ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และ ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส จากสารสกัดใบดีปลากั้ง

วิทยานิพนธ์

ของ

พิชิต โนนตูม

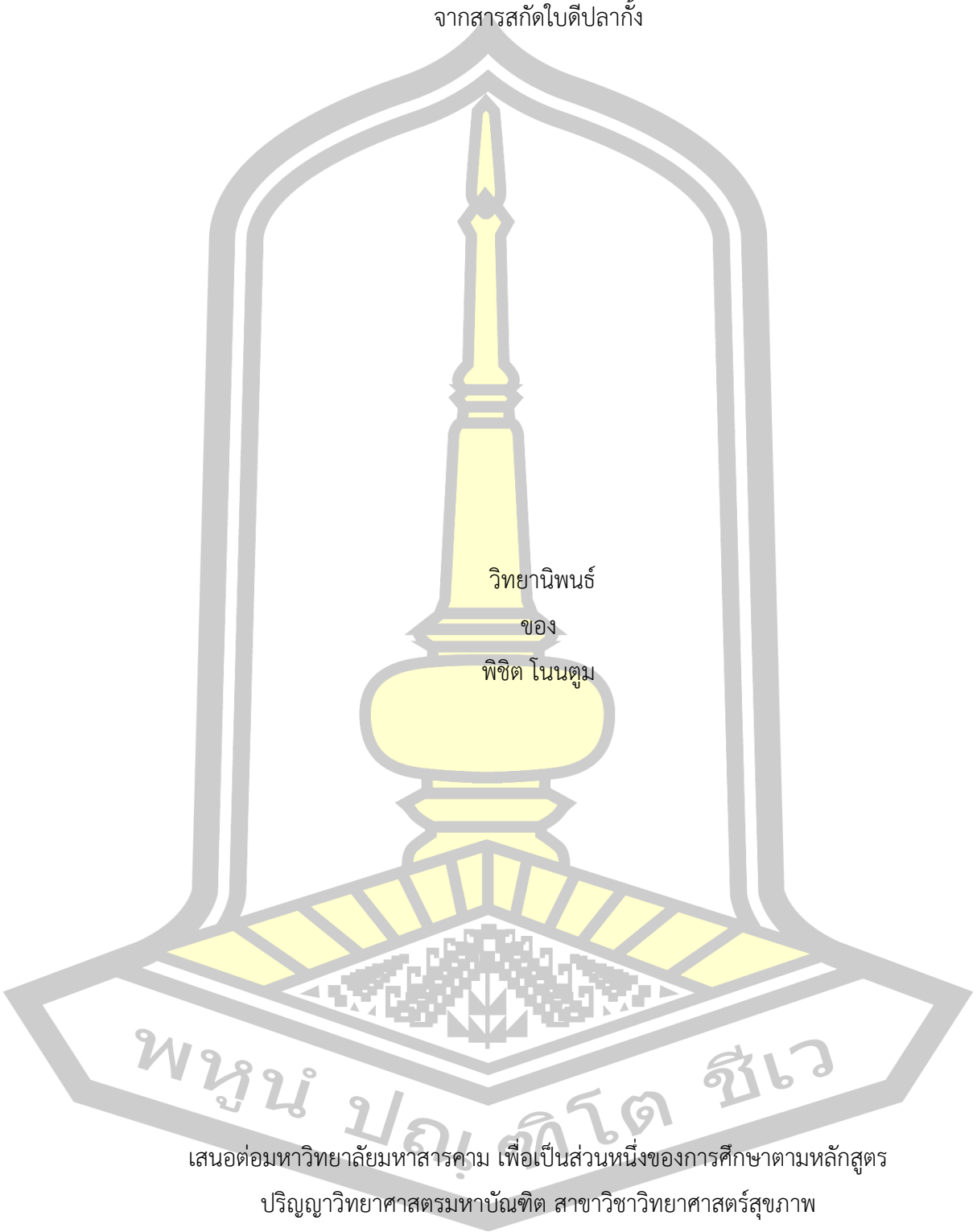
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

สิงหาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และ ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส จากสารสกัดใบดีปลากั้ง



วิทยานิพนธ์

ของ

พิชิต โนนตูม

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

สิงหาคม 2562

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Antioxidant and α- Glucosidase Inhibitory Activities of *Phlogacanthus pulcherrimus* (T. Anderson) Leaf Extract

Pichit Noontum

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Science (Health Science)

August 2019

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายพิชิต โนนตูม แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รศ. ดร. ปราโมทย์ ทองกระจาย)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อ. ดร. อำภา คนชื่อ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผศ. ดร. สมจินตนา ทั่วทิพย์)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. ธีรพร กทิศาสตร์)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รศ. ดร. ชูศรี ตลับมุข)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(ผศ. นพ. เทพลักษ์ ศิริธนะวุฒิชัย)
คณบดีคณะแพทยศาสตร์

.....
(ผศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และ ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสจากสารสกัดใบดีปลากั้ง

ผู้วิจัย พิชิต โนนตูม

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร. อำภา คนซื่อ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมจินตนา ทั่วทิพย์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** วิทยาศาสตร์สุขภาพ

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสจากสารสกัดจากสมุนไพรดีปลากั้ง โดยใช้ส่วนของใบ ในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน ได้แก่ น้ำ, Hydro ethanol (PPTHE) และ 95% ethanol (PPTE) สารสกัดน้ำเตรียมโดย ใช้เครื่อง Water Bath (PPTWB) และเครื่อง Sonicator Bath (PPTSO) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยการหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม, การหาปริมาณฟีนอลรวม, การวัดความสามารถของ สารต้าน อนุมูลอิสระในการให้อิเล็กตรอนอิสระด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay, การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านออกซิเดชันโดยวิธี 2,2-diphenyl-1- picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay และ ABTS assay ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า สารสกัด PPTHE มีปริมาณฟีนอลรวมและฟลาโวนอยด์รวม มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 16.36±0.45 mgQE/gExt และ 10.82±0.54 mgGE/gExt และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ เมื่อทดสอบด้วยวิธี ABTS assay มีค่า IC_{50} 0.63±0.04 mg/mL และยังมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากกว่าสารสกัด PPTWB, PPTSO และสารสกัด PPTE อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้สารสกัด PPTE เมื่อทดสอบด้วยวิธี FRAP assay และวิธี DPPH assay พบว่า ความสามารถในการรีดิวซ์สารอนุมูลอิสระที่ดีที่สุด คือ เท่ากับ 23.61±0.54 mgTE/gExt และมีค่า IC_{50} 4.60±0.20 mg/mL ตามลำดับ แต่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้น้อยกว่า Ascorbic acid และ Trolox การวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส พบว่า สารสกัด PPTSO มีความสามารถในการการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ดีที่สุด มีค่า IC_{50} 0.237±0.008 mg/mL และมีความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ดีกว่า Acarboses มีค่า IC_{50} 1.0543±0.11 จากผลการวิจัยนี้แสดงศักยภาพของสารสกัดจากใบดีปลากั้ง ด้วยตัวทำละลายเอทานอล 50% มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่

ดี ส่วนสารสกัดด้วยน้ำโดยการต้มด้วยเครื่อง Sonicator Bath ดังนั้นควรศึกษาเพื่อหาโครงสร้างสารสำคัญ กลไกการออกฤทธิ์ และความปลอดภัย เพื่อพัฒนาเป็นยารักษาหวานต่อไป

คำสำคัญ : ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, เอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส, ปริมาณฟีนอลิกและปริมาณฟลาโวนอยรวม, ดีปลากั้ง

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

TITLE Antioxidant and α- Glucosidase Inhibitory Activities of *Phlogacanthus pulcherrimus* (T. Anderson) Leaf Extract

AUTHOR Pichit Noontum

ADVISORS Ampa Konsue , Ph.D.

Assistant Professor Somjintana Tourtip , Ph.D.

DEGREE Master of Science **MAJOR** Health Science

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2019

ABSTRACT

This study is experimental research was aimed to investigate antioxidant and α-glucosidase inhibitory activities of *Phlogacanthus pulcherrimus* (T. Anderson) leaf extract. By using the different solvents, including aqueous, 50% ethanol (PPTHE) and 95% ethanol (PPTE). The aqueous extracts are prepared by distilled water at 60°C in water bath (PPTWB) and sonication bath (PPTSO). By the total flavonoid contents (TFC), total phenolic contents (TPC), ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) and ABTS+ radical scavenging assay respectively. The results revealed that the PPTHE had the highest total phenolic and total flavonoid contents of 16.36 ± 0.45 mgQE / gExt and 10.82 ± 0.54 mgGE/gExt and the highest antioxidant capacity by ABTS assay with IC_{50} of 0.63±0.04 mg/mL and the highest antioxidant capacity than aqueous extract water bath (PPTWB) and sonicator bath (PPTSO) 95 % ethanolic extract (PPTE), all extracts showed significant ($p < 0.05$). In addition to PPTE had the highest antioxidant capacity by FRAP and DPPH assay with 23.61±0.54 mgTE/gExt and IC_{50} 4.60±0.20 mg/mL respectively. But the all extracts less than with antioxidant activity ascorbic and trolox ($P<0.05$). The α- glucosidase inhibitory activity showed that PPTSO was more potent to inhibit α-glucosidase emzyme than acarbose with IC_{50} 1.0543±0.11. The results suggest that the *Phlogacanthus pulcherrimus* (T. Anderson) leaf extracts by

using the 50% ethanol had showed more potent anti-oxidation, and sonicator bath (PPTSO) was stronger to α-glucosidase inhibitory activity. Therefore, chemical compound, mechanism of action, and toxicity for new drug development for clinical application in DM treatment should be further evaluated.

Keyword : Antioxidant, α-glucosidase, Total phenolic and Total flavonoid contents, Phlogacanthus pulcherrimus

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2561 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ทุนส่งเสริมและพัฒนาการวิจัย จากคณะแพทยศาสตร์ ประเภทบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท) ประจำปีงบประมาณ 2561

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก อาจารย์ ดร.อำภา คนซื่อ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมจินตนา ทั่วทิพย์ อาจารย์ที่ปรึกษารอง ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ นายแพทย์วิโรจน์ วิโรจนวัธน์ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสว่างแดนดิน นางเพ็ชรมะณี จันทร์อ่อน หัวหน้างานแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือก โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสว่างแดนดิน อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร ที่คอยสนับสนุนและให้โอกาสได้เข้าศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการทำวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ร่วมหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ และเจ้าหน้าที่คณะแพทยศาสตร์ทุกท่านที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือในการวิจัยด้วยดีตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การอบรมเลี้ยงดู ให้โอกาสทาง การศึกษาและให้กำลังใจตลอดมา ทำให้ผู้วิจัยมีกำลังใจในการทำวิจัยและดำเนินชีวิต

คุณค่าและประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน ตลอดจนบูรพาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ จนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

พิชิต โนนตูม

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ความสำคัญของการวิจัย 4

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.5 สถานที่ทำวิจัย 5

บทที่ 2 ปริทัศน์เอกสารข้อมูล 6

2.1 โรคเบาหวาน 6

2.2 ภาวะน้ำตาลในเลือด และการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด 8

2.2.1 สาเหตุของภาวะน้ำตาลในเลือดสูง 9

2.2.2 การวินิจฉัยภาวะน้ำตาลในเลือดสูง 9

2.2.3 การรักษาภาวะน้ำตาลในเลือดสูง 10

2.2.4 การป้องกันภาวะน้ำตาลในเลือดสูง 11

2.3 โรคเบาหวานกับทฤษฎีการแพทย์แผนไทย 12

2.4 อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ 15

2.4.1 อนุมูลอิสระ 15
2.4.2 สารต้านอนุมูลอิสระ 15
2.4.3 อนุมูลอิสระกับการเกิดโรคเบาหวาน 16
2.4.4 สารประกอบฟีนอลิก 17
2.4.5 สารประกอบฟลาโวนอยด์ 18
2.4.6 กลไกต้านการเกิดออกซิเดชันของฟลาโวนอยด์ 18
2.5. เอนไซม์แอลฟากลูโคสิเดส 20
2.6 สมุนไพรดีปลากั้ง 21
2.6.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ 22
2.6.2 สรรพคุณทางยาของสมุนไพรดีปลากั้ง 22
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 25
3.1 การเตรียมตัวอย่างสมุนไพร 25
3.2 การเตรียมสารสกัดสมุนไพร 25
3.3 การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรใบดีปลากั้ง 26
3.3.1 การหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม 27
3.3.2 การหาปริมาณฟีนอลิกรวม 27
3.3.3 การวัดความสามารถของสารสกัดในการต้านอนุมูลอิสระในการให้อิเล็กตรอนอิสระด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay 27
3.3.4 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านออกซิเดชันโดยการกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay 27
3.3.5 การทดสอบความสามารถในการต้านออกซิเดชันโดยการกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS radical cation decolorization assay 28
3.4 การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสของสารสกัดใบดีปลากั้ง 28
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 29

บทที่ 4 ผลการวิจัย 30
4.1 ปริมาณสารสกัดของสารสกัดใบดีปลากั้ง 30
4.2 ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมและฟีนอลิกรวม 31
4.3 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบดีปลากั้ง 32
4.4 การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสจากสารสกัดใบดีปลากั้ง 36
บทที่ 5 สรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 37
5.1 สรุป อภิปรายผล 37
5.1.1 ปริมาณสารสกัด (% yield) 37
5.1.2 ปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวม 37
5.1.3 ปริมาณสารฟีนอลิกรวม 38
5.1.4 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ 38
5.1.5 ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอมไซม์แอลฟากลูโคซิเดส 40
5.2 ข้อเสนอแนะ 41
5.2.1 ข้อเสนอแนะจากการศึกษาครั้งนี้ 41
5.2.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 42
บรรณานุกรม 43
ประวัติผู้เขียน 49

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1ปริมาณสารสกัดใบดีปลากั้ง จากน้ำโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ด้วยวิธีการต้มด้วยเครื่องต้ม Water Bath (PPTWB) ด้วยวิธีการต้มด้วยเครื่องต้ม Ultra Sonicator Bath (PPTSO) สกัดด้วย Hydro Ethanol (PPTHE) โดยใช้ 50% Ethanol และสารสกัดด้วย Ethanol (PPTE) โดยใช้ 95% Ethanol เป็นตัวทำละลาย 31

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบการคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกรวม, ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดใบดีปลากั้ง 33

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบ ความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส ของสารสกัดจากใบดีปลากั้ง 36

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพประกอบที่ 1 ดีปลากั้ง Phlogacanthus pulcherrimus T. Anders. A ต้น B. ใบ C.ดอก และ D. ผล 21

ภาพประกอบที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัด PPTWB, PPTSO, PPTHE และ PPTE 33

ภาพประกอบที่ 3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิครวม ของสารสกัดใบดีปลากั้ง PPTWB, PPTSO, PPTHE และ PPTE 34

ภาพประกอบที่ 4 ปริมาณความสามารถในการรีดิวซ์สารอนุมูลอิสระด้วยวิธี Ferrous Reducing Antioxidant Power (FRAP) assay ของสารสกัดใบดีปลากั้ง PPTWB, PPTSO, PPTHE และ PPTE 34

ภาพประกอบที่ 5 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay ของสารสกัดใบดีปลากั้ง PPTWB, PPTSO, PPTHE และ PPTE 35

ภาพประกอบที่ 6 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) assay ของสารสกัดใบดีปลากั้ง PPTWB, PPTSO, PPTHE และ PPTE 35

ภาพประกอบที่ 7 ความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสของสารสกัดใบดีปลากั้ง PPTWB, PPTSO, PPTHE และ PPTE 36

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

องค์ความรู้ด้านการแพทย์แผนไทย การแพทย์พื้นบ้าน และการแพทย์ทางเลือก มีบทบาทสำคัญในการเยียวยารักษาผู้ป่วย รวมถึงมีการนำมาเป็นทางเลือกในการส่งเสริม ป้องกันโรค มีการบูรณาการเข้าสู่ระบบบริการสาธารณสุขอย่างครบวงจร พัฒนาวิชาการด้านการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก พัฒนาระบบการบริการ จัดระบบองค์ความรู้ด้านการแพทย์แผนไทย อนุรักษ์และส่งเสริมภูมิปัญญา โดยครอบคลุมด้านการส่งเสริม การรักษา การฟื้นฟู และการป้องกัน (1) การนำสมุนไพรมาใช้ทดแทนยาแผนปัจจุบัน (2) ถือว่าได้รับการยอมรับจากประชาชนมากขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะผู้ป่วยโรคเรื้อรัง เช่น เบาหวาน ความดันโลหิตสูง หรือแม้กระทั่งในผู้ป่วยระยะสุดท้ายที่ยุติการรักษาทางการแพทย์แผนปัจจุบัน เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการรักษา (2,3) รวมทั้ง มีการนำมารักษาควบคู่กับการแพทย์แผนปัจจุบัน (3) ลดการใช้ยาเกินความจำเป็น นอกจากนี้สมุนไพร ยังถูกนำมาใช้ในแง่ของการป้องกันการเกิดโรค การส่งเสริมสุขภาพให้แข็งแรงในประชาชนทั่วไป เช่นการล้างพิษ การรับประทานสมุนไพรบำบัด ปรับสมดุลร่างการ สมุนไพรที่มีวิตามิน สมุนไพรเพื่อความงาม สมุนไพรชะลอวัย และต้านการเกิดอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคอื่นๆ ตามมา

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ โมเลกุลของสารที่สามารถจับกับตัวรับและสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของโมเลกุลสารอื่นๆได้ ปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวเนื่องกับการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนจากสารหนึ่งไปยังตัวออกซิไดซ์ ปฏิกิริยาดังกล่าวสามารถให้ผลิตภัณฑ์เป็นสารอนุมูลอิสระ (free radical) ซึ่งสารอนุมูลอิสระเหล่านี้จะเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่และทำลายเซลล์ของร่างกาย สารต้านอนุมูลอิสระจะเข้ายุติปฏิกิริยาลูกโซ่เหล่านี้ด้วยการเข้าจับกับสารอนุมูลอิสระและยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยถูกออกซิไดซ์ ดังนั้นสารต้านอนุมูลอิสระจึงถือเป็นตัวรีดิวซ์ที่สำคัญ สารต้านอนุมูลอิสระสามารถพบได้ในพืชหลายชนิด เช่น ไธออล กรดแอสคอร์บิก และโพลีฟีนอล ในภาวะที่ออกซิเดชันมากเกินไปจะทำให้เกิดโรคในมนุษย์ได้หลายโรค (4) การใช้สารต้านอนุมูลอิสระในทางเภสัชวิทยา พบว่า ในปัจจุบันมีการศึกษาอย่างละเอียดมากขึ้นในมุมของการรักษาโรคต่างๆ เช่น การรักษาภาวะโรคหลอดเลือดในสมองโรค neurodegenerative disease โรคมะเร็งและโรคเบาหวาน (4,5)

โรคเบาหวาน เป็นโรคที่เกิดจากความผิดปกติของระบบต่อมไร้ท่อที่พบบ่อยและเป็นปัญหาที่ร้ายแรงต่อภาวะสุขภาพของคนทั่วโลก โรคเบาหวาน เป็นภาวะที่เรื้อรังที่เกิดจากพันธุกรรม หรือมีความผิดปกติของการสร้างฮอร์โมนอินซูลินจากตับอ่อน หรือจากการที่ร่างกายมีการตอบสนองต่อ

ฮอร์โมนอินซูลินลดลงหรือ มีภาวะดื้อต่ออินซูลิน (5) หากมีน้ำตาลกลูโคสในกระแสเลือดสูงก็จะก่อให้เกิดโรคเบาหวานได้ ดังนั้น ร่างกายจึงต้องมีกลไกในการลดระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดให้อยู่ในระดับปกติ เช่น การกระตุ้นเบต้าเซลล์ให้หลั่งอินซูลิน การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส การขัดขวางการดูดซึมน้ำตาลกลูโคส และการเพิ่มกระบวนการนำน้ำตาลกลูโคสไปใช้ เป็นต้น ของกลไกที่สำคัญต่อการกระตุ้นให้เกิดภาวะน้ำตาลในเลือดสูงมากอีกกลไก คือ กลไกลที่เกิดจากเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส เนื่องจากเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส เป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ย่อยสารอาหารจำพวกแป้งให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเล็ก เพื่อร่างกายจะได้ดูดซึมนำไปใช้ เมื่อมีการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคสซิเดส จะทำให้การย่อยสารอาหารจำพวกแป้งในลำไส้เล็กน้อยลง ปริมาณน้ำตาลโมเลกุลเล็กที่เกิดขึ้นน้อยลง การดูดซึมน้ำตาลจากลำไส้เข้าสู่กระแสเลือดก็จะน้อยลง ในปัจจุบันมียาที่สามารถยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคสซิเดส คือ ยาแอลฟา-กลูโคซิเดส อินฮิบิเตอร์ (Alpha-glucosidase inhibitor) เป็นหมวดยาสังเคราะห์ที่ใช้รักษาโรคเบาหวานประเภทที่ 2 โดยจะใช้กลไกป้องกันมิให้ร่างกายย่อยคาร์โบไฮเดรตให้กลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเล็ก และพบว่าในธรรมชาติพืชหลายชนิดก็มีสารประเภทแอลฟา-กลูโคซิเดส อินฮิบิเตอร์อยู่ด้วย (5)

