitory activity ( $\text{IC}_{50}$ ) |                |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------|
|                                  | Maltase                                                        | Sucrase        |
| <i>Launaea sarmento sa</i> roots | 0.35 (mg/ml)                                                   | 0.34 (mg/ml)   |
| Acarbose                         | 0.00046(mg/ml)                                                 | 0.00037(mg/ml) |

##### 3. ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

เมื่อนำสารสกัดของรากสิบสองราศีที่ความเข้มข้น 1 mg/ml มาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบว่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (% Radical Scavenging) คิดเป็นร้อยละ  $64.97 \pm 0.34$  และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่ากรดแกลลิกที่ความเข้มข้นเดียวกัน ที่พบว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าร้อยละ 95 และมีค่า  $\text{IC}_{50}$  เป็น 0.0021 mg/ml ( $y=22.928x+1.626$ ,  $R^2=0.994$ )

##### 4. ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกรวม

การสร้างกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก โดยวิธีของ Folin-Ciocalteu ใช้สารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกความเข้มข้น 0–20.00 mg/ml เป็นสารมาตรฐาน จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 765 nm โดยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ จากค่าการดูดกลืนแสงนำไปสร้างกราฟมาตรฐานระหว่าง

ค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกได้สมการเส้นตรงดังนี้  $y=0.007x+0.098$  ( $R^2 = 0.990$ ) เมื่อนำมาคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก แสดงผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด (mgGAE/g สารสกัด) พบว่าปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดรากลิบสองราศี เท่ากับ  $13.512 \pm 0.214$  mgGAE/g สารสกัด

## 5. ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม

ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดโดยวิธี Aluminium chloride colorimetric method ซึ่งใช้เคออลิทิน เป็นสารมาตรฐานที่ช่วงความเข้มข้น 0 – 300 mg/ml ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดคำนวณจากกราฟมาตรฐานระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเคออลิทินได้สมการเส้นตรงดังนี้  $y=2063.1x-22.668$  ( $R^2 = 0.992$ ) และแสดงผลออกมาเป็นมิลลิกรัมสมมูลของเคออลิทินต่อกรัมของสารสกัด (mgQE/g สารสกัด) พบปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดรากลิบสองราศี เท่ากับ  $238.231 \pm 2.019$  mgQE/g สารสกัด

## 6. ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอลคาลอยด์รวม

ปริมาณแอลคาลอยด์รวมของสารสกัดโดยใช้วิธีทำปฏิกิริยากับ Bromocresol Green โดยใช้อะโทรปีน (atropine) เป็นสารมาตรฐานที่ช่วงความเข้มข้น 0.2–1.20 mg/ml ปริมาณแอลคาลอยด์คำนวณจากกราฟมาตรฐานที่พลอตระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานอะโทรปีนได้สมการเส้นตรงดังนี้  $y= 26.19+0.001$  ( $R^2 = 0.992$ ) และแสดงผลเป็นมิลลิกรัมสมมูลของอะโทรปีนต่อกรัมของสาร

สกัด (mg AE/g สารสกัด) พบปริมาณแอลคาลอยด์รวมของสารสกัดรากลิบสองราศี เท่ากับ  $0.411 \pm 0.039$  mg AE/g สารสกัด

## อภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านแอลฟาเกลูโคซิเดส ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลักซ์เคมีของสารสกัดเอทานอลจากรากลิบสองราศี ซึ่งจากผลการศึกษาฤทธิ์ต้านแอลฟาเกลูโคซิเดสและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเอทานอลจากรากลิบสองราศี แสดงให้เห็นถึงศักยภาพที่น่าสนใจ โดยเฉพาะฤทธิ์ต้านเอนไซม์แอลฟาเกลูโคซิเดส ได้แก่ มอลเทส และซูเครส ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ 0.35 และ 0.34 mg/ml ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสารออกฤทธิ์ในรากลิบสองราศีอาจสามารถนำไปใช้เป็นสารต้านโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ เนื่องจากเอนไซม์เหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตให้เป็นน้ำตาลกลูโคสในลำไส้เล็ก<sup>26</sup> ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับพืชสมุนไพรชนิดอื่น พบว่าสารสกัดจากรากลิบสองราศีมีฤทธิ์สูงกว่าสารสกัดจากรากหม่อน (*Morus alba*) ที่มีค่า  $IC_{50}$  อยู่ที่ 0.40 mg/ml<sup>27</sup> แสดงให้เห็นว่ารากลิบสองราศีมีศักยภาพสูงในการเป็นสารต้านเบาหวาน นอกจากนี้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากรากลิบสองราศีที่วัดโดยวิธี DPPH มีค่า  $64.97 \pm 0.34\%$  ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับพืชสมุนไพรอื่นอย่างสารสกัดจากรากชะเอม (*Glycyrrhiza glabra*) ซึ่งมีค่าการยับยั้ง DPPH ประมาณ 59.2%<sup>28</sup> และสารสกัดจากรากขมิ้นชัน (*Curcuma longa*) ที่มีค่าการยับยั้ง DPPH ประมาณ 67.8%<sup>29</sup> พบว่าสารสกัดจากราก