โรคเบาหวานทางการแพทย์แผนไทย เกิดจากความร้อนหรือไฟธาตุในร่างกาย เป็นเหตุและเหนี่ยวนำให้ธาตุอื่นๆ นั้นมีความผิดปกติตามมา ซึ่งความผิดปกติของธาตุนี้จะกำเริบ หย่อน หรือพิการขึ้นอยู่กับปัจจัยเสริม แต่ท้ายสุดของกลไกนั้น หากผู้ป่วยไม่สามารถคุมการเกิดโรคหรือการดำเนินโรคได้ เมื่อถึงจุดจบธาตุไฟจะเกิดความเสื่อม หย่อน หรือพิการ จะแสดงอาการของธาตุน้ำที่กำเริบขึ้น ส่งผลให้ธาตุลม และธาตุไฟอ่อนลงเรื่อยๆ ทำให้ธาตุดินถูกกระทบและเสียสมดุลของธาตุจนทำให้ธาตุแตกได้ (6) ปัจจุบันประชากรทั่วโลกได้ให้ความสนใจในการรักษาโรคเบาหวานด้วยการใช้สมุนไพรเพื่อควบคุมหรือลดระดับน้ำตาลในเลือด และลดภาวะแทรกซ้อนจากการใช้ยาแผนปัจจุบัน เนื่องจากพืชสมุนไพรที่นำมาใช้มีผลข้างเคียงและมีความเป็นพิษน้อยกว่าการใช้ยาแผนปัจจุบัน ประการสำคัญ คือ สมุนไพรหาได้ง่ายเพราะมีในท้องถิ่น ยาที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีราคาแพง ดังนั้นสมุนไพรจึงถือได้ว่าเป็นทางเลือกหนึ่งในการรักษาโรคเบาหวาน ซึ่งการใช้สมุนไพรในการรักษาโรคเบาหวานนั้นมีมาจากประสบการณ์ของบรรพบุรุษไทยที่สั่งสมและถูกถ่ายทอดกันมา โดยตามหลักทฤษฎีการแพทย์แผนไทยการใช้สมุนไพรในการรักษาโรคจะใช้หลักการทางเจ้าเรือน และวางยาตามรสยา โดยพบว่าสมุนไพรที่ใช้เป็นตำรับรักษาเบาหวานจะเป็นยารสขมและเปรี้ยวเป็นส่วนใหญ่ แต่ปัจจุบันมีการศึกษาในเชิงลึกในตำรับยา ตัวยาสมุนไพรที่ใช้รักษาเบาหวานพบว่ายังมีการศึกษาน้อยและไม่เป็นรูปธรรมเท่าที่ควร (6,7)

ดีปลากั้ง หรือชื่ออื่นดีปลาช่อน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Phlogacanthus pulcherrimus* T.Anderson. อยู่ในวงศ์ Acanthaceae นิยมนำยอดอ่อนและใบมารับประทานเป็นผักแกล้มกับน้ำพริก (11) สรรพคุณทางยาสมุนไพร เป็นผักพื้นบ้านจังหวัดอุบลราชธานี หมอพื้นบ้านมีการใช้ลำต้น

ต้มน้ำดื่ม ช่วยขับปัสสาวะ แก้ปัสสาวะขัด มีการนำสมุนไพรดีปลากั้งทั้งต้นมาประกอบเป็นยาตำรับรักษาในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวาน ขับปัสสาวะ บำรุงร่างกาย นอกจากนี้ยังพบว่า ยอดอ่อน ใบอ่อน มีรสขม นำมากินเป็นผัก เป็นอาหาร ช่วยเจริญอาหาร ซึ่งมีการกล่าวอ้างสรรพคุณในการลดระดับน้ำตาลในเลือดผู้ป่วยเบาหวาน ลดความดันโลหิต บำรุงกำลัง เนื่องจากเป็นสมุนไพรที่มีรสขม (8) อนึ่งยังไม่มีข้อมูลทางวิชาการทางการแพทย์ยืนยันผลในการรักษาเบาหวานของพืชชนิดนี้ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดความเข้าใจผิดและมีการใช้อย่างไม่ถูกวิธีในการใช้พืชชนิดนี้ เพื่อให้เกิดความมั่นใจ ในการใช้รวมถึงให้เกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในการนำมาใช้ จากรายงานการวิจัยพบว่าสมุนไพรที่อยู่ในวงศ์ Acanthaceae และสมุนไพรรสขมที่อยุ่ในวงศ์เดียวกันกับดีปลากั้งมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส ผู้วิจัยจึงสนใจและศึกษาสมุนไพรดีปลากั้งในส่วนของใบเนื่องจากประชาชนส่วนมากใช้ส่วนของใบกินเป็นผัก และศึกษาสรรพคุณในการลดระดับน้ำตาลในเลือด การรักษาเบาหวาน โดยศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรใบดีปลากั้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน เพื่อนำไปต่อยอดในการผลิตยารักษาโรคเบาหวานที่ได้จากผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติให้มีความปลอดภัยในการใช้ ตลอดจนมีราคาที่ไม่แพง และยังทำให้ประชาชนมีโอกาสมากขึ้นในการรักษาโรคเบาหวานด้วยสมุนไพรนำพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส มาประกอบอาหารในครัวเรือนรับประทานเป็นผักในชีวิตประจำวันได้ อีกทั้งได้ข้อมูลที่สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลในการเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของพืชชนิดอื่นในอนาคต อย่างไรก็ตามการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส ยังไม่พบการศึกษาในสมุนดีปลากั้งในส่วนใบที่สกัดด้วยน้ำ สกัดด้วยเอทานอล 50% และ สกัดด้วยเอทานอล 95% เพื่อให้ได้ข้อมูลทางวิชาการมากขึ้น ดังนั้นการวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสของสารสกัดจากใบดีปลากั้งที่สกัดด้วยน้ำ สกัดด้วยเอทานอล 50% และ สกัดด้วยเอทานอล 95% ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้นับว่าเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยโรคเบาหวานและบุลการทางการแพทย์และการสาธารณสุข รวมถึงเป็นทางเลือกในการใช้สมุนไพรดีปลากั้งมาใช้รักษาโรคเบาหวานโดยตรงและร่วมกับยาแผนปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส ของสารสกัดใบดีปลากั้งในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน

1.3 ความสำคัญของการวิจัย

1.3.1 ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยโรคเบาหวาน และบุคลลากรทางการแพทย์ และสาธารณสุขตลอดจนประชาชนทั่วไปเพิ่มขึ้น

1.3.2 เป็นทางเลือกในการนำสารสกัดตำรับสมุนไพรดีปลากั้งไปใช้ในการรักษาโรคเบาหวาน หรือนำมาใช้ร่วมกับยาแผนปัจจุบันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.3.3 เป็นแนวทางในการพัฒนาองค์ความรู้ทางวิชาการ และเผยแพร่ข้อมูลของสมุนไพรดีปลากั้งพัฒนาเป็นยาที่ใช้สำหรับรักษาเบาหวานให้มีประสิทธิภาพ

1.3.4 ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัย สามารถใช้เป็นฐานข้อมูลในการเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของพืชชนิดอื่น

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรใบดีปลากั้ง สกัดด้วยวิธีการต้มด้วยเครื่องต้ม Water Bathและเครื่องต้ม Ultra Sonicator Bath, สารสกัดHydro Ethanol และสารสกัด Ethanol โดยใช้การหาปริมาณฟีนอลลิกรวม การหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม และการวัดความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระในการให้อิเล็กตรอนอิสระด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านออกซิเดชันโดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay และการทดสอบความสามารถในการต้านออกซิเดชันโดยวิธี ABTS assay

1.4.1 พืชสมุนไพรที่ใช้สำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ ดีปลากั้งที่เลือกใบที่ไม่อ่อนและไม่แก่เกินไป (เพสลาด)

1.4.2 การสกัดสมุนไพรครั้งนี้สกัดในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน ได้แก่ สกัดด้วยน้ำโดยการต้มด้วยเครื่องต้ม Water Bath และเครื่อง Ultra Sonicator Bath หมักด้วย Hydro Ethanol และหมักด้วย Ethanol

1.4.3 ในการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรใบดีปลากั้งที่สกัดโดยตัวทำละลายที่แตกต่างกันโดยใช้การหาปริมาณฟีนอลลิกรวม, การหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม การวัดความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระในการให้อิเล็กตรอนอิสระ ด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay, การวิเคราะห์ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระโดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay และการทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTS assay

1.4.4 ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสของสารสกัดใบดีปลากั้ง สกัดในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน ทดสอบสารยับยั้งแอลฟา-กลูโคซิเดส โดยเปรียบเทียบกับ สารมาตรฐานอะคาร์โบส Acarbose® ซึ่งเป็นยารักษาโรคเบาหวาน

1.5 สถานที่ทำวิจัย

1.5.1 เตรียมตัวอย่างสมุนไพรและเตรียมสารสกัดสมุนไพรใบดีปลากั้ง สกัดในตัวทำละลายที่แตกต่างกันที่อาคารผลิตยาและยาสมุนไพร และห้องปฏิบัติการ ME-407 คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

1.5.2 ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรใบดีปลากั้งที่สกัดในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน ที่ศูนย์เครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 2
ปริทัศน์เอกสารข้อมูล

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส ของสารสกัด จากสารสกัดใบปลากั้ง ผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อนำเสนอการค้นคว้า รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 โรคเบาหวาน
2.2 น้ำตาลในเลือดสูงและการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด
2.3 โรคเบาหวานในทางทฤษฎีการแพทย์แผนไทย
2.4 อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ
2.5 เอนไซม์ แอลฟากลูโคสิเดส
2.6 สมุนไพรดีปลากั้ง
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โรคเบาหวาน

โรคเบาหวาน เป็นกลุ่มโรคเกี่ยวกับการเผาผลาญอาหารซึ่งมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงเป็นเวลานาน น้ำตาลในเลือดสูงก่อให้เกิดอาการปัสสาวะบ่อย กระหายน้ำ และความหิวเพิ่มขึ้น หากไม่ได้รับการรักษา เบาหวานอาจก่อให้เกิดอาการแทรกซ้อนจำนวนมาก ภาวะแทรกซ้อนเฉียบพลันได้แก่ ภาวะเลือดเป็นกรดจากคีโตน จากเบาหวาน (diabetic ketoacidosis) และโคม่าเนื่องจากออสโมลาร์สูงที่ไม่ได้เกิดจากคีโตน (nonketotic hyperosmolar coma) ภาวะแทรกซ้อนระยะยาวที่ร้ายแรงรวมถึงโรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง ไตวาย แผลที่เท้า และความเสียหายต่อตา (4,5) ทั่วโลกมีผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ถึง 90% ซึ่งเท่ากับ 8.3% ของประชากรผู้ใหญ่โดยมีอัตราเท่ากันในหญิงและชายในปี 2012 และ 2013 โรคเบาหวานเป็นเหตุ ให้มีผู้เสียชีวิต 1.5 ถึง 5.1 ล้านคนต่อปี เป็นสาเหตุการตายสูงสุดอันดับ8 โดยรวมแล้วเบาหวานเพิ่มความเสี่ยงต่อการตายอย่างน้อยสองเท่า จำนวนผู้ป่วยเบาหวานคาดว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 592 ล้านคน ในปี 2035 มูลค่าทางเศรษฐกิจของเบาหวานทั่วโลกที่ประเมินในปี 2013 อยู่ที่ 548 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ และ 245 พันล้านดอลลาร์สหรัฐในสหรัฐอเมริกา ในปี 2012 (15) เบาหวาน เกิดจากตับอ่อนผลิตอินซูลินไม่เพียงพอ (9) หรือเซลล์ร่างกายไม่ตอบสนองอย่างเหมาะสมต่ออินซูลินอย่างใดอย่างหนึ่ง น้ำตาลที่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายจะถูกนำไปเปลี่ยนเป็นพลังงานโดยการควบคุมของอินซูลิน เมื่ออินซูลินมีปัญหา จึงทำให้ไม่สามารถ

นำน้ำตาลไปใช้ได้ เป็นสาเหตุให้น้ำตาลตกค้างในกระแสเลือดมาก ไตจึงขับของเสียออกมาทางปัสสาวะ สามารถแบ่งโรคเบาหวานได้เป็นสามกลุ่ม ได้แก่

2.1.1 เบาหวานชนิดที่ 1 เกิดจากร่างกายผลิตอินซูลินได้ไม่เพียงพอ แบบนี้อดีตเคยเรียกว่าเบาหวานชนิดพึ่งอินซูลิน หรือเบาหวานวัยแรกรุ่นสาเหตุของการเกิดโรคยังไม่ทราบ

2.1.2 เบาหวานชนิดที่ 2 เริ่มขึ้นจากการดื้อต่ออินซูลิน คือ ภาวะที่เซลล์ไม่สามารถตอบสนองต่ออินซูลินอย่างเหมาะสม เมื่อโรคดำเนินไป อาจมีการขาดอินซูลิน ด้วยแบบนี้ในอดีตเคยเรียก เบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน หรือ "เบาหวานที่เกิดในผู้ใหญ่" สาเหตุหลักเกิดจากน้ำหนักกายเกินและออกกำลังกายไม่เพียงพอ

2.1.3 เบาหวานระหว่างมีครรภ์ เป็นแบบที่เกิดเมื่อหญิงมีครรภ์ซึ่งไม่เคยมีประวัติเบาหวานมาก่อนมีระดับน้ำตาลในเลือดสูง

อาการของโรคเบาหวาน โรคเบาหวานในระยะแรกจะไม่แสดงอาการผิดปกติ บางรายอาจตรวจพบโรคเบาหวานเมื่อพบภาวะแทรกซ้อนแล้ว อาการของโรคเบาหวานแต่ละชนิดอาจมีความคล้ายกัน ซึ่งอาการที่พบส่วนใหญ่ คือ กระหายน้ำมาก ปากแห้ง ปัสสาวะบ่อย หิวบ่อย น้ำหนักลดหรือเพิ่มผิดปกติ สายตาพร่ามัว เห็นภาพไม่ชัด รู้สึกเหนื่อยง่าย มีอาการชาโดยเฉพาะมือและขา บาดแผลหายยาก (4,9) เป็นต้น ทั้งนี้ อาการของโรคเบาหวานประเภทที่ 1 จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่โรคเบาหวานประเภทที่ 2 จะแสดงอาการแบบค่อยเป็นค่อยไป ส่วนโรคเบาหวานขณะตั้งครรภ์มักเกิดขึ้นในช่วงอายุครรภ์ประมาณ 24-28 สัปดาห์

การรักษาโรคเบาหวาน การรักษาผู้ป่วยเบาหวานในประเภทที่ 1 จำเป็นต้องได้รับฮอร์โมนอินซูลินเข้าไปทดแทนในร่างกายด้วยการฉีดยาเป็นหลัก ควบคู่ไปกับการคุมอาหารและออกกำลังกายที่เหมาะสม ในขณะที่โรคเบาหวานประเภทที่ 2 หากเป็นในระยะแรก ๆ สามารถรักษาได้ด้วยการรับประทานอาหารที่เหมาะสม การออกกำลัง และควบคุมน้ำหนัก หากอาการไม่ดีขึ้น แพทย์อาจให้ยาควบคู่ไปด้วย หรือฉีดอินซูลินเข้าไปทดแทน สำหรับผู้เป็นโรคเบาหวานขณะตั้งครรภ์ ควรเข้าฝากครรภ์กับแพทย์ตั้งแต่ในระยะแรก พร้อมทั้งควบคุมอาหารที่รับประทาน และออกกำลังกายตามคำแนะนำของแพทย์ นอกจากนี้ ในกรณีที่ผู้ป่วยเกิดแผลเบาหวานที่เท้า แพทย์อาจให้ผู้ป่วยใส่อุปกรณ์ป้องกันแผล เช่น รองเท้าสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน เฝือก หรือผ้าพันแผล เป็นต้น หากแผลเริ่มมีลักษณะรุนแรงขึ้น แพทย์อาจวางแผนการรักษาตามเหมาะสมขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของแผลเบาหวาน ที่เป็น ทั้งนี้ หากรักษาแล้วอาการไม่ดีขึ้นแพทย์อาจต้องตัดอวัยวะทิ้งเพื่อป้องกันอาการลุกลาม ภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน (9)

โรคเบาหวานเป็นโรคที่ส่งผลให้ผู้ป่วยมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงมากกว่าปกติ หากไม่มีการควบคุมในเรื่องของการรับประทานอาหาร และดูแลรักษาสุขภาพอย่างถูกวิธี ปล่อยให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นเป็นเวลานาน จะส่งผลต่อเส้นเลือดที่นำสารอาหารไปเลี้ยงอวัยวะในร่างกายจนนำไปสู่

ภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ ทั้งโรคแทรกซ้อนชนิดที่เกิดกับเส้นเลือดขนาดเล็ก เช่น เบาหวานขึ้นตา โรคไต เป็นต้น หรือโรคแทรกซ้อนชนิดที่เกิดกับเส้นเลือดขนาดใหญ่ เช่น โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง โรคเส้นเลือดแดงส่วนปลายอุดตัน เป็นต้น รวมไปถึงโรคแทรกซ้อนที่ระบบประสาทและที่สามารถทำให้ผู้ป่วยต้องสูญเสียอวัยวะบางส่วน นอกจากนี้ สตรีมีครรภ์ที่เป็นโรคเบาหวานจะเพิ่มความเสี่ยงต่อภาวะครรภ์เป็นพิษ การแท้งบุตรได้

การป้องกันโรคเบาหวาน สิ่งสำคัญของการป้องกันโรคเบาหวานทุกชนิด คือ ต้องคอยหมั่นระวังระดับน้ำตาลในเลือดและคอเลสเตอรอลให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ เน้นการรับประทานอาหารที่มีประโยชน์และสารอาหารครบถ้วน มีกากใยสูง หลีกเลี่ยงการดื่มแอลกอฮอล์ และการสูบบุหรี่ รวมถึงการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ หากเป็นสตรีมีครรภ์ควรเข้ารับการฝากครรภ์ตั้งแต่เนิ่น ๆ พบแพทย์ตามนัดอย่างสม่ำเสมอ และได้รับการตรวจคัดกรองเบาหวานหากมีความเสี่ยง เพื่อสามารถตรวจพบโรคเบาหวานได้ในระหว่างการตั้งครรภ (9,10)

2.2 ภาวะน้ำตาลในเลือด และการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

น้ำตาลในเลือดสูง (Hyperglycemia) เป็นภาวะที่ร่างกายมีระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดสูงกว่าปกติ โดยทั่วไปการตรวจจะใช้เกณฑ์วัดระดับน้ำตาลก่อนรับประทานอาหารในตอนเช้า ผู้ที่เข้ารับการตรวจต้องอดอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมงในคืนก่อนตรวจ ซึ่งระดับน้ำตาลที่ปกติ คือ ประมาณ 70-100 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร แต่หากค่าที่ได้สูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรขึ้นไป จะเสี่ยงต่อการเป็นเบาหวาน (16) ส่วนผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะน้ำตาลในเลือดสูงและไม่ได้รับการรักษานั้นอาจก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อน โดยส่งผลให้เส้นประสาท หลอดเลือด หรืออวัยวะต่าง ๆ ถูกทำลายจนมีปัญหาสุขภาพร้ายแรงตามมาได้ อาการน้ำตาลในเลือดสูงมักไม่มีอาการบ่งบอกในช่วงแรก แต่เริ่มสังเกตเห็นความผิดปกติได้เมื่อระดับน้ำตาลสูงเกิน 200 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรขึ้นไป อาจใช้เวลาหลายวันไปจนถึงหลายสัปดาห์ จึงจะแสดงอาการอย่างค่อยเป็นค่อยไป บางรายที่ป่วยด้วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เป็นเวลานานอาจไม่มีอาการผิดปกติ แม้จะมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น อย่างไรก็ตามอาการของภาวะน้ำตาลในเลือดสูงที่พบได้บ่อย เช่น อาการในช่วงเริ่มต้นสังเกตได้จากปัสสาวะบ่อย โดยเฉพาะในช่วงกลางคืน มองเห็นไม่ชัด กระหายน้ำมาก ปวดศีรษะ เหนื่อยง่าย ผู้ที่มีระดับน้ำตาลสูงขึ้น และไม่ได้รับการรักษาอย่างถูกวิธีอาจเกิดภาวะเลือดเป็นกรดจากการสะสมของสารคีโตน (Ketones) ซึ่งเป็นของเสียในเลือดและปัสสาวะ ทำให้มีอาการอื่นตามมา เช่น ลมหายใจมีกลิ่นคล้ายผลไม้ หายใจสั้นปากแห้ง คลื่นไส้ อาเจียนแผลหายช้ากว่าปกติติดเชื้อบริเวณช่องคลอดหรือผิวหนัง เส้นประสาทเสียหาย ส่งผลให้มีอาการเท้าเย็นจนปวดหรือไม่มีความรู้สึก ขนขาร่วง หรือหย่อนสมรรถภาพทางเพศ มีปัญหาเกี่ยวกับกระเพาะอาหารและลำไส้ เช่น ท้องผูกหรือท้องเสียเรื้อรังมี

ปัญหาเกี่ยวกับดวงตา หลอดเลือด หรือไต นอกจากนี้ผู้ที่มีอาการอาเจียนหรือท้องเสียเรื้อรัง แม้แต่กรณีที่รับประทานอาหารหรือน้ำได้ตามปกติ ไข้ขึ้นนานกว่า 24 ชั่วโมง ควบคุมระดับน้ำตาลไม่ได้ หรือมีระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่า 240 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรขึ้นไปแม้รับประทานยาโรคเบาหวานอย่างต่อเนื่อง ควรรีบไปพบแพทย์ เพื่อตรวจดูอาการอย่างละเอียด (11)

2.2.1 สาเหตุของภาวะน้ำตาลในเลือดสูง

ผู้ที่มีภาวะน้ำตาลในเลือดสูงมักมีสาเหตุมาจากโรคเบาหวานเป็นหลัก เพราะผู้ป่วยโรคเบาหวานนั้นมีระดับน้ำตาลสูงขึ้นได้ง่าย เนื่องจากร่างกายมีฮอร์โมนอินซูลินไม่เพียงพอ หรือเกิดภาวะดื้ออินซูลิน ทำให้การควบคุมระดับน้ำตาลผิดปกติ ต่างจากคนทั่วไปที่ฮอร์โมนอินซูลินจะถูกผลิตและหลั่งจากตับอ่อนหลังมื้ออาหาร โดยทำหน้าที่เป็นตัวนำน้ำตาลในเลือดเข้าสู่เซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกายเพื่อเผาผลาญเป็นพลังงาน ส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลงในระดับปกติ นอกจากนี้ ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจกระตุ้นให้ผู้ป่วยโรคเบาหวานเกิดภาวะนี้ได้ง่าย เช่น ได้รับฮอร์โมนอินซูลิน หรือรับประทานยาเบาหวานไม่เพียงพอ ไม่ควบคุมอาหาร มีพฤติกรรมการใช้ชีวิตเฉื่อยชา ไม่ค่อยได้ออกแรง ได้รับบาดเจ็บหรือเข้ารับการผ่าตัด รับประทานยาสเตียรอยด์ (16,17) ส่วนผู้ที่ไม่ได้เป็นโรคเบาหวานก็เกิดภาวะนี้ได้เช่นกัน โดยอาจมีสาเหตุมาจากโรคหรือพฤติกรรมการใช้ชีวิตบางอย่าง เช่น โรคตับอ่อนอักเสบ โรคมะเร็งตับอ่อน ภาวะต่อมไทรอยด์ทำงานเกิน การเปลี่ยนแปลงของร่างกายอย่างรุนแรงหรือรวดเร็ว เช่น ภาวะหัวใจวาย โรคหลอดเลือดสมอง การได้รับบาดเจ็บ หรืออาการเจ็บป่วยชนิดรุนแรง ซึ่งอาจทำให้ภาวะน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นชั่วคราว