ลีสบองราสีมีฤทธิ์ใกล้เคียงกับขมิ้นชัน ซึ่งเป็นสมุนไพรที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง และการที่สารสกัดจากรากลีสบองราสีแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีนั้นมีความสอดคล้องกับปริมาณสารฟลักซ์เคมีที่พบในสารสกัด ได้แก่ ปริมาณฟีนอลิกรวม  $13.512 \pm 0.214$  mgGAE/g สารสกัด ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม  $238.231 \pm 2.019$  mgQE/g สารสกัด และปริมาณแอลคาลอยด์รวม  $0.411 \pm 0.039$  mg AE/g สารสกัด โดยพบว่าสารฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีบทบาทสำคัญในการป้องกันการเกิดออกซิเดชันของเซลล์ ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงของโรคเรื้อรัง เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด รวมถึงชะลอความเสื่อมของเซลล์ในร่างกาย<sup>30</sup> นอกจากนี้แอลคาลอยด์ยังเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีศักยภาพในด้านเภสัชกรรม เช่น ฤทธิ์ต้านจุลชีพ ต้านมะเร็ง และลดระดับน้ำตาลในเลือด<sup>31</sup> ดังนั้นปริมาณสารฟลักซ์เคมีที่สูงในรากลีสบองราสีจึงอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเสริมฤทธิ์ดังกล่าว เมื่อพิจารณาจากผลการศึกษาเปรียบเทียบกับพืชสมุนไพรอื่น พบว่ารากลีสบองราสีมีศักยภาพสูงในการยับยั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับโรคเบาหวานและมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดี ซึ่งอาจมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สามารถนำไปใช้ต่อยอดในอุตสาหกรรมยาและอาหารเสริมเพื่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและป้องกันภาวะความเครียดออกซิเดชันได้ อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาต่อไปในระดับเซลล์และสัตว์ทดลองเพื่อยืนยันกลไกการออกฤทธิ์และความปลอดภัยของสารสกัดนี้ก่อนนำไปใช้ในมนุษย์

## สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านแอลฟาไกลูโคซิเดส สารสกัดเอทานอลของรากลีสบองราสีโดยใช้วิธี colorimetric assay พบว่า สารสกัดเอทานอลของรากลีสบองราสีมีฤทธิ์ในการต้านเอนไซม์มอลเทส และซูเคส ที่ค่า  $IC_{50}$  เท่ากับ 0.35 และ 0.34 mg/ml ตามลำดับ แต่มีความสามารถในการต้านเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดสได้ต่ำกว่าสารมาตรฐานอะคาร์โบส และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระคิดเป็นร้อยละ  $64.97 \pm 0.34$  จากการศึกษาด้วยวิธี DPPH assay และปริมาณสารฟลักซ์เคมีของสารสกัดรากลีสบองราสี พบว่า ปริมาณฟีนอลิกรวม เท่ากับ  $13.512 \pm 0.214$  mgGAE/g สารสกัด ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม เท่ากับ  $238.231 \pm 2.019$  mgQE/g สารสกัด และปริมาณแอลคาลอยด์รวมเท่ากับ  $0.411 \pm 0.039$  mg AE/g สารสกัด ผลจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการหาชนิดของสารสำคัญจากรากลีสบองราสีเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ต่อไปได้

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์เครื่องมือและให้โอกาสในการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

1. International Diabetes Federation. Diabetes facts and figures [Internet]. 2021 [cited 2025 Jan 28]. Available from: <https://idf.org>