2.2.2 การวินิจฉัยภาวะน้ำตาลในเลือดสูง

แพทย์จะวินิจฉัยภาวะนี้จากการตรวจระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดเป็นหลัก โดยพิจารณาร่วมกับข้อมูลด้านอื่นของผู้ป่วย เช่น อาการผิดปกติที่พบ ประวัติทางการแพทย์ พฤติกรรมการใช้ชีวิต การตรวจร่างกาย เป็นต้น ซึ่งวิธีการตรวจเลือดเบื้องต้นทำได้หลายวิธีและ มีขั้นตอนไม่ยุ่งยาก เช่น การตรวจระดับน้ำตาลแบบสุ่มตรวจ (Random Blood Sugar) เป็นการเจาะเลือดในช่วงเวลาใดก็ได้ ค่าระดับน้ำตาลในเลือดปกติควรอยู่ที่ประมาณ 70-125 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร แต่จำเป็นต้องใช้วิธีอื่นช่วยยืนยันผลอีกครั้ง เนื่องจากเกิดความคลาดเคลื่อนได้สูงกว่าการตรวจอื่น ๆการตรวจระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมง (Fasting Blood Glucose) เป็นการตรวจระดับน้ำตาลในเลือดหลังจากอดอาหารและน้ำเป็นเวลาอย่างต่ำ 8 ชั่วโมง มักตรวจในช่วงเช้าของวัน โดยค่าระดับน้ำตาลในเลือดปกติควรต่ำกว่า 100 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร หากอยู่ระหว่าง 100-125 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร อาจอยู่ในภาวะเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน และเมื่อสูงกว่าหรือเท่ากับ 126 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร จะถือว่าเป็นโรคเบาหวาน การตรวจน้ำตาลเฉลี่ยสะสม (Glycohemoglobin A1c) เป็นการตรวจระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดช่วง 2-3 เดือนก่อนการเข้ารับการตรวจ ซึ่งค่าปกติมีระดับต่ำกว่า 5.7% หากอยู่ในช่วง 5.7-6.4% จะมีความเสี่ยงเป็นโรคเบาหวาน และหากมีค่าน้ำตาล

เฉลี่ยสะสมตั้งแต่ 6.5% ขึ้นไป แสดงว่าผู้ป่วยเป็นโรคเบาหวานการทดสอบการตอบสนองของฮอร์โมนอินซูลินต่อระดับน้ำตาลในเลือด (Oral Glucose Tolerance Test) เป็นการตรวจระดับน้ำตาลในเลือดหลังการดื่มน้ำที่มีน้ำตาลกลูโคสละลายในปริมาณและระยะเวลาที่กำหนด วิธีนี้นิยมใช้ตรวจโรคเบาหวานขณะตั้งครรภ์ สำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานอาจมีเกณฑ์จำแนกที่แสดงถึงภาวะนี้แตกต่างกันเล็กน้อย ดังนี้

ผู้ที่มีอายุไม่เกิน 59 ปี และไม่มีโรคประจำตัวหรือความผิดปกติของร่างกาย ค่าระดับน้ำตาลในเลือดควรอยู่ระหว่าง 80-120 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้น และมีโรคประจำตัวหรือความผิดปกติของร่างกาย เช่น โรคหัวใจ โรคไต หรือโรคตับ มีแนวโน้มหรือเคยเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ (Hypoglycemia) ค่าระดับน้ำตาลในเลือดควรอยู่ระหว่าง 100-140 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ทั้งนี้ การวินิจฉัยภาวะน้ำตาลในเลือดสูงจากการตรวจเลือดตามข้างต้นเป็นเกณฑ์ทั่วไป ที่นิยมใช้ ซึ่งค่าระดับน้ำตาลในเลือดที่ใช้เป็นเกณฑ์วัดควรพิจารณาจากปัจจัยของแต่ละบุคคลประกอบกันด้วย เพราะบุคคลบางกลุ่มอาจมีระดับน้ำตาลในเลือดแตกต่างจากคนปกติ ได้แก่ หญิงตั้งครรภ์ ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่มีภาวะแทรกซ้อน และผู้สูงอายุ

2.2.3 การรักษาภาวะน้ำตาลในเลือดสูง

ภาวะน้ำตาลในเลือดสูงนั้นรักษาหรือควบคุมให้เป็นปกติได้ ซึ่งจะมีวิธีแตกต่างกันตามแต่ละบุคคล โดยพิจารณาจากสาเหตุที่ทำให้เกิดความรุนแรงและความเสี่ยงด้านสุขภาพของผู้ป่วยเป็นหลัก ผู้ที่มีภาวะน้ำตาลในเลือดสูงไม่รุนแรง หรืออยู่ในภาวะเสี่ยงต่อโรคเบาหวานส่วนใหญ่มักได้รับคำแนะนำจากแพทย์ให้ควบคุมอาหาร ปรับพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวัน หรือรับการรักษาเพิ่มเติม

สำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 1 และผู้ที่มีความเสี่ยงสูงจะรักษาโดยการให้ฮอร์โมนอินซูลินเป็นหลัก ส่วนผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 2 นั้นเริ่มรักษาจากการปรับพฤติกรรมการรับประทานอาหารและฉีดยา บางครั้งอาจได้รับฮอร์โมนอินซูลินควบคู่ไปด้วย แต่หากเป็นผู้ป่วยที่มีภาวะน้ำตาลในเลือดสูงจากโรคหรือความผิดปกติของร่างกายจะต้องรักษาที่ต้นเหตุ เพื่อปรับระดับน้ำตาลในเลือดให้กลับสู่ภาวะปกติ และบางรายอาจได้รับฮอร์โมนอินซูลินในระหว่างการรักษาไปพร้อมกัน อย่างไรก็ตาม แพทย์จะพิจารณาจากตัวผู้ป่วยก่อนเป็นขั้นแรก เพื่อปรับแผนการรักษาให้เหมาะกับสถานการณ์ เบื้องต้นมักแนะนำให้ปรับพฤติกรรมด้านอื่นไปพร้อมกันกับการรักษา ซึ่งวิธีการรักษาภาวะน้ำตาลในเลือดสูงที่ไม่รุนแรงมักมีแนวทาง ดังนี้

ปรับพฤติกรรมการรับประทานอาหารและดื่มน้ำให้มากขึ้น แพทย์หรือนักโภชนาการจะช่วยดูแลและให้คำแนะนำด้านการกินอาหารที่ถูกต้อง โดยคำนึงถึงความเสี่ยงด้านสุขภาพของผู้ป่วยแต่ละคนควบคู่กัน เช่น ลดอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต หรือดื่มน้ำให้เพียงพอในแต่ละวัน เพราะน้ำจะช่วยขจัดน้ำตาลออกจากร่างกายผ่านทางปัสสาวะและป้องกันภาวะขาดน้ำ

ออกกำลังกายเป็นประจำ การออกกำลังกายหรือเคลื่อนไหวร่างกายบ่อย ๆ ช่วยเพิ่มการใช้พลังงาน ทำให้น้ำตาลถูกนำออกมาใช้ แต่ผู้ที่มีโรคประจำตัวบางชนิดควรระมัดระวังในการเลือกประเภทของการออกกำลังกาย โดยอาจขอคำแนะนำจากแพทย์ในเบื้องต้น ทั้งนี้ ผู้ป่วยโรคเบาหวานที่ตรวจพบคีโตนในปัสสาวะนั้นไม่ควรออกกำลังกาย ซึ่งภาวะนี้มักพบในผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดที่ 1 มากกว่าชนิดที่ 2

เปลี่ยนชนิดของยา ยาบางชนิดมีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือด ผู้ป่วยโรคเบาหวานหรือโรคอื่น ๆ ที่มีภาวะนี้อาจได้รับการปรับเปลี่ยนชนิดและปริมาณยาที่ใช้ เพื่อลดผลข้างเคียงและความเสี่ยงด้านสุขภาพ ควบคุมระดับน้ำตาลให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ การตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือดเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยควบคุมอาการไม่ให้แย่ลง ผู้ป่วยควรจดบันทึกและตรวจระดับน้ำตาลในเลือดอย่างสม่ำเสมอ เพื่อช่วยให้แพทย์ติดตามการรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งยังเป็นการเตือนตัวเองให้คอยควบคุมระดับน้ำตาล (10,11)

ภาวะแทรกซ้อนของภาวะน้ำตาลในเลือดสูง ผู้ที่ปล่อยให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงอย่างต่อเนื่องและไม่ได้รับการรักษาที่ถูกต้องอาจ เสี่ยงเกิดภาวะแทรกซ้อนต่ออวัยวะต่างๆ ของร่างกายตามมา เช่น การทำงานของไตเสื่อมลงจนอาจเกิดไตวาย โรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งอาจเพิ่มความเสี่ยงให้เกิดอาการหัวใจวาย โรคหลอดเลือดสมอง หรือโรคเส้นเลือดแดงส่วนปลายอุดตันเส้นประสาทถูกทำลายและทำงานผิดปกติ ทำให้รู้สึกปวดแสบปวดร้อน เจ็บเหมือนเข็มทิ่ม และการรับรู้สึกเปลี่ยนแปลงไป โรคทางตา หรือเกิดความผิดปกติกับดวงตาที่เรียกว่าเบาหวานขึ้นตา เช่น จอประสาทเสียหาย โรคต้อหิน โรคต้อกระจก เป็นต้น สำหรับภาวะแทรกซ้อนร้ายแรงและมักพบได้บ่อยในผู้ป่วยโรคเบาหวานได้ เช่น ภาวะกรดคั่งในเลือดจากสารคีโตน (Diabetic Ketoacidosis) เกิดจากร่างกายมีฮอร์โมนอินซูลินไม่เพียงพอ ทำให้เซลล์ขาดพลังงานและ ต้องสลายไขมันมาใช้เป็นพลังงาน โดยในระหว่างกระบวนการนี้จะเกิดสารคีโตนที่เป็นพิษขึ้นในเลือด และบางส่วนตรวจพบได้ในปัสสาวะ หากปล่อยให้ร่างกายอยู่ในสภาพนี้นานเกินไปจะเสี่ยงต่ออาการโคม่าและเสียชีวิตได้ ภาวะโคม่าจากน้ำตาลในเลือดสูง (Hyperglycemic Hyperosmolar Syndrome) เป็นภาวะที่ร่างกายผลิตฮอร์โมนอินซูลินตามปกติ แต่ไม่สามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ จึงไม่อาจนำน้ำตาลหรือไขมัน มาเป็นพลังงาน ส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มสูงกว่า 600 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร โดยน้ำตาลบางส่วนจะถูกขับออกทางปัสสาวะ และเป็นสาเหตุให้ถ่ายปัสสาวะบ่อยขึ้น และอาจนำไปสู่ภาวะขาดน้ำรุนแรงจนเสียชีวิตหรืออยู่ในอาการโคม่า (9,11)

2.2.4 การป้องกันภาวะน้ำตาลในเลือดสูง

ระดับน้ำตาลในเลือดเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา การป้องกันที่ดีจึงอยู่ที่ความใส่ใจในเรื่องการรับประทานอาหาร ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ดูแลสุขภาพร่างกายให้แข็งแรง รักษาสุขอนามัยพื้นฐาน และตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือดเป็นประจำ ผู้ที่มีโรคประจำตัวหรือเป็น

โรคเบาหวานนั้นควรรับประทานยาและไปพบแพทย์อย่างสม่ำเสมอ และหากพบความผิดปกติของระดับน้ำตาลในเลือด ควรปรึกษาแพทย์เพื่อขอคำแนะนำในการควบคุมหรือป้องกันอาการไม่ให้แย่ลง

2.3 โรคเบาหวานกับทฤษฎีการแพทย์แผนไทย

การแพทย์แผนไทยและการแพทย์แผนโบราณ กล่าวถึงโรคเบาหวาน เป็นโรคที่มีมาตั้งแต่สมัยพุทธกาล ซึ่งระบุไว้ในบทสวดคิริมานนท์สูตรหรือที่ชาวพุทธเรียกว่า “อาพาธสูตร” ว่าด้วยการหายอาพาธของพระคิริมานนท์ กล่าวถึงโรคเบาหวาน แปลมาจากคำว่า มธุเมโห หรือโรคมธุเมห (เบาหวาน) คือ โรคที่มูตร (ปัสสาวะ) เหมือนน้ำผึ้ง (น้ำหวาน) ไหลซึมออกมา มีหลายชนิด หรือมีรสหวานเหมือนกับน้ำผึ้ง เวลาหิวมีเหงื่อมากซึมออกมาอีกทั้งการมีระดับน้ำตาลในเลือดสูง มีผลทำให้เกิดภาวะโลหิตพิการ (โลหิตทำหน้าที่ไม่สมบูรณ์) และเมื่อสะสมเรื้อรัง (14) ไม่ได้รับการรักษาก็จะเข้าสู่ภาวะโลหิตเป็นพิษ ซึ่งจะส่งผลเสียต่อร่างกาย เช่น ไตวาย กล้ามเนื้อหัวใจวาย สมองพิการ ปลายประสาทอักเสบ ประสาทตาหรือจอตาเสื่อม เท้ามีเนื้อตายเน่า มือเท้าชา โดยทฤษฎีการแพทย์แผนไทยมีการอธิบายถึงสาเหตุที่ทำให้ตับอ่อนทำงานไม่ปกติหลักๆ คือ

มีการติดขัด เกิดการอุดตันปิดกั้นในกระบวนการผลิตและหลั่งอินซูลิน ของเสมหะภายในเซลล์ของตับอ่อน ภาวะเช่นนี้มักเกิดกับผู้ที่ชอบกินอาหารหวาน อาหารมัน ขาดการออกกำลังกาย มักมีอารมณ์เครียด ผู้ที่มีภาวะปิตตะหย่อน ไขมันเกาะตับ หรือความดันสูง ซึ่งในกรณีมีการติดขัดหรือเกิดการอุดตันปิดกั้นในกระบวนการผลิตและหลั่งฮอร์โมนอินซูลิน มีภาวะปิตตะหย่อน ควรใช้ยารสขม เผ็ดหอม ร้อน

มีพิษสะสมอยู่บริเวณตับอ่อนและเกิดการอักเสบขึ้น ทำให้เซลล์ที่ทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนเสียหายไม่สามารถทำหน้าที่ได้ ภาวะเช่นนี้มักเกิดในผู้ที่มีภาวะภูมิแพ้ ผู้ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ มีภาวะโลหิตเป็นพิษ เด็กบางคนที่ได้รับพิษทางโลหิตจากมารดา ในกรณีมีพิษสะสมอยู่บริเวณตับอ่อนหรือผู้ที่มีภาวะภูมิแพ้ ควรใช้ยาขับพิษ กระทุ้งพิษ บำรุงตับ ใช้ยาที่มีรสขม เย็น (17,18) ปัจจุบันการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือกเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ผู้ป่วยเบาหวานเลือกมาเป็นตัวเลือกในการรักษาเยียวยาตนเอง (20) ในประเทศไทย สมุนไพรที่สามารถนำมาใช้กับผู้ป่วยโรคเบาหวานสามารถใช้ลดน้ำตาลในเลือด เป็นสมุนไพรที่มีรสขม แต่ปัจจุบันสมุนไพรถูกนำมาใช้อย่างผิดวิธี หรือใช้ตามความเข้าใจของคนไข้เบาหวานเอง ซึ่งอาจจะส่งให้เกิดผลข้างเคียงมากกว่าประโยชน์ จึงทำให้สมุนไพรถูกมองว่าไม่ควรนำมาใช้ในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวาน (19) อย่างไรก็ตามปัจจุบันมีการศึกษาสมุนไพรที่มีคุณสมบัติลดระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มมากขึ้น และเป็นที่ยอมรับมากขึ้น หากแต่ต้องได้รับการดูแลรักษาจากแพทย์แผนไทย หรือเจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่มีความรู้อย่างใกล้ชิดเพื่อการใช้อย่างถูกวิธีและมีประสิทธิผลอย่างชัดเจน

การใช้ยาสมุนไพรรักษาเบาหวานตามรสยาในทฤษฎีการแพทย์แผนไทยการนำรสยามาใช้เป็นเครื่องบ่งชี้สรรพคุณของยาสมุนไพรเป็นความชาญฉลาดของหมอยาโบราณที่ได้เรียนรู้จากการสังเกต การลองผิดลองถูกในการปรุงยาและการใช้ยาสมุนไพรรักษาโรคจนค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างสรรพคุณของยาสมุนไพรกับรส กลิ่น สัมผัส และปฏิกิริยาของร่างกายจึงมีการนำเอาข้อค้นพบดังกล่าวมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาบ่งชี้สรรพคุณยา เรียกรวมกันว่ารสยา

การเยียวยารักษาอาการเจ็บป่วยของการแพทย์แผนไทยเป็นความรู้เชิงประสบการณ์ที่เกิดจากการเกิด การเจ็บป่วย โดยตามหลักการแพทย์แผนไทย ร่างกายประกอบด้วยธาตุทั้ง 4 ประการ คือ ปถวีธาตุ อาโปธาตุ วาโยธาตุ และเตโชธาตุ การเจ็บป่วยเกิดจากธาตุในร่างกายทำหน้าที่ผิดปกติ กำเริบ หย่อน พิการ และเมื่อธาตุทำหน้าที่ผิดปกติก็ส่งผลให้ร่างกายแสดงอาการเจ็บป่วย ซึ่งต้องการยาที่มีสรรพคุณมาเยียวยารักษาอาการเจ็บป่วยนั้น โดยมีรสยาเป็นเครื่องบ่งชี้สรรพคุณยาและสามารถเชื่อมโยงไปยังการทำหน้าที่ของธาตุ ดังนั้นรสยาจึงเป็นตัวแทนของสรรพคุณยาที่นำไปสู่การวิเคราะห์บทบาทของยาที่มีต่อการทำหน้าที่ของธาตุ ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีธาตุที่อธิบายร่างกายและการเจ็บป่วยเข้ากับการปฏิบัติการรักษาโรคด้วยยา และเมื่ออธิบายการกระทำได้ก็นำไปสู่การแก้ไขปรับปรุงสูตรตำรับยาที่มีอยู่ ให้มีความเหมาะสมกับสภาพการทำหน้าที่ของธาตุในร่างกายของผู้ป่วยแต่ละคน โดยมีรสยาเป็นตัวกลางในการวิเคราะห์ (6)

ในการใช้ยารักษาโรคของแพทย์แผนไทย รสชาติของตัวยาถือเป็นหลักการสำคัญอันดับแรกในการพิจารณาตัวยามาใช้รักษาโรคต่างๆ โดยในทางการแพทย์ของอินเดียหรืออายุรเวทซึ่งความเกี่ยวโยงกับแพทย์แผนไทยผ่านพระพุทธศาสนา กล่าวไว้ว่า ทุกสิ่งไม่มีสิ่งใดเป็นธาตุแท้ แต่เป็นธาตุผสมทั้งสิ้น ธาตุทั้ง 4 เรียกว่าหาภูตรูป ธาตุทั้ง 4 (มีอากาศธาตุซึ่งหมายถึงที่ว่างอีกธาตุหนึ่งรวมเป็น 5 ธาตุ) มาผสมผูกกันทำให้ มีรสต่างๆ กัน 6 รสตามกาลเวลาโลกเฉพาะชาวเอเชียซึ่งมี 6 ฤดูเท่านั้น ฤดูหนึ่งๆ มีอิทธิพลทำให้ธาตุผูกกันเกิดเป็นรสเพียง 6 รส และฤดูกาลของโลกเกิดจากการหมุนเวียนของโลกรอบดวงอาทิตย์และการสถิตของอาทิตย์ในราศีต่างๆ รสทั้งหลายหากบริโภคแต่พอดีก็เป็นสุข ถ้าไม่เหมาะสมก็จะเกิดโทษ

การจ่ายยาตามรส 6 รส

ปัถวีธาตุกับอาโป	ผูกพันเกิดเป็นทรัพย์ มธุรส (รสหวาน)
ปัถวีธาตุกับเตโช	ผูกพันเกิดเป็นทรัพย์ อัมลรส (รสเปรี้ยว)
อาโปกับเตโช	ผูกพันเกิดเป็นทรัพย์ ลวณะรส (รสเค็ม)
วาโยกับอากาศ	ผูกพันเกิดเป็นทรัพย์ ตีกตะรส (รสเผ็ด)
เตโชกับวาโย	ผูกพันเกิดเป็นทรัพย์ กฏุกรส (รสเผ็ด)
ปัถวีกับอากาศ	ผูกพันเกิดเป็นทรัพย์ กษายรส (รสฝาด)

ในยาไทยจะมีแถมรสเมาเบื่อ รส มัน และรสหอมเย็น รสของเครื่องยาที่นิยมใช้เป็นหลักในประเทศไทย มี 9 รส และรสจืดอีก 1 รส รวมเป็น 10 รส ก็ยังนิยมเรียกว่ารสยา 9 รสอยู่เช่นเดิม มีดังนี้

ยารสฝาด	ชอบสมาน
ยารสหวาน	ซึมซาบไปตามเนื้อ
ยารสเมาเบื่อ	แก้พิษ
ยารสขม	แก้ทางดีและโลหิต
ยารสเผ็ดร้อน	แก้ลม
ยารสมัน	แก้เส้นเอ็น
ยารสหอมเย็น	บำรุงหัวใจ
ยารสเค็ม	ซึมซาบไปตามผิวหนัง
ยารสเปรี้ยว	กัดเสมหะ

ยารสฝาด เช่น ใบฝรั่ง เปลือกผลมังคุด สีเสียดเทศ เปลือกทับทิม เบญกานีซึ่งส่วนใหญ่เป็นพืชที่มีสารแทนนิน (tannin) มักมีฤทธิ์ รักษาท้องร่วง ส่วนใหญ่พบในตำรับยาที่ใช้รักษาอาการท้องร่วง แก้บิด สมานแผล แผลเปื่อย ห้ามใช้ในอาการท้องผูก

ยารสหวาน เช่น ชะเอมเทศ ชะเอมไทย น้ำตาลกรวด น้ำตาลทรายแดง หญ้าหวาน อ้อยช้าง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพืชที่มีสารกลุ่ม คาร์โบไฮเดรต (น้ำตาลกลูโคส) ส่วนใหญ่พบในตำรับยาบำรุงกำลัง แก้อ่อนเพลีย ห้ามใช้กับโรคเบาหวาน น้ำเหลืองเสีย ทำให้แผลชื้น

ยารสมัน เช่น เมล็ดบัว แห้วหมู หัวกระเทียม ผักกะเฉด เมล็ดถั่วเขียว ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพืชที่มีสาร สารกลุ่ไมขมัน (Lipid) น้ำมัน (Fixed oil) โปรตีน กลัยโคไซด์ กลุ่ม saponin และ flavonoid บางชนิดมีฤทธิ์ Tonic มักนำมาใช้ในตำรับยาบำรุงเส้นเอ็น บำรุงข้อ เป็นยาอายุวัฒนะ แก้ปวดเมื่อย ห้ามใช้กับโรคหอบ ไอ มีเสมหะ มีไข้ กระหายน้ำ

ยารสเมาเบื่อ เช่น สะแกนา สลอด มะเกลือ หัวข้าวเย็น กลอย ขันทองพยาบาท(มะดูก) หนอนตายอยาก ทองพันชั่ง ส่วนใหญ่มีสารในกลุ่มของกลัยโคไซด์ และอัลคาลอยด์ ส่วนใหญ่มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง ลดไข้ มักใช้ในยาแก้พิษต่างๆ ขับพยาธิ แก้โรคมะเร็ง ห้ามใช้กับโรคไอ หัวใจพิการ

ยารสหอมเย็น เช่น มะลิ สารภี พิกุล บุนนาค เกสรบัวหลวง เปลือกชะลูด เตยหอม ส่วนใหญ่มีสารกลัยโคไซด์ ในกลุ่ม coumarin, cardiac glycosides ส่วนใหญ่มีฤทธิ์ Cardiotonic มักใช้ในตำรับยาบำรุงหัวใจ บำรุงโลหิต แก้อ่อนเพลีย ห้ามใช้กับโรคธาตุพิการ ลมป่วง ดีซ่าน ร้อนในกระหายน้ำ

ยารสขม เช่น บอระเพ็ด โกฐกะกลิ้ง ยาดำ ฟ้าทะลายโจร ดีปลากั้ง ขมขาลัง ดีบัว ขี้เหล็ก ระย่อม บวบขม กะดอม มีสารในกลุ่มของกลัยโคไซด์ และอัลคาลอยด์ มีฤทธิ์ลดไข้ ลดความร้อนใน

ร่างกาย มักใช้ในยาแก้ไข้ เจริญอาหาร แก้ร้อนใน บำรุงน้ำดี ลดน้ำตาลโลหิต แก้โลหิตพิการ ช่วยย่อย อาหารห้ามใช้กับโรค โรคลมในลำไส้ จุกเสียดแน่น โรคหัวใจ

ยารสเค็ม เช่น เกลือสินเธาว์ ดินประสิว (Sal Peter) เบี้ยจั่น ตานดำ มะเกลือป่า เกลือสมุทร (เกลือแกง salt) เหงือกปลาหมอ มักใช้ในตำรับยาแก้โรคทางผิวหนัง ชำระเมือกมันในลำไส้ ฟอกโลหิต ดับพิษร้อน แก้รำมะนาด แก้เสมหะเหนียว แก้น้ำเหลืองเสีย ห้ามใช้กับโรคไตพิการ อุจจาระพิการ โรคบิดมูกเลือด

ยารสเปรี้ยว เช่น ฝักส้มป่อย มะขาม สมอไทย มะขามป้อม มะขามแขก ซึ่งเป็นพืชที่ประกอบด้วยกรดต่างๆ (organic acid) มักใช้แก้ทางเสมหะ แก้กระหายน้ำ แก้ไอ กัดเสมหะ ฟอกโลหิตระดู สตรี บำรุงเลือด ห้ามใช้กับโรคท้องเสีย แก้ไข้ต่างๆ

ยารสเผ็ดร้อน เช่น ดีปลี พริกไทย ขมิ้นชัน ขิง ข่า ไพล กระวาน กานพลู อบเชย สะค้าน ตะไคร้ กระชาย มีสารพวกเรซิน น้ำมันหอมระเหย ใช้ในตำรับยาแก้โรคลม ขับระดู ขับเหงื่อ บำรุงไฟธาตุ แก้ปวดท้อง ท้องอืด จุกเสียด ช่วยย่อยอาหาร ห้ามใช้กับโรค โรคไอ ไข้พิษ ไข้เพื่อโลหิต ในตำราเวชศึกษาจัดรสยาเพิ่มอีก 1 รส คือ ยารสจืด ใช้สำหรับแก้ในทางเตโช ขับปัสสาวะ ดับพิษร้อน แก้ไข้

2.4 อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ

2.4.1 อนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ (Free Radical) คือโมเลกุลหรืออะตอมที่ไม่เสถียรเนื่องจากขาดอิเล็กตรอน ซึ่งโดยปกติในร่างกายของเรามีโมเลกุลหรืออะตอมที่มีอิเล็กตรอนอยู่เป็นจำนวนคู่ ในกรณีที่ร่างกายมีการสูญเสียอิเล็กตรอนจากการถูกอนุมูลอิสระแย่งจับ จะทำให้โมเลกุลของเซลล์ในร่างกายไม่เสถียร ขาดความสมดุล ซึ่งส่งผลทำให้เซลล์ร่างกายเสียหาย (20) อนุมูลอิสระเข้าไปทำลายเซลล์เมื่อร่างกายไม่สามารถผลิต หรือได้รับสารต้านอนุมูลอิสระเพียงพอที่จะไปยับยั้งหรือไปจับอนุมูลอิสระได้ผลคือ ทำให้เซลล์เกิดความเสียหาย และนำไปสู่การเกิดโรคต่างๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคมะเร็ง โรคหัวใจ และหลอดเลือด แก่ก่อนวัย ต้อกระจก และโรคอื่นๆ เช่น อนุมูลอิสระไปทำลายผนังหลอดเลือดแดง และเมื่อมีไขมันสะสมอยู่ในบริเวณหลอดเลือดแดงที่ถูกทำลาย จะทำให้เกิดโรคหัวใจ และหลอดเลือดในที่สุด (12,13)

2.4.2 สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) คือ สารประกอบที่สามารถป้องกัน หรือชะลอการเกิดกระบวนการออกซิเดชั่น กระบวนการออกซิเดชั่นมีได้หลายรูปแบบ เช่น กระบวนการ ออกซิเดชั่นที่ทำให้เหล็กกลายเป็นสนิม ทำให้แอปเปิลเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล หรือทำให้น้ำมันพืช เหม็นหืน

หรือกระบวนการออกซิเดชั่นที่เกิดในร่างกาย เช่น การย่อยสลายโปรตีนและไขมันจากอาหารที่กินเข้าไป มลพิษทางอากาศ การหายใจ ควันบุหรี่ รังสียูวี ล้วนทำให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้นในร่างกายซึ่งสร้างความเสียหายต่อร่างกายได้ ในความเป็นจริงไม่มีสารประกอบสารใดสารหนึ่งสามารถป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นได้ทั้งหมด แต่ละกลไกอาจต้องใช้สารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันในการหยุดกระบวนการออกซิเดชั่น อีกทางหนึ่งกระบวนการออกซิเดชั่นเป็นกระบวนการ ที่สำคัญต่อร่างกาย เช่น เราใช้ออกซิเจนจากอากาศที่หายใจเข้าไปไปเผาผลาญอาหารที่ร่างกายได้รับให้เป็นพลังงานสำหรับการทำงานของเซลล์ต่างๆ แต่ก็ทำให้เกิดอนุมูลอิสระเป็นผลพลอยได้ อนุมูลอิสระต่างๆ ที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับโมเลกุลที่สำคัญในร่างกาย เช่น ไขมัน โปรตีน ดีเอ็นเอ ทำให้เกิดความเสียหายต่อโมเลกุลดังกล่าว ตัวอย่างเช่น เมื่ออนุมูลอิสระทำปฏิกิริยากับแอลดีแอล (LDL : low-density lipoprotein) ซึ่งเป็นโคเลสเตอรอลที่ไม่ดีทำให้เกิดออกซิไดซ์แอลดีแอล (oxidized LDL) ซึ่งมีหลักฐานยืนยันว่า ออกซิไดซ์แอลดีแอลเป็นสาเหตุของการเกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง ทำให้เกิดการอุดตันของหลอดเลือด และเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคหัวใจ (4)

สารต้านอนุมูลอิสระสามารถป้องกันหรือกำจัดอนุมูลอิสระได้จึงมีความสำคัญ มีงานวิจัยมากมายบ่งชี้ว่า สารต้านอนุมูลอิสระสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลายโรค โดยเฉพาะโรคเรื้อรังที่สัมพันธ์กับอาหาร เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคสมอง (เช่น อัลไซเมอร์) เป็นต้น รวมทั้งช่วยชะลอกระบวนการบางขั้นตอนที่ทำให้เกิดความแก่ โดยปกติร่างกายสามารถกำจัดอนุมูลอิสระก่อนที่มันจะทำอันตราย แต่ถ้ามีการสร้างอนุมูลอิสระเร็วหรือมากเกินกว่าร่างกายจะกำจัดทัน อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจะสร้างความเสียหายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อได้ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพ(13)

2.4.3 อนุมูลอิสระกับการเกิดโรคเบาหวาน

อนุมูลอิสระกับการเกิดโรคเบาหวาน ปฏิกิริยาออกซิเดชันและไกลเคชั่น มีความสำคัญต่อการเกิดโรคแทรกซ้อนจากเบาหวาน ระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงขึ้นเหนี่ยวนำให้เกิดปฏิกิริยาไกลเคชั่นระหว่างหมู่คาร์บอนิลในโครงสร้างน้ำตาลรีดิวซ์ และหมู่อะมิโนในโครงสร้างโปรตีน จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจนกระทั่งให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ในรูปของสาร advanced glycation endproducts (AGEs) AGEs เป็นสารพิษที่ทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของเซลล์ในร่างกาย ส่งผลให้การทำงานของอวัยวะมีประสิทธิภาพน้อยลง เกิดโรคแทรกซ้อน และนำไปสู่การเสียชีวิตได้ นอกจากนี้ยังพบว่าอนุมูลอิสระมีผลต่อเซลล์และสารชีวโมเลกุลในร่างกายทำให้เกิดภาวะเครียดออกซิเดชั่น (14) ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อในร่างกาย ดังนั้นผู้ที่เป็นเบาหวานจึงต้องมีการจัดการระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในระดับปกติอยู่เสมอ พืชสมุนไพรหลายชนิดมีสารต้านอนุมูลอิสระและสามารถยับยั้งการเกิด AGEs ได้แก่ มะขามป้อม สมอไทย ลูกยอ กระชายดำ คาวตอง กระเทียม และข่า ในท้องถิ่นไทยประชากรใกล้ชิดธรรมชาติและเรียนรู้ที่จะนำผักพื้นบ้านไทยมาบริโภคภายใน

ครัวเรือนตามภูมิปัญญาที่สืบทอดกันมาตั้งแต่บรรพบุรุษ ผักพื้นบ้านที่บริโภคบางชนิดมีคุณสมบัติพิเศษในการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและไกลเคชั่น ได้แก่ มะระขี้นก ตำลึง และผักเชียงดา ผักพื้นบ้านเหล่านี้สามารถหารับประทานได้ง่ายในท้องถิ่น ดังนั้น ผักเหล่านี้จึงเหมาะสมในการนำมาบริโภคเพื่อควบคุมและลดค่าใช้จ่ายในการจัดการโรคเบาหวานได้ (15)

2.4.4 สารประกอบฟีนอลิก

สารประกอบฟีนอลิก เป็นสารที่พบได้ในพืชทั่วไป มีคุณสมบัติเป็นสารอินทรีย์ที่มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนอะโรมาติก (Aromatic ring) ที่มีจำนวนหมู่ไฮดรอกซิลอย่างน้อยหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งหมู่ในโมเลกุล สามารถละลายน้ำได้ ส่วนใหญ่สารประกอบฟีนอลิก มักพบอยู่รวมกับน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (Glycoside) สารประกอบฟีนอลิกที่พบในธรรมชาติมีหลายกลุ่ม และมีลักษณะสูตรโครงสร้างทางเคมีแตกต่างกัน กลุ่มใหญ่ที่พบจะเป็นสารประกอบฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) นอกจากนั้นยังมีสารประกอบต่างๆ เช่น ฟีนอล (Phenol) ฟีนิล (Phenyl) โพรพานอยด์ (Propanoid) ฟีนอลิก (Phenolic) ควิโนน (Quinine) และโพลีฟีนอลิก (Polyphenolic) ซึ่งได้แก่ พวกลิกนิน (Lignin) เมลานิน (Melanin) และแทนนิน (Tannin) เป็นต้น รวมทั้งยังพบว่า มีสารประกอบที่มีกลุ่มฟีนอล (Phenoli) รวมอยู่ในโมเลกุลของโปรตีนอัลคาลอยด์ (Alkaloid) และเทอร์ฟีนอยด์ (Terpenoid) เป็นต้น (16) หน้าที่ของสารประกอบฟีนอลิกเหล่านี้ บางชนิดก็ทราบแน่ชัด เช่น ลิกนินทำหน้าที่เป็นโครงสร้างให้ความแข็งแรงแก่ผนังเซลล์ของพืช สารในกลุ่มแอนโธไซยานิน (Anthocyanin) เป็นสารที่ให้สีในผลไม้และดอกไม้ สารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ มีความสำคัญในการควบคุมการเจริญของพืชจำพวกถั่ว เป็นต้น นอกจากนี้ ยังพบว่าสารประกอบฟีนอลิกหลายชนิดมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น ฟลาโวนอยด์ กรดฟีนอลิค และแทนนิน เป็นต้น สารประกอบ ฟีนอลิกทำหน้าที่เป็นตัวขับไล่อนุมูลอิสระ โดยมีกลไก 2 แบบ คือเมื่ออยู่ในสภาวะที่มีความเข้มข้นต่ำ เมื่อเทียบกับสารออกซิไดส์ สารประกอบฟีนอลิกจะหน่วงเหนียว หรือป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน นอกจากนี้อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาจะถูกทำให้เป็นสารที่มีความเสถียร ดังนั้น จึงสามารถป้องกันการเกิดขั้นตอนออกซิเดชันได้ นอกจากนี้ สารประกอบฟีนอลิกบางชนิดยังทำหน้าที่เป็น Chelating agent ดักจับไอออนของโลหะเข้าไว้ในโมเลกุล เช่น เคอร์ซิทิน (Quercetin) โดยโครงสร้างมีตำแหน่ง (Binding site) สามารถดักจับไอออนของโลหะ เช่น ทองแดง ได้ 3 บริเวณ คือบริเวณ 3', 4'-dihydroxy ของวงแหวน B บริเวณ 3–hydroxyl, 4–keto ของวงแหวน C และบริเวณระหว่างตำแหน่ง 5–hydroxyl ของวงแหวน A กับตำแหน่ง 4–keto ของวงแหวน C สารประกอบฟีนอลิค ยังทำหน้าที่เป็นสารรีดิวซ์ คือเป็นตัวให้ไฮโดรเจนและกำจัดออกซิเจนที่อยู่ในรูปแอคทีฟ ด้วยหน้าที่ต่างๆ ดังกล่าว จึงทำให้สารประกอบ ฟีนอลิคเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญชนิดหนึ่งในพืช (17,18)

2.4.5 สารประกอบฟลาโวนอยด์

สารประกอบฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติระดับทุติยภูมิที่พืชสร้างขึ้น มีรากศัพท์มาจากคำว่า Flavus (ภาษาละติน) แปลว่า สีเหลือง เนื่องจากสารกลุ่มนี้มักเป็นสารที่มีสีซึ่งนอกจากสีเหลืองแล้ว ฟลาโวนอยด์ยังมีสีอื่นๆ เช่น สีส้ม น้ำเงินแดง รวมถึงไม่มีสีอีกด้วย พบกระจายอยู่ทั่วไปทุกส่วนของพืช เช่น ใบ ดอก ผล เมล็ด เปลือกต้น เนื้อไม้ เป็นต้น ความสำคัญของฟลาโวนอดย์ต่อสิ่งมีชีวิตจะแตกต่างกันไป ฟลาโวนอยด์ทำหน้าที่หลายอย่างในพืช เช่น เป็นสารป้องกันแสงแดด เป็นสารช่วยดึงดูดแมลงและเชื้อจุลชีพ เป็นต้น ส่วนมนุษย์นำมาใช้ประโยชน์หลายประการ เช่น ใช้รักษาโรคและบำรุงสุขภาพ ใช้แต่งสี ใช้กำจัดแมลง เป็นต้น ในธรรมชาตินอกจากจะพบฟลาโวนอยด์ในรูปธรรมดาหรือฟลาโวนอยด์อไกลโคนแล้ว ยังมีรูปที่เป็นผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยาไกลโคซิเลชัน (Glycosylstion) กับน้ำตาล เรียกฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ชนิดน้ำตาลมีได้ตั้งแต่น้ำตาลมอโนแซคคาไรด์ ไดแซคคาไรด์ หรือออลิโกแซคคาไรด์อื่นๆ โดยอาจจะเกิดในรูปแบบโอ-ไกลโคไซด์ (O-glycoside) หรือซี-ไกลโคไซล์ (C-glycoside) ซึ่งมักเกิดที่ตำแหน่งแอนอเมอริกคาร์บอน (Anomeric carbon) ของน้ำตาลกับหมู่ไฮดรอกซิล หรือคาร์บอนตำแหน่งต่างๆ ของฟลายโวนอยด์ พันธะของซี-ไกลโคไซด์ ทนต่อการไฮโดรไลซีสด้วยกรดมากกว่าของพันธะของโอ-ไกลโคไซด์ นอกจากปฏิกิริยาไกลโคซิเลชันแล้ว ปฏิกิริยาอื่นๆ ที่พบ ได้แก่ เมธิเลชัน (Methylation) หรือเอซิเลชัน (Acylation) ด้วยกรดแอลิแฟติก (Aliphatic acid) หรือกรดแอโรมาติก (Aromatic acid) (19)

2.4.6 กลไกต้านการเกิดออกซิเดชันของฟลาโวนอยด์

การต้านอนุมูลอิสระโดยตรง ฟลาโวนอยด์เป็นสารที่ถูกออกซิไดซ์โดยอนุมูลอิสระทำให้อนุมูลอิสระมีความเสถียร จากนั้นโครงสร้างของฟลาโวนอยด์ที่ถูกออกซิไดซ์แล้วจะเกิดการไหลเวียนของอิเล็กตรอนที่เหลืออยู่ในโครงสร้าง ทำให้ฟลาโวนอยด์ที่เสียอิเล็กตรอนไปไม่เกิดเป็นอนุมูลอิสระตัวใหม่ เป็นการทำให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันสิ้นสุด เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของฟลาโวนอยด์กลุ่มต่างๆ ในการต้านอนุมูลอิสระโดยใช้ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของ ฟลาโวนอยด์เทียบกับอนุพันวิตามินอี (Trolox equivalent antioxidation capacity, TEAC) พบว่าส่วนสำคัญในการออกฤทธิ์อยู่ที่การแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซิลที่ตำแหน่ง 3’ และ 4’ของวงแหวน หรืออาจจะกล่าวได้ว่ามีโครงสร้าง Catechol อยู่ในโมเลกุล สารกลุ่มฟลาโวนอลและฟลาโวนอยด์ นอกจากมีโครงสร้างแบบ Catechol แล้ว การมีคอนจูเกชันของพันธะคู่ตำแหน่ง 2, 3 กับคาร์บอนิลที่ตำแหน่ง 4 มีส่วนยุติปฏิกิริยาลูกโซ่ของอนุมูลอิสระ การที่ฟลาโวนอลมีหมู่ไฮดรอกซิลที่ C-3 ของวงซีจะช่วยเสริมฤทธิ์สารกลุ่มนี้ให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่าฟลาโวนอยด์ ส่วนกลุ่มฟลาวาโนนและไดไฮโดรฟลาโวนอลที่ไม่มีทั้ง Catechol และระบบคอนจูเกชันในวงซี จึงทำให้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระไม่ดี (19) ความสามารถในการคีเลตโลหะ ทั้งหมู่ไฮดรอกซิลและระบบคอนจูเกชันของ ฟลาโว

นอยด์จะมีผลต่อการคีเลตโลหะ เช่น ทองแดง เหล็ก หรือแมงกานีส ซึ่งเป็นสารโปรออกซิเดนซ์กลุ่มหนึ่ง จึงทำให้ลดปฏิกิริยาลงได้

การยับยั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดออกซิเดชัน การยับยั้งไนตริกออกไซด์ (NO) ซึ่งเป็นสารที่เซลล์บางชนิดในร่างกายสร้างขึ้น การวัดความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเป็นขั้นตอนสำคัญในการวิเคราะห์ และประเมินคุณภาพของสารต้านอนุมูลอิสระที่สกัดจากสมุนไพร ใช้วัดปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดหยาบ (crude extract) เพื่อเปรียบเทียบปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากวิธีการสกัด ที่แตกต่างกัน และการวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระจากสารสกัดที่นำไปผ่านการแยกให้บริสุทธิ์ (purification) ในแต่ละขั้นตอน เนื้อหาของบทความนี้จะอธิบายถึงการวัดความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยหลักการวัดการดูดกลืนคลื่นแสง ด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า ยูวี-วิสิเบิลสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-Visible spectrophotometer) ซึ่งเป็นเครื่องมือพื้นฐานที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทางเคมีทั่วไป

ความสามารถในกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) คืออนุมูลอิสระที่มีความเสถียร (stable free radical) เป็นสารที่นิยมนำไปใช้เป็นตัวชี้วัดความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารที่สนใจ ใช้หลักการของ DPPH ในรูปของอนุมูลอิสระ ที่อยู่ในสารละลายจะมีสีม่วงเข้ม และดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร การสูญเสียอิเล็กตรอนอิสระให้กับโมเลกุลอื่น โดยมีตัวรับอิเล็กตรอน คือ สารต้านอนุมูลอิสระหรือสารสกัดจากสมุนไพร จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปออกซิไดซ์ (DPPH) ซึ่งการลดลงของอนุมูลอิสระดังกล่าวจะสังเกตได้จากการจางลงของสีม่วงในสารละลาย สามารถวัดการค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ลดลงที่ความยาวคลื่นที่ 515 นาโนเมตร เป็นตัวชี้วัดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น หรือก็คือการลดลงของ DPPH ที่มีผลมาจากสารต้านอนุมูลอิสระ (19,20)

ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ABTS [2,2’-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] ใช้หลักการเหมือนกับการลดลงของอนุมูลอิสระ DPPH แต่ในกรณี ABTS•+ เป็นอนุมูลอิสระที่มีประจุเป็นบวก ในสารละลายจะมีสีเขียวเข้มและมีค่าการดูดกลืนแสงความยาวคลื่นสูงสุด (lmax) หลายค่า ได้แก่ 415, 645, 734 และ 815 นาโนเมตร แต่ทั่วไปแล้วจะนิยมใช้ความยาวคลื่นที่ 415 (10) และ 743 นาโนเมตร ในการติดตามปฏิกิริยาโดยในการลดลงของการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นดังกล่าว จะใช้เป็นตัวชี้วัดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น (สีเขียวของสารละลายจางลง) ในการเตรียมอนุมูลอิสระของ ABTS เพื่อใช้ทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจะมีขั้นตอน ที่ยุ่งยากกว่าในกรณีของ DPPH นั่นคือ ต้องนำเอา ABTS ไปบ่มกับ potassium persulfate ด้วยอัตราส่วน 1:0.5 (stoichiometry ratio) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12-16 ชั่วโมง เพื่อให้ได้อนุมูลอิสระ ที่เป็นประจุบวกของ ABTS•+ ก่อนนำไปใช้ในการทดสอบปฏิกิริยาการต้านอนุมูลอิสระต่อไป (20)

การวัดความสามารถในการให้อิเล็กตรอนของสารต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) หลักการของวิธีนี้จะวัดความสามารถในการให้อิเล็กตรอนของสารต้านอนุมูลอิสระ (คุณสมบัติเป็น reductant) จะใช้หลักการที่แตกต่างจากวิธีการที่กล่าวไปข้างต้น สารละลาย FRAP ประกอบด้วย Fe3+ และ 2,4,6-tri (2-pyridyl)-1,3,5-triazine (TPTZ) ในสภาวะที่เป็นกรด โดย Fe3+ ใน FRAP reagent จะรับอิเล็กตรอนจากสารต้านอนุมูลอิสระมาตรฐาน หรือในสารสกัดจากสมุนไพรแล้วเปลี่ยนเป็น Fe2+ จากนั้นเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับ TPTZ เปลี่ยนเป็นสารประกอบเชิงซ้อนดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 593 นาโนเมตร การวัดความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีนี้ จะวัดจากการเพิ่มขึ้นของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่าง Fe2+ และ TPTZ โดยค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่เพิ่มขึ้นที่ความยาวคลื่นดังกล่าวนี้จะใช้เป็นตัวชี้วัดปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น (20)

สารมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ การวิเคราะห์สารต้านอนุมูลอิสระในเชิงปริมาณ (quantitative analysis) ของสารสกัดสมุนไพรที่ต้องการศึกษาจะใช้การคำนวณเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานที่รู้ปริมาณของเนื้อสารหรือความเข้มข้นที่แน่นอน โดยการใช้วิธีการติดตามสารดังกล่าวด้วยปฏิกิริยาเคมีที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นใช้การสร้างกราฟมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบ

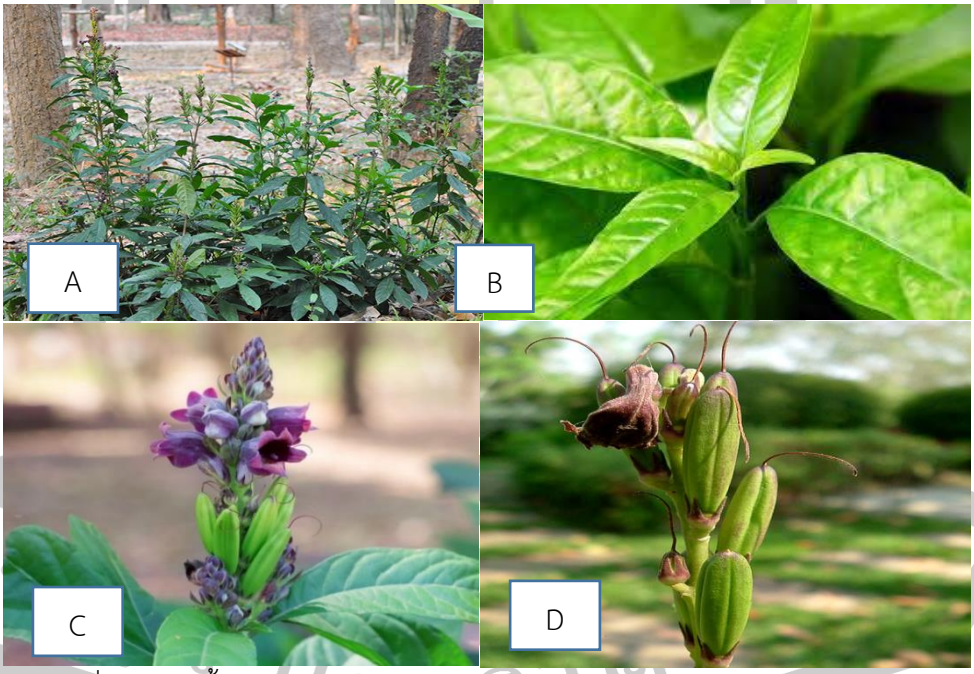
2.5. เอนไซม์แอลฟากลูโคสิเดส

เอนไซม์แอลฟากลูโคสิเดส (Alpha-glucosidase) เป็นเอนไซม์ที่พบมากที่บริเวณผนังเซลล์ของลำไส้เล็ก มีหน้าที่ในการย่อยแป้งและคาร์โบไฮเดรตเปลี่ยนให้เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว กระบวนการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคสิเดสจะสามารถช่วยลดกระบวนการดูดซึมกลูโคสเข้าไปสู่กระแสเลือด และช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดลงได้ เอนไซม์แอลฟากลูโคสิเดสจึงเป็นเอมไซม์ที่มีความจำเป็นในกระบวนการศึกษาวิจัยเพื่อหาทางป้องกันรักษาโรค Metabolic syndrome เช่น โรคอ้วนลงพุง หรือโรคเบาหวาน (21) ปัจจุบันมีการใช้ยาสังเคราะห์ในกลุ่มแอลฟากลูโคสิเดส อินทิบิเตอร์กับผู้ป่วยเบาหวานบางรายที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงหลังรับประทานอาหาร แต่ปัจจุบันยาสังเคราะห์เหล่านี้จัดอยู่ในหมวดยาอันตราย ซึ่งมีข้อกำหนดและเงื่อนไขของการใช้ยา ในผู้ป่วยแตกต่างกันออกไป ดังนั้นการศึกษาวิจัยเพื่อหาสารสำคัญจากสมุนไพรที่ออกฤทธิ์ต่อ เอนไซม์แอลฟากลูโคสิเดส ซึ่งสมุนไพรสามารถใช้ได้อย่างปลอดภัยและหาได้ง่ายในประเทศไทยมากกว่าจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน (22,23)

การศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส ของสารที่สกัดได้จากสมุนไพรจะใช้เทคนิคทางสเปกโทรสโกปี เพื่อติดตามปฏิกิริยาไฮโดรไลซ์สารตั้งต้นไปเป็นผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นโดยใช้เทคนิคอัลตราไวโอเลต-วิสิเบิลสเปคโทรสโกปี (UV-Visible spectroscopy) โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร ถ้าการทดลองให้ค่าการดูดกลืนแสงมาก แสดงว่า เอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ถ้าการทดลองให้ค่าการดูดกลืนแสงน้อย แสดงว่า เอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส ไม่สามารถทำงานได้อย่างเป็นปกติ (24)

2.6 สมุนไพรดีปลากั้ง

ดีปลากั้ง (*Phlogacanthus pulcherrimus* T. Anders) เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ (Acanthaceae) ใช้เป็นผักเคียง เป็นสมุนไพรผักพื้นบ้านที่นิยมนำมารับประทาน เป็นพืชที่มีรสขมบางท้องถิ่นภาคเหนือนิยมนำมารับประทานและเป็นยารักษาโรคในกลุ่มเบาหวาน ความดันโลหิตสูง และนิยมปลูกไว้ในครัวเรือน (25)



ภาพประกอบที่ 1 ดีปลากั้ง *Phlogacanthus pulcherrimus* T. *Anders.* A ต้น B. ใบ C.ดอก และ D. ผล

ที่มาภาพ : ฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

2.6.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ดีปลากั้งจัด เป็นไม้พุ่มสูง 50-150 ซม. ลำต้น ตั้งตรง ใบ เดี่ยว เรียงตรงข้าม แผ่นใบรูปรีแกมรูปขอบขนาน ยาว 8-16 ซม. กว้าง 3-5 ซม. ปลายใบเรียวแหลม โคนใบรูปลิ่ม ขอบใบเรียบ ก้านใบ ยาว 1-3 ซม. ช่อดอก แบบช่อเชิงลด ออกที่ปลายยอด ดอก สมบูรณ์เพศ กลีบเลี้ยง มีสีเขียว รูประฆัง ยาว 5 มม. กลีบดอก สีม่วงอมแดง เชื่อมกันเป็นรูปคนโท ส่วนหลอดกลีบพองออกด้านเดียว ส่วนปลายแยกเป็น 5 แฉก ผล แบบแคปซูล ยาว 2.5-3.5 ซม.เมื่อแห้งแตก เมล็ดเกิดที่ช่วงปลายของผล มีก้านตะขอดีดเมล็ด (jaculator) ดอกดีปลากั้ง ออกดอกเป็นช่อที่ปลายยอด การกระจายพันธุ์พบกระจายในประเทศพม่า ลาว และเวียดนาม สภาพนิเวศวิทยาพบตามป่าดิบแล้งใกล้ลำธาร ที่ความสูงใกล้ระดับน้ำทะเลจนถึง 200 เมตร (25,26)

2.6.2 สรรพคุณทางยาของสมุนไพรดีปลากั้ง

ตำรายาพื้นบ้านจังหวัดมุกดาหารจะใช้สมุนไพรดีปลากั้งเป็นยาบำรุงกำลัง ใบมีรสขมหวาน มีสรรพคุณช่วยคลายเครียด แก้เบาหวาน ยอดอ่อนมีรสขมอ่อนๆ ใช้รับประทานเป็นอาหาร มีสรรพคุณช่วยทำให้เจริญอาหาร ยาสมุนไพรพื้นบ้านจังหวัดอุบลราชธานีจะใช้ส่วนของลำต้น ดีปลากั้ง นำมาต้มกับน้ำดื่มเป็นยาช่วยแก้ปัสสาวะ ขัด ยอดใช้นึ่งรับประทานเป็นยาแก้ปวดหลัง นำยอดและใบมาต้มใช้เป็นยาขับปัสสาวะ และแก้เบาหวาน (27)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาสารพฤษเคมีเบื้องต้น และการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วยเมทานอลจากใบดีปลากั้ง พบว่ามีสาร คาร์โบไฮเดรต, อัลคาลอยด์, สารประกอบฟีนอล, คูมาริน และอาจเป็น triterpenes, diterpenes หรือ sterols เมื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่ามีปริมาณฟีนอลรวม เท่ากับ 27.55 ± 0.90 mgGAE/g นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH และ ABTS เท่ากับ 24.02 ± 1.59 และ 33.42 ± 3.10 mgTEAC/g extract ตามลำดับ (17,18)

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟีนอลิกรวม จากตัวทำละลายที่แตกต่างกันของสารสกัดหยาบจากใบดีปลากั้ง ได้แก่ Dichloromethane extract (DE), Ethyl acetate extract (EE),n-butanol extract (BE) และ Aqueous extract (AE) พบว่าสารสกัดที่มีปริมาณฟีนอลิกรวมมากที่สุดคือ EE 55.05±3.40 mgGAE/gextract รองลงมาคือ BE, DE และ AE 25.02±5.60, 15.16±0.82 และ 13.77±0.57 mgGAE/gextract ตามลำดับ เมื่อนำสารสกัดมาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสะระด้วยวิธี DPPH พบว่า สารสกัด DE ที่ความเข้มข้น >2000 µg/ml มีค่า IC_{50}=8.25±1.07 mgTEAC/g extract มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระได้เท่ากันกับสารสกัด AE ความเข้มข้น >2000 µg/ml มีค่า IC_{50}= 9.87±0.26 สารสกัด BE ความเข้มข้น 1422.93 µg/ml มีค่า IC_{50}=18.53±1.62

และสารสกัด EE ความเข้มข้น 730.28 µg/ml มีค่า IC_{50}=33.27±5.81 mgTEAC/g extract ตามลำดับ และเมื่อทดสอบด้วยวิธี ABTS พบว่า DE มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ที่ความเข้มข้น >2000 µg/ml มีค่า IC_{50}=15.45c ±1.76 รองลงมาคือ สารสกัด AE ความเข้มข้น 1065.33 µg/ml มีค่า IC_{50}=23.06b±2.04, สารสกัด BE ความเข้มข้น 1160.41 µg/ml มีค่าIC_{50}=26.44b±2.39 และสารสกัด EE ความเข้มข้น 628.39 µg/ml มีค่า IC_{50}=45.50±3.85 mgTEAC/g extract (18)

การศึกษาฤทธิ์ทางยาสมุนไพร ดีปลากั้งกับความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์คือ *Salmonella spp, E.coli, Shigella spp* และเชื้อ *Staphylococcus aurous* พบว่าส่วนของสารสกัดจากรากมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้ง 4 เชื้อ โดยใช้ความเข้มข้นที่แตกต่างกัน คือ 95%, 75% และ 50% และ พบว่าสารสกัดจากใบและดอกไม่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้ (28)

การศึกษา ดีปลากั้ง *Phlogacanthus pulcherrimus* T. Anderson ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรอยู่ในวงศ์ Acanthaceae ใช้เป็นยาขับปัสสาวะและบำรุงร่างกายเป็นยาสมุนไพรไทย การศึกษาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบหลักและแร่ธาตุในใบ จากแหล่งเพาะปลูก 6 แหล่ง ในประเทศไทย พบว่า ใบมีโปรตีน ไขมัน เส้นใย และ ความชื้นในช่วง 3.68-4.17%; 0.83-1.22%; 3.47-5.35%; และ 81.20-84.59% ปริมาณแร่ธาตุแคลเซียม โซเดียม โปแตสเซียม แมกนีเซียม โครเมียม และเหล็ก 105.60, 2.24, 71.24, 86.28, 0.13, และ1.23 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์คุณค่าสารอาหารในใบ *P.* pulcherrimus พบว่า มีคุณค่าสารอาหารที่ดีอาจใช้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เช่น เกลือแร่โดยแต่ละแหล่งมีปริมาณต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศสภาพดินที่ใช้ในการเพาะปลูก (8)

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบทองพันชั่ง ซึ่งเป็นพืชในวงค์เดียวกับสมุนไพรดีปลากั้ง ด้วยตัวทำละลายเมทานอล ทดสอบด้วยวิธี DPPH free radical scavenging assay และ Reducing power assays เปรียบเทียบกับ Ascorbic acid ซึ่งเป็นสารมาตรฐาน นำผลมาวิเคราะห์โดยเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer สารสกัดใบทองพันชั่งที่สกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการต้านสารอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทดสอบด้วยวิธี DPPH ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 34.4 µg /mL เมื่อเปรียบเทียบกับ Ascorbic acid มีค่า IC_{50} เท่ากับ 40.8 µg/mL ในขณะที่การทดสอบด้วยวิธี Reducing power activity ฤทธิ์ลดสารอนุมูลอิสระอยู่ในระดับปานกลาง (30)

การศึกษาสารยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส จากแหล่งธรรมชาติ พืชสมุนไพรไทยที่ใช้อย่างแพร่หลายในการบำบัด รักษาโรคเบาหวาน พบว่าโดยส่วนใหญ่เป็นพืชที่มีรสขม สารสกัด พืชสมุนไพรที่มีรสขมสกัดด้วยเมทานอลพบว่า สารสกัดจากกระดุมทองเลื้อย แสดงฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ แอลฟากลูโคซิเดสได้ดีที่สุด ที่ความเข้มข้น 1.0 mg/mL โดยการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสคิดเป็นร้อยละ 99.22 รองลงมาได้แก่ สารสกัดจากแป๊ะตำปึง อินทนิล มีร้อยละของการ ยับยั้ง

เอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส เท่ากับ 27.52 และ 22.39 ตามลำดับที่ความเข้มข้นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่า สารสกัดจาก ใบพญาวานรสดจะมีฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ดีกว่าสารสกัดจากใบพญาวานรแห้งเมื่อเปรียบเทียบกับ Acarbose ® ซึ่งเป็นสารมาตรฐานโดยตรวจสอบพบว่าเป็นพืชสมุนไพรไทยสามารถเป็นอาหารเสริมสุขภาพที่มีผลต่อการบำบัดและป้องกันโรคเบาหวาน (31)

การศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดเอทานอล 80% ของผักพื้นบ้านไทยในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสพบว่าสารสกัดลูกฉิ้งมีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ดีที่สุดโดยมีค่า IC_{50} = 14.86 mg/mL รองลงมาคือมะเดื่ออุทุมพรและรากบัวหลวง มีค่า IC_{50} = 93 mg/mL และ IC_{50} = 4.21 mg/mL ตามลำดับ แต่สารสกัดเปลือกแตงโม ผักเบี้ย กุ่มน้ำ และผักบุ้งไม่แสดงฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากลูกฉิ้ง มะเดื่ออุทุมพร และรากบัว มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ดีกว่า Acarbose ซึ่งเป็นยารักษาเบาหวานโดยมีค่า IC_{50}= 8.01 mg/mL (32)

การศึกษาสมุนไพรของ เหงือกปลาหมอ *Acanthus ebracteatus* ซึ่งอยู่ในวงค์เดียวกันกับดีปลากั้ง มีการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณ ฟีนอลิกรวมด้วยวิธี DPPH Assay, ปริมาณกลุ่มสารฟีนอลิก โดยวิธี Folin-Ciocalteu Colorimetric Method iC_{50} เท่ากับ 1.33±0.097 µg/mL โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน BHT IC_{50} เท่ากั บ 12.167±0.41 µg /mL และปริมาณ total phenolic เท่ากับ 50.37±6.80 mgGE/gEt (33)

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสของสารสกัดจากสมุนไพรใบดีปลากั้ง ตัวทำละลายที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งหัวข้อในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 การเตรียมตัวอย่างสมุนไพร

สมุนไพรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ส่วนของใบดีปลากั้ง ที่เก็บมาจากแปลงปลูกสมุนไพรตัวอย่าง กลุ่มงานแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือก โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสว่างแดนดิน อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร เก็บเมื่อวันที่ 10 มิถุนายน 2561 ทำการตรวจเอกลักษณ์พืชโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านอนุกรมวิธานของพืชคณะแพทย์ศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จากนั้นนำตัวอย่างสมุนไพรมาจัดทำตัวอย่างพรรณไม้แห้งและนำไปเก็บไว้ที่คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3.2 การเตรียมสารสกัดสมุนไพร

3.2.1 เลือกเก็บใบดีปลากั้งที่มีลักษณะใบระยะเพสลาด ลักษณะใบสมบูรณ์ ปราศจากโรคและแมลง นำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด ผึ่งให้แห้ง หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ อบในตู้อบ (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนแห้ง เมื่อแห้งดีแล้ว บดเป็นผงหยาบผ่านตะแกรงแร่งเบอร์ 60 ชั่งเก็บใส่ภาชนะปิดสนิท แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้ควบคุมความชื้น

3.2.2 การเตรียมสารสกัดด้วยน้ำจากใบดีปลากั้งเป็นการต้มในเครื่องต้ม Water Bath โดยนำผงใบดีปลากั้ง ในอัตราส่วน ผงใบดีปลากั้ง1: 4 น้ำ ผงใบดีปลากั้งหนัก 250 กรัม : น้ำปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ต้มเป็นเวลา 60 นาที ด้วยเครื่องต้ม Water Bath ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทำการต้มซ้ำอีกสองครั้ง จากนั้นนำน้ำที่ต้มได้ทั้ง3ครั้งมารวมกันแล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วกรองซ้ำด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 เพื่อแยกเอากากออกนำสารที่ได้จากการกรอง ไปทำแห้งโดยใช้เครื่อง Freeze dry จากนั้นชั่งน้ำหนักแห้งของสารสกัด แล้วจดบันทึก คำนวณหา % Yield สารสกัดใบดีปลากั้งที่สกัดด้วยน้ำ โดยการต้มด้วยเครื่องต้ม Water Bath จากนั้นนำไปเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท ทึบแสง ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

3.2.3 การเตรียมสารสกัดด้วยน้ำจากใบดีปลากั้งเป็นการต้มในเครื่องต้ม Ultra Sonicator Bath โดยนำผงใบดีปลากั้งในอัตราส่วน ผงใบดีปลากั้ง1: 4 น้ำ ผงใบดีปลากั้งหนัก 250 กรัม : น้ำปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ต้มเป็นเวลา 60 นาที ด้วยเครื่องต้ม Ultra Sonicator Bath ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ทำการต้มซ้ำอีกสองครั้ง จากนั้นนำน้ำที่ต้มได้ทั้ง3ครั้งมารวมกันแล้วกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วกรองซ้ำด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 เพื่อแยกเอากากออกนำสารที่ได้จากการกรองไปทำแห้งโดยใช้เครื่อง Freeze dry จากนั้นชั่งน้ำหนักแห้งของสารสกัด แล้วจดบันทึก คำนวณหา % Yield สารสกัดใบดีปลากั้งที่สกัดด้วยน้ำ โดยการต้มด้วยเครื่องต้ม Ultra Sonicator จากนั้นนำไปเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท ทึบแสง ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