2. World Health Organization. Global report on diabetes. Geneva: World Health Organization; 2022.
3. International Diabetes Federation. Diabetes facts and figures show the growing global burden for individuals, families, and countries. IDF Diabetes Atlas [Internet]. 2021 [cited 2025 Jan 28]. Available from: <https://idf.org/about-diabetes/diabetes-facts-figures/>
4. Thailand faces diabetes crisis as new cases per year cross 300,000 mark [Internet]. 2025 [cited 2025 Jan 28]. Available from: <https://www.nationthailand.com/thailand/general/40032838>
5. Ota A, Ulrich NP.  $\alpha$ -Glucosidase inhibitors from the natural sources and their beneficial effects on human health. *Curr Top Med Chem* 2017;17:411-31.
6. Tundis R, Loizzo MR, Menichini F. Natural products as  $\alpha$ -glucosidase and  $\alpha$ -amylase inhibitors and their hypoglycemic potential in the treatment of diabetes: An update. *Mini Rev Med Chem* 2010;10:315-31.
7. Sriplang K, Adisakwattana S, Rungsipipat A, Yibchok-Anun S. Effects of *Morus alba* on plasma glucose and lipid profiles in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Phytother Res* 2007;21:396-400.
8. Kawamura-Konishi Y, Watanabe N, Saito M, Nakajima N, Sakaki T, Katayama T. Food-derived polyphenols as potential  $\alpha$ -glucosidase inhibitors. *J Agric Food Chem* 2014;62:8932-8.
9. Kooti W, Farokhipour M, Asadzadeh Z, Ashtary-Larky D, Asadi-Samani M. The role of medicinal plants in the treatment of diabetes: A systematic review. *Electron Physician* 2016;8:1832-42.
10. Xu Y, Gu Y, Zhang C. Advances on the bioactivity, chemical composition, and utilization of  $\alpha$ -glucosidase inhibitors. *Food Chem* 2021;347:128930.
11. Basile A, Santoro R, Cione E. Phytochemical composition and bioactivity of medicinal plants: A review. *Nat Prod Res* 2018;32:1824-34.
12. Khanna K, Thakur M, Sharma M. Phytochemical analysis and medicinal properties of some Indian medicinal plants. *Int J Pharmacogn Phytochem Res* 2020;12:137-44.
13. Le Thi Them L, Dung PTN, Trinh PTN, Hung QT, Vi LNT, Tuan NT, et al. Saponin, polyphenol, flavonoid content and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activity, antioxidant potential of *Launaea sarmentosa* leaves grown in Ben Tre province, Vietnam. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng* 2019;542:012036.
14. Sannigrahi S, Mazumder UK, Pal D, Mishra ML, Maity S. Flavonoids of

- Enhydra fluctuans exhibit analgesic and anti-inflammatory activity in different animal models. Pak J Pharm Sci 2011;24:369-75.
15. Salih Y, Harisha CR, Shukla VJ, Acharya R. Pharmacognostical evaluation of *Launaea sarmentosa* (Willd.) Schultz Bip. ex Kuntze root. AYU 2013;34:90-4.
16. Das S, Priyanka KR, Prabhu K, Vinayagam R, Rajaram R, Kang SG. Anticandidal properties of *Launaea sarmentosa* among the salt marsh plants collected from Palk Bay and the Gulf of Mannar coast, Southeastern India. Antibiotics 2024;13:748.
17. Moghal MMR, Millat MS, Hussain MS, Islam MR. Thrombolytic and membrane stabilizing activities of *Launaea sarmentosa*. Int J Pharmacogn 2016;3:354-8.
18. Nguyen TQ, Hong TT, Khang VT, Pham DT, Giao DH, Tran TTT, et al. Anti-inflammatory constituents isolated from *Launaea sarmentosa* against infection by LPS-stimulated macrophages. Rec Nat Prod 2024;18:663-73.
19. Gunde MC, Wani JS, Pethe AM. Pharmacognostic and phytochemical studies on leaves of *Launaea sarmentosa* (Willd.) Schultz-Bip. Ex Kuntze. Int J Ayurvedic Med 2022;13:759-63.
20. Them LE, Dung PTN, Trinh PTN, Hung QT, Vi LNT, Tuan NT. Saponin, polyphenol, flavonoid content and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activity, antioxidant potential of *Launaea sarmentosa* leaves grown in Ben Tre province, Vietnam. IOP Conf Ser. 2019.
21. Ramadhan R, Phuwapraisirisan P. New arylalkanones from *Horsfieldia macrobotrys*, effective antidiabetic agents concomitantly inhibiting  $\alpha$ -glucosidase and free radicals. Bioorg Med Chem Lett 2015;25:4529-33.
22. Karagozler AA, Erdag B, Emek YC, Uygun DA. Antioxidant activity and proline content of leaf extracts from *Dorystoechastata*. Food Chem 2008;111:400-7.
23. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventós RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods Enzymol 1999;299:152-78.
24. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. Determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chem 1999;6:555-9.
25. Fazel S, Hamidreza M, Rouhollah G, Mohammadreza V. Spectrophotometric determination of total alkaloids in some

- Iranian medicinal plants. J Appl Hortic 2010;12:69-70.
26. Zhang B, Deng Z, Ramdath DD, Tang Y, Chen PX, Liu R, et al. Phenolic profiles of ten oat varieties and their antioxidant and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activities. Food Chem 2020;315:126227.
27. Kim GN, Jang HD, Kim CI. Antioxidant capacity of Morus alba leaf extracts and their inhibitory effects on  $\alpha$ -glucosidase. J Med Plants Res 2011;5:1652-8.
28. Chen W, Su H, Xu Y, Bao T, Zheng X. Protective effect of Glycyrrhiza glabra extract against oxidative stress-induced hepatotoxicity in rats. J Funct Foods 2016;27:500-7.
29. Mohana T, Athira K, Anu A. Antioxidant potential of Curcuma longa and its protective role against oxidative stress induced diseases. Asian Pac J Trop Biomed 2012;2:703-11.
30. Shahidi F, Ambigaipalan P. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects-A review. J Funct Foods 2015;18:820-97.
31. Heinrich M, Mah J, Amirkia V. Alkaloids used as medicines: Structural phytochemistry meets biodiversity-An update and forward look. Molecules 2021;26:1836.