3.2.4 การเตรียมสารสกัดด้วย Hydro Ethanol จากใบดีปลากั้ง โดยนำผงใบดีปลากั้งไปหมักด้วย Hydro Ethanol โดยใช้อัตราส่วนผงสมุนไพร : Hydro Ethanol ในอัตราส่วน 1 : 4 คือใช้ผงใบดีปลากั้งน้ำหนัก 250 กรัม ต่อ Hydro Ethanol ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร หมักทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วกรองซ้ำด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 เพื่อแยกเอากากออกนำส่วนที่กรองได้ไประเหยเพื่อเอาตัวทำละลายออก โดยใช้เครื่อง Rotary evaporator จากนั้นไปทำแห้ง โดยใช้เครื่อง Freeze dry จากนั้นชั่งน้ำหนักแห้ง และจดบันทึก คำนวณหา % Yield ของสารสกัดใบดีปลากั้งที่สกัดด้วย Hydro Ethanol แล้วนำไปเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท ทึบแสง ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

3.2.5 การเตรียมสารสกัดด้วย Ethanol จากใบดีปลากั้ง โดยนำผงใบดีปลากั้งไปหมักด้วย 95% Ethanol โดยใช้อัตราส่วนผงสมุนไพร : Ethanol ในอัตราส่วน 1 : 4 คือใช้ผงดีปลากั้งหนัก 250 กรัม ต่อ Ethanol ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร หมักทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วกรองซ้ำด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1 เพื่อแยกเอากากออก นำส่วนที่กรองได้ไประเหยเอาตัวทำละลายออก โดยใช้เครื่อง Rotary evaporator จากนั้นไปทำแห้ง โดยใช้เครื่อง Freeze dry จากนั้นชั่งน้ำหนักแห้งของสารสกัด และจดบันทึก คำนวณหา % Yield ของสารสกัดใบดีปลากั้งที่สกัดด้วย Ethanol แล้วนำไปเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท ทึบแสง ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

3.3 การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรใบดีปลากั้ง

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดสมุนไพรใบดีปลากั้ง ในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน โดยใช้การหาปริมาณฟีนอลลิกรวม การหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม การวัดความสามารถของสารสกัดในการต้านอนุมูลอิสระในการให้อิเล็กตรอนอิสระด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay, การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านออกซิเดชันโดยวิธีการกำจัดอนุมูลอิสระด้วย

2 , 2 - diphenyl-1 - picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay และการทดสอบความสามารถในการต้านออกซิเดชันโดยวิธี ABTS assay ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 การหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม

การหาปริมาณฟลาโวนอยด์โดยประยุกต์ตามวิธีของ Zhishen, *et al.* ในปี 1999 (33) โดยเตรียมสารสกัดของแต่ละตัวทำละลายที่ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร จำนวน 100 µL จากนั้นเติม 2.5 % of Na_2NO_3 ปริมาตร 400 µL เขย่าให้เข้ากันและทิ้งไว้อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเติม 10% $AlCl_3$ ปริมาตร 500 µL เขย่าให้เข้ากันและทิ้งไว้ที่อุณหภูมิเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเติม เติมน้ำ DI อีก 2,000 µL แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 415 nm นำค่าที่ได้เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน Quercitin โดยรายงานผลเป็นหน่วย mgQE/gEt

3.3.2 การหาปริมาณฟีนอลิกรวม

ดัดแปลงวิธีการทดลองจาก Singleton *et al*. ในปี 1999 (34) โดยเตรียมสารสกัดของแต่ละตัวทำละลายที่ความเข้มข้น 0.125 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร จำนวน 100 µL เติมสารละลาย Folin–Ciocalteu ความเข้มข้น 0.2 N ปริมาตร 500 µL เขย่าและทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาบอเนตความเข้มข้น 7.5 % w/v ปริมาตร 400 µL เขย่าและทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ 765 nm นำค่าที่ ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน Gallic acid จากนั้นรายงานผลเป็นหน่วย mgGE/gEt

3.3.3 การวัดความสามารถของสารสกัดในการต้านอนุมูลอิสระในการให้อิเล็กตรอนอิสระด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay

ดัดแปลงวิธีการทดลองจาก Benzie, *et al*. ในปี 1996 (35) โดยเตรียมสารสกัดของแต่ละตัวทำละลายที่ความเข้มข้น 0.05 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร จำนวน นำสารตัวอย่างมา 100 µL จากนั้นเติม สารละลาย FRAP ปริมาตร 900 µL (300 mM Acetate buffer (pH 3.6): 10 mM Tripyridyltriazine solution: 20 mM Ferric chloride solution of 10: 1: 1) เขย่าให้เข้ากัน และบ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 4 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 593 nm นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน Trolox จากนั้นรายงานผลเป็นหน่วย mgTE/gEt

3.3.4 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านออกซิเดชันโดยการกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay

ดัดแปลงวิธีการทดลองจาก Brand-Williams *et al*. ในปี 1995 (36) เตรียมสารสกัดทุกตัวทำละลายที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0.16, 0.31, 0.63, 1.25 และ 2.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) ปริมาตร 100 µL เติม DPPH ที่เจือจางให้ได้ความเข้มข้น 10.1 mM ในเอทานอลปริมาตร 900 µL ลงในหลอดทดลอง หลังจากนั้นทำการ Vortex ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่า

การดูดกลืนแสงที่ 515 nm นำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดออกซิเดชัน เป็น % Inhibition (% Inhibition = [(Abs_{DPPH}-$Abs_{DPPH+test}$) x100] /Abs_{DPPH} เขียนกราฟระหว่าง% Inhibition และความเข้มข้น รายงานเป็นค่า IC_{50} (50 % Inhibitory concentration) และเทียบกับสารมาตรฐาน Ascorbic acid และ Trolox

3.3.5 การทดสอบความสามารถในการต้านออกซิเดชันโดยการกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS radical cation decolorization assay

ดัดแปลงวิธีการทดลองจาก Re R, Pellegrini *et al.*ในปี 1999 (37) เตรียมสารละลาย ABTS ด้วยการเปลี่ยน ABST ให้เป็นอนุมูลอิสระ ABTS•+ ด้วยการเติมสารละลาย $K_2S_2O_8$ จากนั้นทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 16 ชั่วโมง แล้วทำการเจือจางสารละลาย ABTS•+ ด้วยน้ำปราศจากไอออน นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 734 nm เพื่อให้ได้ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย ABTS•+ ประมาณ 0.7xx-0.8xx จากนั้นนำสารสกัดทุกตัวทำละลายที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (0.04, 0.08, 0.11, 0.15 และ 0.23 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) ปริมาตร 100 µL เติมสารละลาย ABTS•+ ที่เจือจางปริมาตร 900 µL ผสมให้เข้ากันจากนั้นตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 734 nm แล้วนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดออกซิเดชัน (% Inhibition) (% Inhibition = [(Abs_{ABTS}-$Abs_{ABTS+test}$) x100 / Abs_{ABTS}] เขียนกราฟระหว่าง % Inhibition และความเข้มข้น รายงานเป็นค่า IC_{50} (50 % Inhibitory concentration) และเทียบกับสารมาตรฐาน Ascorbic acid และ Trolox

3.4 การศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสของสารสกัดใบดีปลากั้ง

ดัดแปลงจากวิธีของ Dong และคณะ ในปี 2012 (38) ทำการทดสอบสารสกัดใบดีปลากั้งเฉพาะตัวทำละลายน้ำ (PPWB และ PPSO) เพื่อให้สอดคล้องกับการนำไปใช้ตามภูมิปัญญาของแพทย์พื้นบ้านที่นำมาทำเป็นยาต้มให้กับผู้ป่วยโรคเบาหวานรับประทาน ละลายด้วยน้ำกลั่น ทำให้ได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นนำไป เจือจางให้มีความเข้มข้น 0.01, 0.02, 0.04, 0.08 และ0.16 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารตัวอย่างปริมาณ 120 ไมโครลิตร เติมเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส 1 หน่วยต่อมิลลิลิตร ใน 0.1 M phosphate buffer (pH 6.8) ปริมาณ 100 ไมโครลิตร แล้วนำไปบ่มให้เกิดปฏิกิริยาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เติมสารละลาย p-nitrophenyl-α-D-glucopyranoside: PNP-G ความเข้มข้น1 มิลลิโมลาร์ ใน 0.1 M phosphate buffer (pH 6.8) ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ซึ่งทำหน้าที่เป็นซับสเตรท นำไปบ่มให้เกิดปฏิกิริยา ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที หยุดปฏิกิริยาด้วยการเติมโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ใน 0.1 M phosphate buffer (pH 6.8)

ปริมาตร 320 ไมโครลิตร แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาว คลื่น 405 nm โดยใช้เครื่อง UV-Vis spectrophotometer แล้วนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเกิดออกซิเดชัน (% Inhibition) (% Inhibition = [(Abs_{blank}-Abs_{sample} x100] / Abs_{blank}) เขียนกราฟระหว่าง % Inhibition และความเข้มข้น รายงานเป็นค่า IC_{50} (50 % Inhibitory concentration) และเทียบกับสารมาตรฐาน และเทียบกับสารมาตรฐาน Acarbose

นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาว คลื่น 405 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง (UV/Vis Absorbance spectrophotometer microplate reader) ใช้ DMSO เป็นแบลงค์ (Blank) จากนั้นเติมสารละลายชนิดเดียวกันลงไปเหมือนกับการทดลองข้างต้น นำไปทดสอบสารยับยั้งแอลฟา-กลูโคซิเดส โดยเปรียบเทียบกับ สารมาตรฐานอะคาร์โบส (Acarbose) ซึ่งเป็นยารักษาโรคเบาหวาน (ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง) ตามวิธีของ Dong และคณะ (2012) นำไปคำนวณหาร้อยละของการยับยั้ง (% Inhibition) เขียนกราฟระหว่าง % Inhibition และความเข้มข้น รายงานเป็นค่า IC_{50} (50 % Inhibitory concentration) และเทียบกับยามาตรฐาน Acarbose

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดลองละ 5 ซ้ำ โดยทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง และแต่ละความเข้มข้นด้วยวิธี Duncan multiple range test ที่ P-value คำนวณค่าสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 11.5

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสจากสารสกัดจากสมุนไพรดีปลากั้ง โดยใช้ส่วนของใบ ในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน ได้แก่ น้ำ Hydro Ethanol และ 95% Ethanol ซึ่ง ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการศึกษาสารสกัดใบดีปลากั้งตามลำดับ ดังนี้

4.1 ปริมาณ (%Yield) ของสารสกัดใบดีปลากั้ง
4.2 ปริมาณปริมาณฟลาโวนอยด์รวมและฟีนอลิกรวม
4.3 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบดีปลากั้ง
4.4 ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสของสารสกัดใบดีปลากั้ง

4.1 ปริมาณสารสกัดของสารสกัดใบดีปลากั้ง

4.1.1 การเตรียมสารสกัดด้วยน้ำจากใบดีปลากั้งด้วยเครื่องต้ม Water Bath (PPTWB)

ผลการคำนวณหา %Yield ของสารสกัดใบดีปลากั้ง จากการสกัดด้วยน้ำโดยวิธีการต้มในเครื่องต้ม Water Bath พบว่า มีปริมาณ 10.99 กรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 4.40 ของน้ำหนักผงแห้ง และสารสกัดดังกล่าวถูกนำไปใช้ในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ตาราง 4.1)

4.1.2 การเตรียมสารสกัดด้วยน้ำจากใบดีปลากั้งด้วยเครื่องต้ม Ultra Sonicator Bath (PPTSO)

ผลการคำนวณหา %Yield ของสารสกัดใบดีปลากั้ง จากการสกัดด้วยน้ำโดยวิธีการต้มในเครื่องต้ม Ultra Sonicator Bath พบว่า น้ำหนักของสารสกัดใบดีปลากั้ง มีปริมาณ 12.19 กรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 4.90 ของน้ำหนักผงแห้ง และสารสกัดดังกล่าวถูกนำไปใช้ในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (ตาราง 4.1)

4.1.3 การเตรียมสารสกัดด้วย Hydro ethanol จากใบดีปลากั้ง (PPTHE)

ผลการคำนวณหา %Yield ของสารสกัดใบดีปลากั้งที่สกัดโดยวิธีหมักด้วย 50% Ethanol พบว่า น้ำหนักของสารสกัดใบดีปลากั้ง มีปริมาณ 20.6 กรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 8.24 ของน้ำหนักผงแห้ง (ตาราง 4.1)

4.1.4 การเตรียมสารสกัดด้วย 95% Ethanol จากใบดีปลากั้ง (PPTE)

ผลการคำนวณหา %Yield ของสารสกัดใบดีปลากั้งสกัดโดยวิธีหมักด้วย 95 % Ethanol พบว่า น้ำหนักของสารสกัดใบดีปลากั้ง มีปริมาณ 11.17 กรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 4.47 ของน้ำหนักผงแห้ง (ตาราง 4.1)

ตารางที่ 4.1ปริมาณสารสกัดใบดีปลากั้ง จากน้ำโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ด้วยวิธีการต้มด้วยเครื่องต้ม Water Bath (PPTWB) ด้วยวิธีการต้มด้วยเครื่องต้ม Ultra Sonicator Bath (PPTSO) สกัดด้วย Hydro Ethanol (PPTHE) โดยใช้ 50% Ethanol และสารสกัดด้วย Ethanol (PPTE) โดยใช้ 95% Ethanol เป็นตัวทำละลาย

ตัวอย่าง	**ชื่อย่อ**	**% yield**
น้ำ ต้มด้วยเครื่อง Water Bath	PPTWB	4.40
น้ำ ต้มด้วยเครื่อง Sonicator Bath	PPTSO	4.90
Hydro Ethanol	PPTHE	8.24
Ethanol	PPTE	4.47

4.2 ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมและฟีนอลิกรวม

การศึกษาปริมาณฟลาโวนอยด์รวมและฟีนอลิกรวมของสารสกัดใบดีปลากั้ง ที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกันคือ ด้วยวิธีการต้มด้วยเครื่องต้ม Water Bath (PPTWB) และเครื่อง Sonicator Bath (PPTSO) สารสกัด 50% Ethanol (PPTHE) สารสกัด 95% Ethanol (PPTE) ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.2.1 การหาปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดใบดีปลากั้ง พบว่า สารสกัดที่มีปริมาณฟีนอลิกรวมมากที่สุด คือ สารสกัดPPTHE เท่ากับ 16.36±0.45 mgQE/gExt รองลงไป คือสารสกัด PPTSO เท่ากับ 8.96±0.10 mgQE/gExt สารสกัดPPTE เท่ากับ 6.32±0.05 mgQE/gExt และ สารสกัดPPTWB เท่ากับ 4.35±0.07 mgQE/gExt มีปริมาณฟีนอลิกรวมน้อยที่สุด ตามลำดับ

4.2.2 การหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดใบดีปลากั้ง พบว่า สารสกัดที่มีปริมาณฟลาโวนอยด์รวมมากที่สุด คือ สารสกัด PPTHEเท่ากับ 10.82±0.54 mgGE/gExt รองลงไป คือสารสกัดPPTE เท่ากับ 9.41±0.03 mgGE/gExt สารสกัด PPTSO เท่ากับ 4.06±0.15 mgGE/gExt และสารสกัด PPTWB เท่ากับ 1.67±0.08 mgGE/gExt ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมน้อยที่สุด ตามลำดับ

4.3 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบดีปลากั้ง

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบดีปลากั้ง ที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกันคือ ด้วยวิธีการต้มด้วยเครื่องต้ม Water Bath (PPTWB)และเครื่อง Sonicator Bath (PPTSO) สารสกัด 50% Ethanol (PPTHE) สารสกัด 95% Ethanol (PPTE) โดยการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี FRAP (Ferrous tripyridyl triazine) assay, วิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay และวิธี 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) assay ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.3.1 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบดีปลากั้ง โดยวิธี FRAP assay พบว่า ความสามารถในการต้านนุมูลอิสระที่ดีที่สุด คือ สารสกัด PPTE เท่ากับ 23.61±0.54 mgTE/gExt รองลงมา คือสารสกัด PPTSO เท่ากับ 22.36±0.93 mgTE/gExt สารสกัด PPTHE เท่ากับ 14.09±1.07 mgTE/gExt และ สารสกัด PPTWB เท่ากับ 11.13±0.70 mgTE/gExt ตามลำดับและพบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$ (ตาราง 4.2)

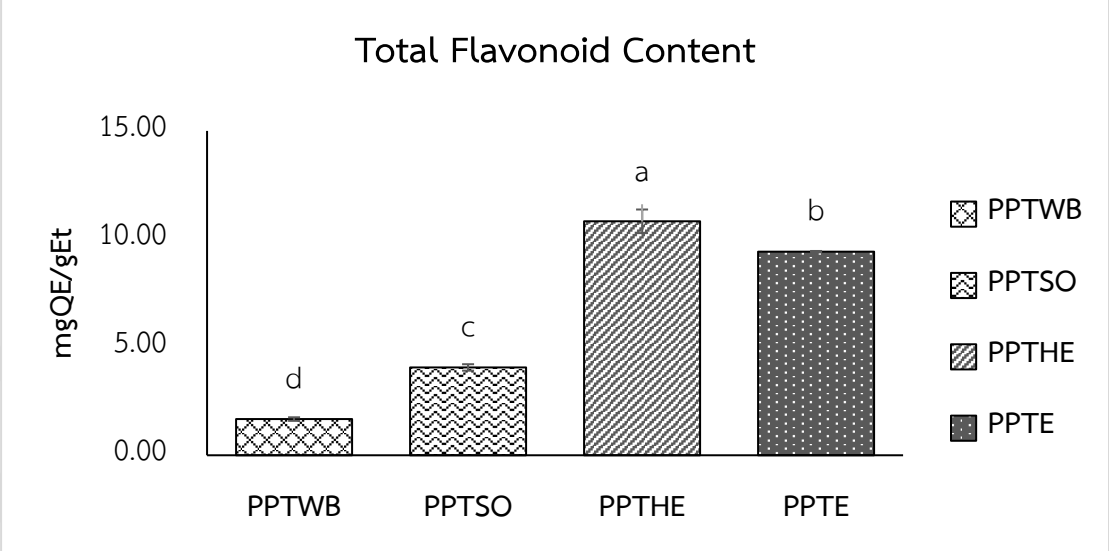
4.3.2 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบดีปลากั้ง โดยวิธี DPPH assay พบว่า สารสกัดที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด คือ สารสกัด PPTE มีค่า IC_{50} 4.60±0.20 mg/mL รองลงมาคือ สารสกัด PPTSO มีค่า IC_{50} 6.40±0.08 mg/mL สารสกัด PPTWB มีค่า IC_{50} 10.60±2.40 mg/mL และสารสกัด PPTHE มีค่า IC_{50} 13.87±2.37 mg/mL ตามลำดับ และพบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$ แต่สารสกัดใบดีปลากั้งมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าสารมาตรฐาน ได้แก่ Ascorbic acid มีค่า IC_{50} 0.02±0.0003 mg/mL และ Trolox มีค่า IC_{50} 0.04±0.0008 mg/mL (ตาราง 4.2)

4.3.3 การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบดีปลากั้ง โดยวิธี ABTS assay พบว่า สารสกัดที่มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด คือ สารสกัด PPTHE มีค่า IC_{50} 0.63±0.04 mg/mL รองลงมาคือ สารสกัด PPTSO มีค่า IC_{50} 0.90±0.03 mg/mL สารสกัด PPTWB มีค่า IC_{50} 1.79±0.06 mg/mL และ สารสกัด PPTE มีค่า IC_{50} 2.15±0.20 mg/mL ตามลำดับและพบว่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$ แต่สารสกัดใบดีปลากั้งมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าสารมาตรฐาน ได้แก่ Ascorbic acid มีค่า IC_{50} 0.01±0.0002 mg/mL และ Trolox มีค่า IC_{50} 0.02±0.0004 mg/mL (ตาราง 4.2)

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบการคำนวณหาปริมาณฟีนอลิกรวม, ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ของสารสกัดใบดีปลากั้ง

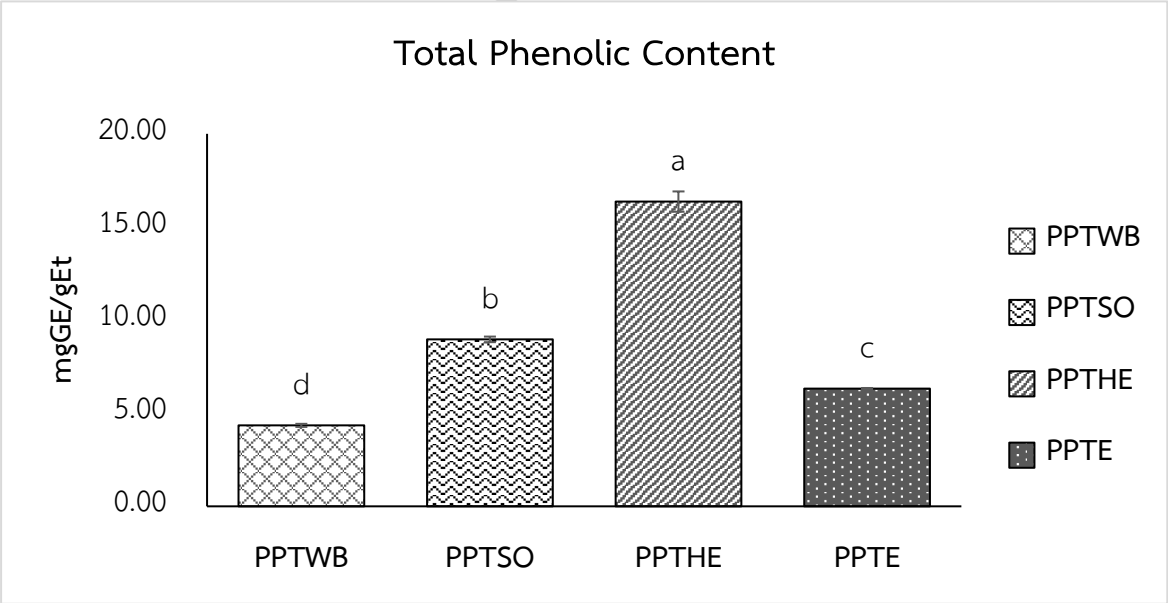
Sample	TFC	TPC	FRAP	DPPH	ABTS
	mgQE/gExt	mgGE/gExt	mgTE/gExt	IC_{50}(mg/mL)	IC_{50}(mg/mL)
PPTWB	1.67±0.08^{d}	4.35±0.07^{d}	11.13±0.70^{c}	10.60±2.3997^{c}	1.79±0.0580^{d}
PPTSO	4.06±0.15^{c}	8.96±0.10^{b}	22.36±0.93^{a}	6.40±0.0798^{b}	0.90±0.0260^{c}
PPTHE	10.82±0.54^{a}	16.36±0.45	14.09±1.07^{b}	13.87±2.3680^{d}	0.63±0.0355^{b}
PPTE	9.41±0.03^{b}	6.32±0.05^{c}	23.61±0.54^{a}	4.60±0.2043^{b}	2.15±0.2002^{e}
Ascorbic	-	-	-	0.02±0.0003^{a}	0.01±0.0002^{a}
Trolox	-	-	-	0.04±0.0008^{a}	0.02±0.0004^{a}
Acarbose					

a, b, c, d, e, f, g, h แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ P<0.0



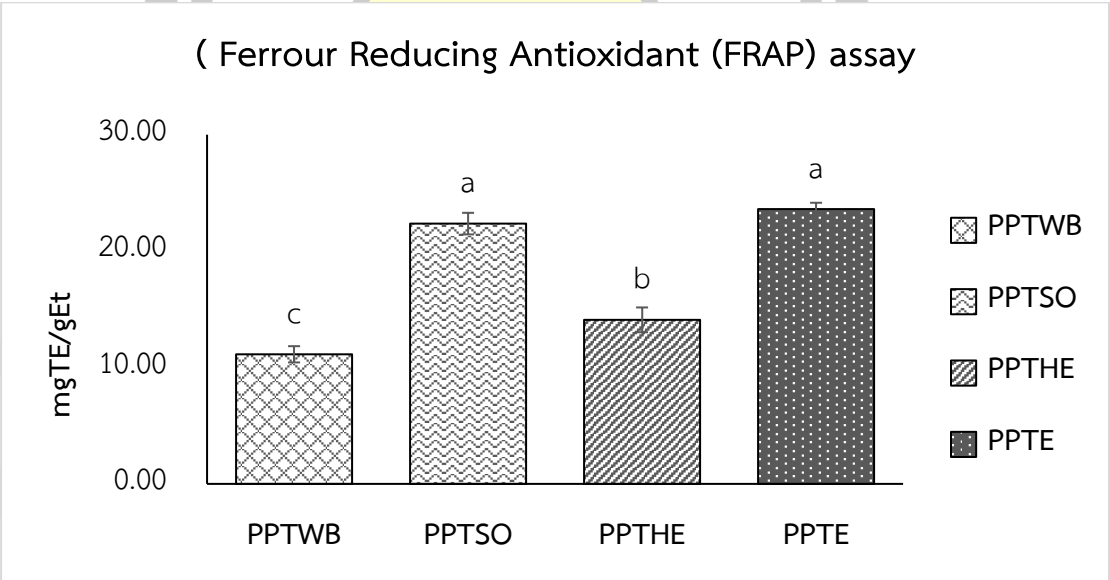
ภาพประกอบที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัด PPTWB, PPTSO, PPTHE และ PPTE

a, b, c, d แสดงถึงความแตกต่างของชุดข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)



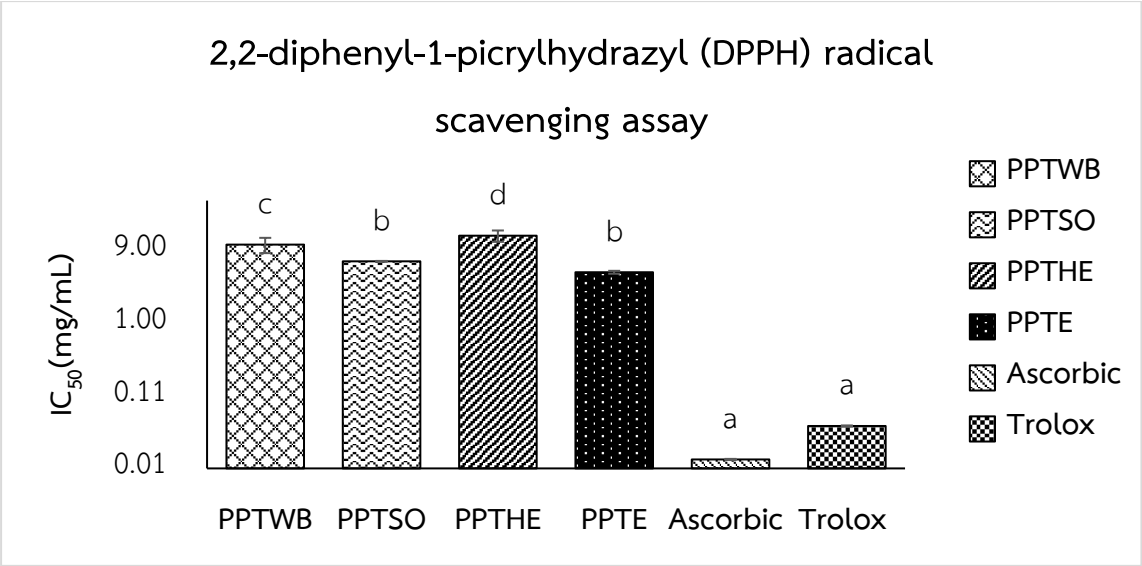
ภาพประกอบที่ 3 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิครวม ของสารสกัดใบดีปลากั้ง PPTWB, PPTSO, PPTHE และ PPTE

a, b, c, d แสดงถึงความแตกต่างของชุดข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

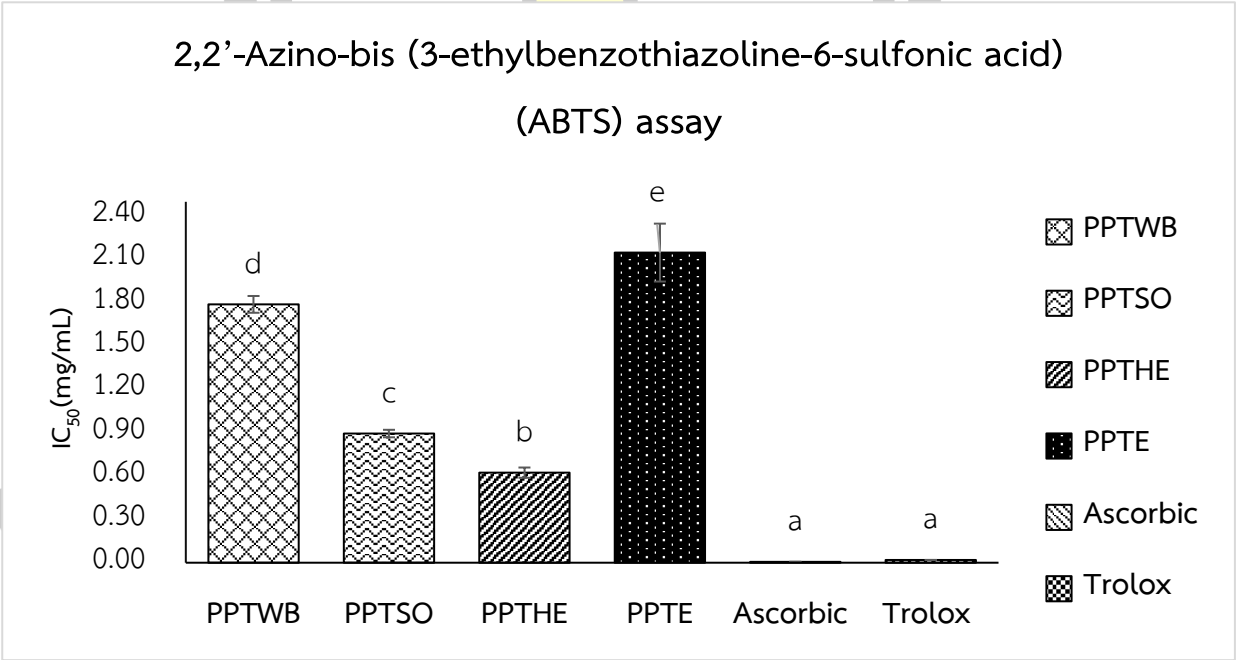


ภาพประกอบที่ 4 ปริมาณความสามารถในการรีดิวซ์สารอนุมูลอิสระด้วยวิธี Ferrous Reducing Antioxidant Power (FRAP) assay ของสารสกัดใบดีปลากั้ง PPTWB, PPTSO, PPTHE และ PPTE

a, b, c แสดงถึงความแตกต่างของชุดข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพประกอบที่ 5 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay ของสารสกัดใบดีปลากั้ง PPTWB, PPTSO, PPTHE และ PPTE
a, b, c, d แสดงถึงความแตกต่างของชุดข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพประกอบที่ 6 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) assay ของสารสกัดใบดีปลากั้ง PPTWB, PPTSO, PPTHE และ PPTE
a, b, c, d, e แสดงถึงความแตกต่างของชุดข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

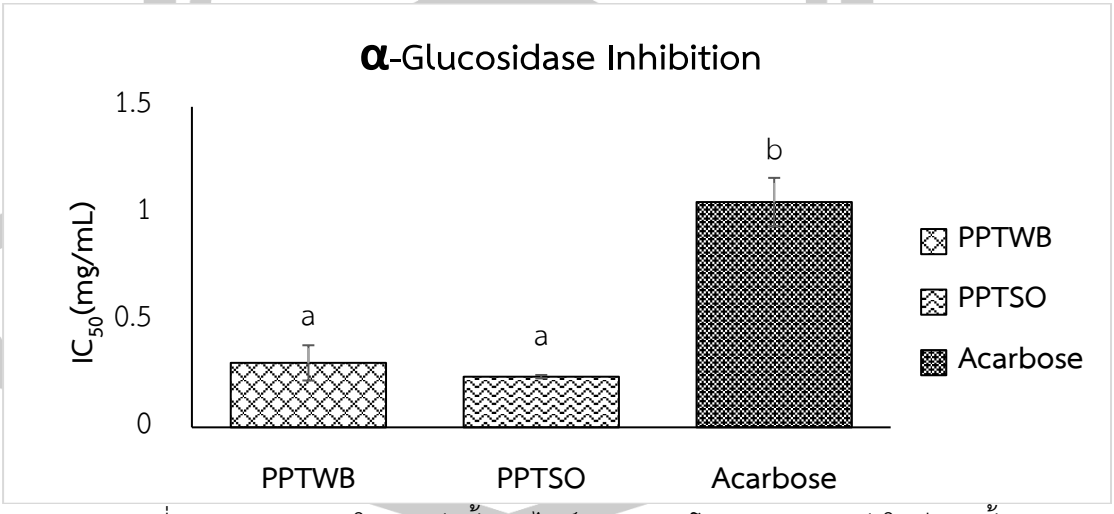
4.4 การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสจากสารสกัดใบดีปลากั้ง

การทดสอบสารสกัดใบดีปลากั้งเฉพาะตัวทำละลายน้ำ (PPTWB และ PPTSO) เพื่อให้สอดคล้องกับการนำไปใช้ตามภูมิปัญญาของแพทย์พื้นบ้านที่นำมาทำเป็นยาต้มให้กับผู้ป่วยโรคเบาหวานรับประทาน พบว่า สารสกัดที่มีความสามารถในการการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ดีที่สุด คือ มีค่า สารสกัด PPTSO มีค่า IC_{50} 0.237±0.008 mg/mL รองลงมาคือ สารสกัด PPTWB มีค่า IC_{50} 0.3018±0.082 mg/mL และสารมาตรฐาน Acarbose มีค่า IC_{50} 1.0543±0.11 mg/mL ตามลำดับ และพบว่าความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสของสารสกัดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบ ความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสของสารสกัดจากใบดีปลากั้ง

ตัวอย่าง	Alpha-Glucosidase IC_{50} (mg/mL)
PPTWB	0.3018±0.082[a]
PPTSO	0.237±0.008[a]
Acarbose	1.0543±0.11[b]

a , b แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$



ภาพประกอบที่ 7 ความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสของสารสกัดใบดีปลากั้ง PPTWB, PPTSO, PPTHE และ PPTE

a, b แสดงถึงความแตกต่างของชุดข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$

บทที่ 5
สรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และ ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสของสารสกัดใบดีปลากั้ง (*Phlogacanthus pulcherrimus* T.Anderson) ผู้วิจัยนำเสนอตามหัวข้อดังนี้

5.1 สรุปอภิปรายผล

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป อภิปรายผล

5.1.1 ปริมาณสารสกัด (% yield)

สารสกัดใบดีปลากั้งที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกันคือ สกัดด้วยน้ำ ด้วยวิธีการต้มด้วยเครื่องต้ม Water Bath (PPTWB) และเครื่องต้ม Ultra Sonicator Bath (PPTSO) สกัดด้วย Hydro Ethanol (PPTHE) โดยใช้ 50% Ethanol เป็นตัวทำละลาย และสกัดด้วย Ethanol (PPTE) โดยใช้ 95% Ethanol เป็นตัวทำละลาย สารสกัดใบดีปลากั้ง ที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกันมีปริมาณที่แตกต่างกัน พบว่าสารสกัดPPTHE มีปริมาณสารสกัด (%Yield) มากที่สุดและแตกต่างจาก PPTSO PPTE และ PPTWB ตามลำดับ (8.24, 4.90, 4.47 และ 4.40) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Manosroi *et al*. ในปี 2011 ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดของพืชสมุนไพรไทยล้านนาที่อยู่ในฐานข้อมูลของมโนสร้อย 2 พบว่า ไมยราบที่สกัดด้วยน้ำ ได้สารสกัดคิดเป็นร้อยละ 9. 15 เปอร์เซ็นโดยน้ำหนัก (39)

5.1.2 ปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวม

การหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม พบว่าสารสกัด สารสกัด PPTHE ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมมากที่สุดเท่ากับ 10.82±0.54 mgGE/gExt รองลงมาคือPPE, PPTSO, PPTWB เท่ากับ 9.41±0.03, 4.06±0.15 และ 1.67±0.08 mgGE/gExt ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$ (ตารางที่ 4.1) แสดงว่าปริมาณฟลาโวนอยด์ที่เป็นองค์ประกอบในใบดีปลากั้งมีสภาพขั้วใกล้เคียงกับ 50% Ethanol จากผลการวิจัย พบว่าตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดที่มีขั้วแตกต่างกันจะ สามารถสกัดสารพฤกษเคมีออกมาจากพืชในปริมาณที่ แตกต่างกัน ซึ่งโดยทั่วไปการสกัดเป็นขั้นตอนที่สำคัญ ที่จะทำให้ได้มาซึ่งสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากพืชและ ส่วนต่าง ๆ ของพืช ซึ่งปริมาณ องค์ประกอบและความบริสุทธิ์ของสารออกฤทธิ์ที่ได้จากสารสกัดนั้นขึ้นอยู่กับโครงสร้าง หรือลักษณะเฉพาะทางเคมีรวมทั้งสภาพขั้ว ของสารออกฤทธิ์ จำนวนของตัวอย่างและสภาวะหรือ วิธีการสกัด เช่น ชนิดของตัว

ทำละลาย เวลา อุณหภูมิ เป็นต้น (40) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณฟีนอล และฟลาโวนอยด์ ในสารสกัดต่าง ๆ พบว่าสารสกัด 50% Ethanol ของใบดีปลากั้งมีปริมาณฟลาโวนอยด์สูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ James et al. ในปี 2011 (41) ที่กล่าวว่าการศึกษาสารสกัดทองพันชั่ง ซึ่งเป็นพืชในวงศ์ Acanthaceae ซึ่งเป็นพืชในวงศ์เดียวกันกับดีปลากั้ง พบว่า สารสกัดใบทองพันชั่งด้วยเอทานอลมีปริมาณ ฟลาโวนอยด์มากที่สุด (1.15±0.14 mg/g^{-1}RE) มากว่าสารสกัดรากทองพันชั่งด้วยเอทานอล (1.13±0.17 mg/g^{-1}RE)

5.1.3 ปริมาณสารฟีนอลิกรวม

การหาปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดใบดีปลากั้ง พบว่า สารสกัด PPTHE มีปริมาณสารประกอบฟีนอลลิกรวมมากที่สุด เท่ากับ 16.36±0.45 mgGE/gEtx รองลงมาคือ PPTSO, PPTE และ PPTWB เท่ากับ 8.96±0.10, 6.32±0.05 และ 4.35±0.07 mgGE/gEtx ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ p<0.05 (ตารางที่ 1) การเลือกใช้ตัวทำละลายมีผลต่อค่าปริมาณฟีนอลลิกรวมโดยพบว่าการใช้ตัวทำละลาย 50% Ethanol ในการสกัดสารจากใบดีปลากั้งส่งผลให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลลิกรวมมากกว่าการใช้ตัวทำละลายชนิดอื่น จากการรายงานการวิจัยที่ผ่านมาของ Poeaim et al. ในปี 2016 (17) พบปริมาณฟีนอลลิกรวม จากตัวทำละลายที่แตกต่างกันของสารสกัดหยาบจากใบดีปลากั้ง ได้แก่ ไดคลอโรมีเธน (DE), เอทธิล อะซีเตท (EE), เอ็น-บิวทานอล (BE) และ น้ำ (AE) พบว่าสารสกัดที่มีปริมาณฟีนอลิกรวมมากที่สุดคือ EE 55.05±3.40 mgGAE/gextract รองลงมาคือ BE, DE และ AE 25.02±5.60, 15.16±0.82 และ 13.77±0.57 mgGAE/gextract ตามลำดับ นอกจากนี้การวิจัยของ Lordkhem et al. ในปี 2015 (18) พบว่า สารสกัดใบดีปลากั้งด้วยเมทานอลมีปริมาณฟีนอลลิกรวม เท่ากับ 27.55 ± 0.90 mgGAE/g อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับชนิดและปริมาณของสารประกอบฟีนอลที่พบในใบดีปลากั้ง

5.1.4 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบดีปลากั้งที่สกัดด้วยวิธีการต้มด้วยเครื่องต้ม Water Bath (PPTWB) ด้วยวิธีการต้มด้วยเครื่องต้ม Ultra Sonicator Bath (PPTSO) สกัดด้วย Hydro Ethanol (PPTHE) สารสกัดด้วย Ethanol (PPTE) การวัดความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระในการให้อิเล็กตรอนอิสระด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay, การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay และการทดสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี ABTS assay

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี FRAP assay พบว่าความสามารถในการรีดิวซ์สารอนุมูลอิสระที่ดีที่สุด คือ สารสกัด PPTE เป็นสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สามารถให้อิเล็กตรอนในการรีดิวซ์ $Fe3^{+}$ เป็น $Fe2^{+}$ได้ดีที่สุด เท่ากับ 23.61±0.54

mgTE/gExt รองลงมาคือ PPTSO, PPTHE, PPTWB เท่ากับ 22.36±0.93, 14.09±1.07 และ 11.13±0.70 mgTE/gExt ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$ (ตารางที่ 4.2)

เนื่องจากสารสกัดที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นสารสกัดหยาบ ซึ่งประกอบด้วยสารพฤกษเคมีหลายชนิด ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ซึ่งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบดีปลากั้งอาจมาจากสารจำพวกอัลคาลอยด์, สารประกอบฟีนอล, คูมาริน เป็นต้น (18) ซึ่งสาร ฟลาโวนอยด์ เป็นสารประกอบฟีนอล (Phenolic compounds) ประเภทพอลิ-ฟีนอล (polyphenol) ฟลาโวนอยด์เป็นกลุ่มสารพฤกษเคมีที่มีสรรพคุณกว้างขวาง รวมทั้งมีสรรพคุณมากมาย มีคุณสมบัติต้านการเกิดออกซิเดชัน (Antioxidant) นอกจากนี้พบว่ามีการศึกษาของพืชในวงศ์ Acanthaceae พบว่า สารสกัดใบทองพันชั่งด้วยเอทานอล มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีเมื่อทดสอบด้วยวิธี FRAP มีค่าFRAP value = 215.19±20.69 mg/g (42)

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH assay พบว่าสารสกัด PPTE มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด มีค่า IC_{50} 4.60±0.20 mg/mL รองลงมาคือ PPTSO, PPTWB และ PPTHE มีค่า IC_{50} 6.40±0.08, 10.60±2.40 และ 13.87±2.37 mg/mL ตามลำดับ แต่สารสกัดใบดีปลากั้งมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าเมื่อเทียบกับสารมาตรฐาน ได้แก่ Ascorbic acid และ Trolox มีค่า IC_{50} 0.02±0.0003 mg/mL และ IC_{50} 0.04±0.0008 mg/mL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$ (ตารางที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lordkhem et al. ในปี 2015 (18) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระวิธี DPPH พบว่าสารสกัดด้วยเมทานอลจากใบดีปลากั้ง มีค่าเท่ากับ 24.02 ± 1.59 mgTEAC/g extract นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Poeaim et al. ในปี 2016 (17) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟีนอลิกรวม จากตัวทำละลายที่แตกต่างกันของสารสกัดหยาบจากใบดีปลากั้ง ได้แก่ ไดคลอโรมีเธน (DE), เอทธิล อะซีเตท(EE), เอ็น-บิวทานอล (BE) และ น้ำ (AE) เมื่อนำสารสกัดมาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่า สารสกัด DE ที่ความเข้มข้น >2000 µg/ml มีค่า IC_{50}=8.25±1.07 mgTEAC/g extract มีความสามารถต้านอนุมูลอิสระได้เท่ากันกับสารสกัด AE ความเข้มข้น >2000 µg/ml มีค่า IC_{50}= 9.87±0.26 สารสกัด BE ความเข้มข้น 1422.93 µg/ml มีค่า IC_{50}=18.53±1.62 และสารสกัด EE ความเข้มข้น 730.28 µg/ml มีค่า IC_{50}=33.27±5.81 mgTEAC/g extract ตามลำดับ

การวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี ABTS assay พบว่าสารสกัด PPHE มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด มีค่า IC_{50} 0.63±0.04 mg/mL รองลงมาคือ PPSO, PPWB และ PPE มีค่า IC_{50} 0.90±0.03, 1.79±0.06, 2.15±0.20 mg/mL ตามลำดับ แต่สารสกัดใบดีปลากั้งมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่าเมื่อเทียบกับสารมาตรฐาน

ได้แก่ Ascorbic acid และ Trolox มีค่า IC_{50} 0.01±0.0002 และ 0.02±0.0004 mg/mL อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$ (ตารางที่ 4.2)

จากการศึกษาของ Lordkhem et al. ในปี 2015 (18) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระวิธี ABTS พบว่าสารสกัดด้วยเมทานอลจากใบดีปลากั้ง มีค่าเท่ากับ 33.42 ± 3.10 mgTEAC/g extract นอกจากนี้งานวิจัยของ Poeaim et al. ในปี 2016 (17) การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลิกรวม จากตัวทำละลายที่แตกต่างกันของสารสกัดหยาบจากใบดีปลากั้ง ได้แก่ ไดคลอโรมีเธน (DE), เอทธิล อะซีเตท (EE), เอ็น-บิวทานอล (BE) และ น้ำ (AE) เมื่อนำสารสกัดมาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี ABTS พบว่า สารสกัด DE มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ที่ความเข้มข้น >2000 µg/ml มีค่า IC_{50}=15.45c ±1.76 รองลงมา คือ สารสกัด AE ความเข้มข้น 1065.33 µg/ml มีค่า IC_{50}=23.06b±2.04, สารสกัด BE ความเข้มข้น 1160.41 µg/ml มีค่า IC_{50}=26.44b±2.39 และ สารสกัด EE ความเข้มข้น 628.39 µg/ml มีค่า IC_{50}=45.50±3.85 mgTEAC/g extract

5.1.5 ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอมไซม์แอลฟากลูโคซิเดส

ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอมไซม์แอลฟากลูโคซิเดสพบว่า สารสกัด PPTSO มีความสามารถในการการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ดีที่สุด มีค่า IC_{50} 0.237±0.008 mg/mL รองลงมาคือ PPTWB มีค่า IC_{50} 0.3018±0.082 mg/mL และสารมาตรฐาน Acarbose มีค่า IC_{50} 1.0543±0.11 mg/mL ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p<0.05$ (ตารางที่ 4.2) จากการวิจัยก่อนนี้พบว่าสมุนไพรรสขมจะมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ดี สอดคล้องการศึกษาสารสกัดพิกัดตรีญาณรส (TJ) ซึ่งประกอบด้วย หมาก รากสะเดา และเถาบอระเพ็ด ด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน พบว่า สารสกัดด้วยน้ำ (ATJ) มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ดี (IC_{50} = 0.0127 ± 0.02 mg/mL) รองลงมาคือ สารสกัดด้วยเอทานอล 95% (ETJ) (IC_{50} = 0.0154 ± 0.01 mg/mL) และ สารสกัดด้วยเอทานอล 50% (HETJ) (IC_{50} = 0.0202 ± 0.01 mg/mL) มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ดีกว่า acarbose (IC_{50} =0.745 ± 0.026 mg/mL) (44) และยังสอดคล้องกับการศึกษาสารสำคัญจากใบทองพันชั่งที่มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้แก่ Rhinacanthins-rich extract, rhinacanthin-C และ rhinacanthin-D (IC_{50} = 25.0, 22.6 และ 71.5 mg/mL) และ Acarbose (IC_{50} = 395.4 mg/mL) (41) เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Li et al ในปี 2009 (46) ได้ศึกษาสารสกัดในกลุ่มฟลาโวนอยด์จากใบ ฮอร์ธอร์น (Hawthorn) สามารถยับยั้งเอนไวม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ร้อยละ 86 เมื่อเทียบกับอะคาร์โบส นอกจากนี้การศึกษาสาร Proanthocyanidind ในเมล็ดกระเจี๊ยบเขียว ที่ความเข้มข้น 2ไมโครกรัม/มล. มีค่า IC_{50} = 16.88±0.26 ไมโครกรัม/มล. เทียบกับอะคาร์โบส ซึ่งมีค่า IC_{50} = 35.60±1.47 ไมโครกรัม/มล. (47) จากผลการศึกษาปริมาณสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์บางชนิด สารถยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสซึ่งอาจมีผลต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือด

ของผู้ป่วยเบาหวาน ซึ่งการยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสมีความสำคัญต่อการย่อยน้ำตาลโมเลกุลคู่ขนิดต่าง ๆ หากเอนไซม์นี้ถูกยับยั้งจะทำให้สารมารถลดการดูดซึมน้ำตาลกลูโคสเข้าสู่ร่างกาย (48)

จากผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสของสารสกัดของใบดีปลากั้งด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน พบว่า สารสกัด Hydro ethanol (PPTHE) มีปริมาณฟีนอลและฟลาโวนอยด์รวมมากที่สุด และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด เมื่อทดสอบด้วย ABTS assay ส่วนสารสกัด 95% ethanol (PPTE) มีความสามารถรีดิวซ์สารอนุมูลอิสระที่ดีที่สุด เมื่อทดสอบด้วยวิธี FRAP assay และวิธี DPPH assay แต่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้น้อยกว่า Ascorbic acid และ Trolox เมื่อนำสารสกัดด้วยน้ำที่ทำการสกัดด้วย Water Bath (PPTWB) และ Ultra Sonic Bath (PPTSO) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาทีพบว่าสารสกัด PPTSO และ PPTWB สามารถยับยั้งเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ดีที่สุด ซึ่งมีความสามารถในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ดีกว่า Acarbose แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบดีปลากั้งสามารถให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระได้ ส่งผลให้อนุมูลอิสระลดลง สามารถต้านอนุมูลอิสระได้ดี อีกทั้งยังสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสได้ ซึ่งอาจมีผลยับยั้งการย่อยสารอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรต ส่งผลต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ ซึ่งสารสกัดที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นสารสกัดหยาบ อาจจะประกอบไปด้วยสารพฤกษเคมีหลายชนิดที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับสารสำคัญชนิด ฤทธิ์ในการลดระดับน้ำตาลในสัตว์ทดลอง การศึกษากลไกการออกฤทธิ์ ตลอดจนการศึกษาความปลอดภัย และการศึกษาทางคลินิกเพื่อให้ได้ข้อมูลในการนำมาใช้เป็นยาสำหรับการป้องกัน หรือรักษาโรคเบาหวานได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะจากการศึกษาครั้งนี้

การศึกษานี้นับว่าได้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนการใช้สมุนไพรดีปลากั้งเพื่อลดระดับน้ำตาลในเลือดที่ปัจจุบันมีการใช้สมุนไพรเป็นส่วนประกอบของตำรับยาหมอพื้นบ้านในแถมลุ่มแม่น้ำโขง จังหวัดมุกดาหาร อำนาจเจริญ อุบลราชธานี รวมทั้งการนำมารับประทานเป็นผักเพื่อลดระดับน้ำตาลในเลือดของประชาชน ซึ่งสารสกัดดีปลากั้งมีความสามารถการต้านอนุมูลอิสระและการสกัดด้วยวิธีการต้มยังมีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส ในหลอดทดลองได้ อย่างไรก็ตามข้อมูลที่มีนั้นยังไม่มากพอที่จะยืนยันได้แน่ชัดว่าสารสกัดจากใบสมุนไพรดีปลากั้งสามารถลดระดับน้ำตาลในสัตว์ทดลองหรือแม้กระทั่งในคนได้ รวมทั้งต้องศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องพิษหรืออาการไม่พึงประสงค์ ซึ่งหากนำไปทดลองในสัตว์ทดลองในการใช้สมุนไพร หรือสารสกัดจากใบดีปลากั้งไปนาน ๆ อาจจะเกิดอาการแพ้หรือมีพิษเรื้อรังในสัตว์ทดลองหรือแม้กระทั่งในคนได้ สำหรับ

ผู้ป่วยเบาหวานที่รับประทานยาแผนปัจจุบันอยู่แล้ว ควรระมัดระวัง และควรหลีกเลี่ยงการรับประทานสมุนไพรใบดีปลากั้งในปริมาณมากพร้อมกับยาแผนปัจจุบัน เพราะสารสกัดจากใบดีปลากั้งอาจรบกวนการดูดซึมยาแผนปัจจุบัน หรืออาจเสริมฤทธิ์กับยาลดระดับน้ำตาลในเลือดจนระดับน้ำตาลในเลือดต่ำเฉียบพลันก่อให้เกิดอันตรายตามมาได้

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.2.2.1 ควรมีศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสารสำคัญของสารสกัดใบดีปลากั้งที่เป็นสารออกฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส

5.2.2.2 ควรศึกษากลไกในการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสของสารสกัดใบดีปลากั้งในสัตว์ทดลอง

5.2.2.3 ควรศึกษาสารสกัดจากใบดีปลากั้งเปรียบเทียบส่วนอื่นของดีปลากั้งเช่น ลำต้น ดอก และรากในการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดสทั้งในหลอดทดลองและสัตว์ทอดลอง

5.2.2.4 ควรศึกษารูปแบบขนาดที่เหมาะสมในการนำสมุนไพรดีปลากั้งเพื่อใช้เป็นยาและการทดสอบประสิทธิภาพรวมถึงประสิทธิผลความปลอดภัยความเป็นพิษของสารสกัดใบดีปลากั้ง

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บรรณานุกรม

1. เสวย อุคำพันธุ์. “แนวทางการพัฒนาการให้บริการ การแพทย์แผนไทย” วารสารรัฐศาสตร์และนิติศาสตร์. กาฬสินธุ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์. 2556; 24(2): 31-36.
2. ศุภลักษณ์ ฟักคำ เทพลักษ์ ศิริธนะวุฒิชัย วิทยา จารุพูนผล, พิสมัย หอมจำปา และมนตรี บุญนิรันดร์.“การพัฒนาการแพทย์แผนไทยประยุกต์เข้าสู่ระบบการแพทย์แผนปัจจุบันอย่างบูรณาการ” การศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาแบบจำลองระบบการบริการจัดการในโรงพยาบาลคณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. มหาสารคาม; 2555.
3. ขวัญชนก เทพปัน. “การตัดสินใจเลือกใช้บริการแพทย์แผนไทยของประชาชนผู้มาใช้บริการที่โรงพยาบาลทั่วไป จังหวัดราชบุรี Decision Making on the Utilization of Thai Traditional Medicine in General Hospital, Ratchaburi Province” วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้า. โรงพยาบาลพระปกเกล้าจันทบุรี. จันทบุรี. 2560; 28.(2).
4. ทินกร เหล่าออง กนกวรรณ จารุกำจร และวรัญญา จตุพรประเสริฐ. “ผลกระทบของระบบต้านอนุมูลอิสระและภาวะเครียดออกซิเดชั่นต่อพัฒนาการของภาวะเบาหวาน” วารสารเภสัชศาสตร์. 2556. 9(1): 1-14.
5. สารัช สุนทรโยธิน และ ปฏิณัฐ บูรณะทรัพย์ขจร. “ตำราโรคเบาหวาน DIABETES MELLITUS” (ภาควิชาอายุรศาสตร์). กรุเทพมหานคร: คณะแพทยศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2555.
6. ภริตา เพิ่มผล ทิพาพร ธาระวานิช อรุณพร อิฐรัตน์ ยุทธพงษ์ ศรีมงคล พินิต ชินสร้อย และอรรัตน์ จันทร์เพ็ญ. “การศึกษาประสิทธิผล และความปลอดภัยของยามธุรเมหะ ในการรักษาผู้ป่วยเบาหวาน ชนิดที่ 2” ธรรมศาสตร์เวชสาร. 2559. 16. (4): 589-99.
7. นันทวัน บุณยะประภัศร และ อรนุช โชคชัยเจริญพร. “สมุนไพรไม้พื้นบ้าน เล่ม 1” กรุงเทพมหานคร: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2541.
8. ปรีชา อุปโยคิน เสาวภา พรสิริพงษ์ วิชิต เปานิล พร้อมจิต ศรลัมพ์ และพรทิพย์ อุศุภรัตน์. “การประเมินผลการพัฒนาสมุนไพร และผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อเป็นยา” กรุงเทพมหานคร: พี.เอลีฟวิ่ง; 2540.
9. สุทิน ศรีอัษฎาพร และวรรณี นิธิยานันท์. “โรคเบาหวาน Diabetes Mellitus”. กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์; 2548.
10. สมศักดิ์ ค้าธัญญมงคล. “การศึกษาปัจจัยที่มี ผลต่อพฤติกรรมการควบคุมระดับน้ำตาล ในเลือด ของผู้ป่วยโรคเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน”. จังหวัดพิษณุโลก; 2542.

11. อนุชา คงสมกัน. “ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการควบคุมระดับในเลือดของผู้ป่วยเบาหวาน” คณะสาธารณสุขศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล. โรงพยาบาลรามาธิบดี. กรุงเทพมหานคร; 2554.

12. กิตติพัฒน์ โสภิตธรรมคุณ และ ปานทิพย์ รัตนศิลป์กัลชาญ. “การสกัดและวิธีวัดความสามารถการต้านอนุมูลอิสระในพืชสมุนไพร” วารสารวิทย์. เทคโน. หัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. 2560;3 (1): 86-94.

13. กิตติพัฒน์ โสภิตธรรมคุณ และปานทิพย์ รัตนศิลป์กัลชาญ. “การสกัดและวิธีวัดความสามารถการต้านอนุมูลอิสระในพืชสมุนไพร. Extraction and determination of antioxidant activity in herbal plant. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ” คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ: สมุทรปราการ; 2560.

14. Tachakittirungrod, S. “Investigation of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Selected Indigenous Plant” (Doctor of Philosophy Pharmacy Thesis). Faculty of Pharmacy. University of Chiangmai; 2008.

15. Lobo V, Patil A, Phatak A, Chandra N. “Free radicals, antioxidants and functional foodsImpact on human health.” Phcog Rev 2010; 4. (8): 118-26.

16. Jongrungruangchok, S. Songsak, T. and Wongwiwatthananukit, S. “Evaluation of nutrient and mineral content of the leaves of phlogacanthus pulcherrimus”cultivated in Thailand. BHST. 2014; 12(1): 22-26.

17. Poeaim S, Lordkhem P, Charoenying P. and Laipasu, P. “Evaluation of antioxidant, cytotoxic activities and total phenolic content from leaf extracts of *Phlogacanthus pulcherrimus*.” IJAT; 2016; 12(7.1): 1657-7.

18. Lordkhem P, Poeaim S. and Charoenying, P. “Phytochemical screening, antioxidant and anticancer activities of *Phlogacanthus pulcherrimus* leaves.” *The 27th Annual Meeting of the Thai Society for Biotechnology and International Conference.*

19. Brand-Williams, W, Cuvelier, M.E. and Berset, C.,“Use of free radical method to evaluate antioxidant activity.”Lebensm Wiss Technology; 1995;(28):25-30.

20. Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. “Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cationdecolorization assay” Free Radical Biol Med. 1999;(26): 12.31-7.

21. วิมลพรรณ รุ่งพรหม ศิริรัตน์ ศิริพรวิศาล. “สารยับยั้งแอลฟากลูโคซิเดสจากพืชสมุนไพรเพื่อใช้บำบัดโรคเบาหวาน” ว. วิทย์. กษ.. 2553. 41(3/1) (พิเศษ):301-4.

22. นาฏศจี นวลแก้ว. “การศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดเอทานอล 80% ของผักพื้นบ้านไทยในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟากลูโคซิเดส” คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น;2555.

23. Damsud,T. ,Grace, M.H., Adisakwattana,S., and Phuwapraisirisan,P. “Orthosiphol A fromthe aerial parts of Orthosiphon aristatus is putatively responsible for hypoglycemic effect via alpha-glucosidase inhibition” NaturalProduct Communications. 2014. 639.

24. Kim, Y., Wang, M. & Rhee, H. “A novel α-Glucosidase Inhibitor from Pine Bark. Carbohydrate Research.” 2004; (339):715-717.

25. วินัย สมประสงค์. “วิทยาศาสตร์การเกษตร” กลุ่มวิจัยพฤกษศาสตร์และพิพิธภัณฑ์พืช. กองคุ้มครองพันธุ์พืช. กรมวิชาการเกษตร. กลุ่มงานคุ้มครองภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทยและสมุนไพร. กรุงเทพมหานคร: สถาบันการแพทย์แผนไทย; 2554.

26. สถาบันวิจัยและพัฒนาที่สูง องค์กรมหาชน. “ดีปลากั้ง” โครงการเผยแพร่ข้อมูลทรัพยากรชีวภาพและภูมิปัญญาท้องถิ่นบนพื้นที่สูง. กรุงเทพมหานคร; 2558.

27. แก้ว อุดมศิริ, ชาคร ถาวร สุภาพรม. “พรรณไม้” อุบลราชธานี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี; 2551.

28. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. “พืชอาหารกับความยั่งยืนของสภาพนิเวศเกษตรในเขตพื้นที่ศูนย์ภูฟ้าพัฒนา Foodplants and Sustainable Agro – Ecosystem at Phufa Patana Center” Nan Province. น่าน; 2558.

29. กมลวรรณ ศรีปลั่ง. “การศึกษาฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ของดีปลากั้ง” สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.การแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงสาธารณสุข; 2551.

30. Pongpun Siripong, Piengchai Kupradinan, Suratsawadee Piyaviriyagul, Sirirat Tunsakul. “Chronic toxicity of Acanthus bracteates Vahl. in rats.” Thailand. Thai National AGRIS Center; 2001.

31. Visweswara Rao, M. Dhananjaya Naidu, Rhinacanthus nasutus “A Plant with Potential activity in Radical Scavenging capacity” India. Current Trends in Biotechnology and Pharmacy; 2010.

32. Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., Bolwell, P. G., Bramley P. M. and Pridham, J. B. “The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids.” Free Radical Biology and Medicine. 1995; 22(4): 375-383.

33. Zhishen, J, Mengcheng, T. and Jianming, W. “The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals.” *Food Chemistry*. 1999; (64):555-9.

34. Singleton, V.L., Orthofer. R. and Lamuela-Raventos, R.M. “Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu Reagent.” *Methods in Enzymology*. 1999;(299):152-78.

35. Benzie, I. F. F. and Strain, J. J., “Ferric reducing antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration.” *Methods Enzymol*. 1999;(299):15-27.

36. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. “Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity.” LWT-Food Science and Technology. 1995. 28;(1): 25- 30.

37. Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans. “Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay.” *Free Radic Biol Med*. 1999;(26):1231-7.

38. Dong, H.Q., Li, M., Zhu, F., Liu, F.L. and Huang, J.B. “Inhibitory potential of trilobatin from Lithocarpus polystachyus Rehd against α-glucosidase and αamylase linked to type 2 diabetes.” *Food Chemistry*. 2012;(130): 261-6.

39. Manosroi A., Ruksiriwanich W., Abe M., Sakai H., Manosroi W., Manosroi J. “Biological activities of the rice bran extract and physical characteristics of its entrapment in niosomes by supercritical carbon dioxide fluid.” *The Journal of Supercritical Fluids*. 2010;54(2):137–144.

40. วัชราภรณ์ ประภาสะโนบล และพิชิต สุดตา. “ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ปริมาณฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์และแอลคาลอยด์ ของสารสกัดลำต้นนกกระลิงแดง” วารสารวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2560;45(3) 531-542.

41. James M. Brimson, Sirikalaya J. Brimson, Christopher A. Brimson, Varaporn Rakkhitawatthana and Tewin Tencomnao. “Rhinacanthus nasutus Extracts Prevent Glutamate and Amyloid-β Neurotoxicity in HT-22 Mouse Hippocampal Cells: Possible Active Compounds Include Lupeol, Stigmasterol and β-Sitosterol.”Thailand. *Int. J. Mol. Sci*.2012;(13);5074-97.

42. พร้อมจิต ศรลัมพ์ และรุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล. “รสยาสมุนไพรกับสารเคมี: ความเหมือนที่แตกต่าง”กรุงเทพฯ: หจก.สามลดาจำกัด; 2553.

43. นวฉัตร เทียนสุวรรณ บังอร ศรีพานิชกุลชัย และ นภภัค ใจภักดี. “ผลของสารสกัดสมุนไพรไทย สี่ชนิดต่อการสังเคราะห์เมลานิน” วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน. 2559; 11(ฉบับพิเศษ): 33-42.

44. Taepongsorat, L. and Konsue, A. “Biological Screening of Tri-Jannarose as a Recipe from Thai Traditional Medicine.” Pharmacognosy R. 2019; 11(2):110-4.

45. Ajmal, Shah, M., Khalil, R., Ul-Haq Z. and Panichayupakaranant, P. “α Glucosidase Inhibitory Effect of Rhinacanthins-rich Extract from Rhinacanthus nasutus Leaf and Synergistic Effect in Combination with Acarbose.” *J Funct Foods*. 2017;(36):325-31.

46. Li, B.B., Smith, B. and Hossian, M.M. “Extraction of phenolics from citrus peels Solvent extraction method.” *SEP PURIF TECHNOL*. 2006: (48):182-8.

47. Lu, N.S., Lai, C.Y., Hsu, S.Y. and Ho, T.C. “Phenolic content, antioxidant activity and effective compounds of kumquat extracted by different solvents.” *Food Chemistry*.2016; 197:1-6.

48. Shihabudeen, H. M., Priscilla, D.H. and Thirumurugan, K. “Cinnamon extract inhibits α-glucosidase activity and dampens postprandial glucose excursion in diabetic rats.” *Nutrition & Metabolism*. 2011. (8):4-6.

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายพิชิต โนนตูม
วันเกิด	วันที่ 23 เมษายน พ.ศ. 2531
สถานที่เกิด	อำเภเสนางคนิคม จังหวัดอำนาจเจริญ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 147 หมู่ที่ 1 ตำบลนาเวียง อำเภอเสนางคนิคม จังหวัดอำนาจเจริญ รหัสไปรษณีย์ 37290
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	แพทย์แผนไทยปฏิบัติการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชสว่างแดนดิน หมู่ที่11 ตำบลสว่างแดนดิน อำเภอสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร รหัสไปรษณีย์ 47000
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2554 ปริญญาการแพทย์แผนไทยประยุกต์บัณฑิต (พท.ป.บ.) สาขาการแพทย์แผนไทยประยุกต์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2562 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว