รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การค้นหาและพัฒนาสมุนไพรไทยสำหรับรักษาโรคเบาหวาน

Discovery and development of Thai medicinal plants with potential antidiabetic activity

หัวหน้าโครงการวิจัย

ผศ.ดร.อนันต์ อธิพรชัย

ผู้ร่วมวิจัย

อ.ดร.สุรีย์พร หอมวิเศษวงศา

ผศ.ดร.สุวรรณา เสมศรี

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้

จากเงินอุดหนุนจากรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

มหาวิทยาลัยบูรพา

รหัสโครงการ 60263

สัญญาเลขที่ 46.1/2562

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

การค้นหาและพัฒนาสมุนไพรไทยสำหรับรักษาโรคเบาหวาน

Discovery and development of Thai medicinal plants with potential antidiabetic activity

ผศ.ดร.อนันต์ อธิพรชัย

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

อ.ดร.สุรีย์พร หอมวิเศษวงศา

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ผศ.ดร.สุวรรณา เสมศรี

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

มีนาคม 2562

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

(Executive Summary)

ข้าพเจ้า ผศ.ดร.อนันต์ อธิพรชัย ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยจากมหาวิทยาลัยบูรพาประเภทงบประมาณเงินรายได้ จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 โครงการวิจัยเรื่อง การค้นหาและพัฒนาสมุนไพรไทยสำหรับรักษาโรคเบาหวาน (Discovery and development of Thai medicinal plants with potential antidiabetic activity) รหัสโครงการ 60263 สัญญาเลขที่ 46.1/2562 ได้รับงบประมาณรวมทั้งสิ้น 548,300 บาท (ห้าแสนสี่หมื่นแปดพันสามร้อยบาทถ้วน)

ระยะเวลาดำเนินงาน 1 ปี ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2561 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและค้นหาสมุนไพรผักพื้นบ้านของไทยที่สามารถรับประทานได้สำหรับช่วยในการรักษาและป้องกันภาวะทางเภสัชวิทยาต่าง ๆ ของโรคเบาหวาน โดยทำการศึกษาหาองค์ประกอบทางเคมี การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส และความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารสกัดหยาบเมทานอลและเอทานอลของสมุนไพรผักพื้นบ้านของไทยที่สามารถรับประทาน จากการทดลองพบว่า สมุนไพรผักพื้นบ้าน 8 ชนิดมีปริมาณฟีนอลิกรวมสูงมากกว่า 1000 gGAE.g^{-1} คือผักแพว ตำลึงหวาน ขี้เหล็ก มะระขี้นก มะม่วงหิมพานต์ ผักติ้ว ผักมันปู และมะตูมแขก นอกจากนี้พบว่า ผักแพว มะม่วงหิมพานต์ ผักมันปู และมะตูมแขก แสดงฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีมาก ดีกว่าผักพื้นบ้านชนิดอื่น ๆ รวมทั้งสารสกัดหยาบสมุนไพรผักพื้นบ้านของไทยที่สามารถรับประทานทุกชนิดที่นำมาศึกษาไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์อีกด้วย จากผลการศึกษาคาดว่า ผักแพว มะม่วงหิมพานต์ ผักมันปู และมะตูมแขก น่าจะสามารถที่จะนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นยาหรือส่วนประกอบทางยาที่ใช้สำหรับการรักษาและป้องกันภาวะทางเภสัชวิทยาต่าง ๆ ของโรคเบาหวานได้

Output / Outcome

1. Anan Athipornchai*, Sureeporn Homvisasevongsa, *Suwanna* Semsri. Potential of some traditional Thai vegetables for the prevention and treatment of Diabetes and related diseases (Manuscript in preparation).
2. ได้เทคโนโลยี กรรมวิธี และกระบวนการที่ดีในการเตรียมสารสกัดหยาบ และทราบสารออกฤทธิ์จากพืชสมุนไพรไทยผักพื้นบ้านที่สามารถนำมารับประทานได้ที่ออกฤทธิ์ต้านเบาหวาน และภาวะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโรคเบาหวาน
3. ได้ผลิตนักวิทยาศาสตร์ และนักวิจัยไทย ให้มีความสามารถและเชียวชาญในงานวิจัยด้านสมุนไพรขึ้น
4. ได้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่จะช่วยยืนยันภูมิปัญญาไทยจากพืชสมุนไพรไทยผักพื้นบ้านที่สามารถนำมารับประทานได้ที่ออกฤทธิ์ต้านเบาหวาน และภาวะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโรคเบาหวาน

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้พบว่า ผักแพว มะม่วงหิมพานต์ ผักมันปู และมะตูมแขก สามารถช่วยในการบรรเทาพยาธิวิทยาของการเกิดเบาหวานได้ โดยสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ และยับยั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการลดระดับน้ำตาลในเลือด รวมทั้งไม่แสดงความเป็นพิษต่อเซลล์อีกด้วย แต่ข้อมูลดังกล่าวเป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ ถ้าจะนำไปใช้ประโยชน์ในรูปของอาหารเสริม ยา หรือส่วนประกอบทางยาที่ใช้สำหรับการรักษาและป้องกันภาวะทางเภสัชวิทยาต่าง ๆ ของโรคเบาหวานควรมีการทดสอบความปลอดภัยในสัตว์ทดลองต่อไป อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้พบว่าการบริโภค “ผักแพว มะม่วงหิมพานต์ ผักมันปู และมะตูมแขก” ในส่วนการนำไปเป็นผักแกล้มกับอาหารก็มีโอกาสที่อาจจะช่วยบรรเทาและป้องกันโรคเบาหวานซึ่งเป็นโรคที่สำคัญและพบมากในผู้สูงอายุได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ รหัสโครงการ 60263 เลขที่สัญญา 46.1/2562

โครงการวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือด้านต่างๆ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา สำหรับความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยบูรพา สำหรับเงินทุนอุดหนุนการวิจัยในโครงการวิจัยนี้

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและค้นหาสมุนไพรผักพื้นบ้านของไทยที่สามารถรับประทานได้สำหรับช่วยในการรักษาและป้องกันภาวะทางเภสัชวิทยาต่าง ๆ ของโรคเบาหวาน โดยทำการศึกษาหาองค์ประกอบทางเคมี การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส และความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารสกัดหยาบเมทานอลและเอทานอลของสมุนไพรผักพื้นบ้านของไทยที่สามารถรับประทาน จากการทดลองพบว่า สมุนไพรผักพื้นบ้าน 8 ชนิดมีปริมาณฟีนอลิกรวมสูงมากกว่า 1000 gGAE.g-1 คือผักแพว ตำลึงหวาน ขี้เหล็ก มะระขี้นก มะม่วงหิมพานต์ ผักติ้ว ผักมันปู และมะตูมแขก นอกจากนี้พบว่า ผักแพว มะม่วงหิมพานต์ ผักมันปู และมะตูมแขก แสดงฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีมาก ดีกว่าผักพื้นบ้านชนิดอื่น ๆ รวมทั้งสารสกัดหยาบสมุนไพรผักพื้นบ้านของไทยที่สามารถรับประทานทุกชนิดที่นำมาศึกษาไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์อีกด้วย จากผลการศึกษาคาดว่า ผักแพว มะม่วงหิมพานต์ ผักมันปู และมะตูมแขก น่าจะสามารถที่จะนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นยาหรือส่วนประกอบทางยาที่ใช้สำหรับการรักษาและป้องกันภาวะทางเภสัชวิทยาต่าง ๆ ของโรคเบาหวานได้

Abstract

This research is to study and search for Thai local vegetables to help in the treatment and prevention of various pharmacological conditions of diabetes. By studying the chemical composition, antioxidant and anti-alpha-glucosidase activities together with cytotoxicity of methanol and ethanol extracts of Thai local vegetables. From the results it was found that eight Thai local vegetables including *Persicaria odorata*, *Asystasia gangetica*, *Senna siamea*, *Momordica charantia*, *Anacardium occidentale*, *Cratoxylum formosum*, *Glochidion wallichianum* and *Schinus terebinthifolius* showed the highest total phenolic content over 1000 gGAE.g^{-1}. In addition, *Persicaria odorata*, *Anacardium occidentale*, *Glochidion wallichianum* and *Schinus terebinthifolius* showed the highest anti-alpha-glucosidase and antioxidant activities. They also showed more active than other Thai local vegetables. Moreover, all Thai local vegetables showed no cytotoxic acitivity against Vero cells. Therefore, the Thai local vegetables especially *Persicaria odorata*, *Anacardium occidentale*, *Glochidion wallichianum* and *Schinus terebinthifolius* should be able to develop into drugs or pharmaceutical components used for the treatment and prevention of various pharmacological conditions of diabetes.

สารบัญ

		หน้า
1. บทนำ (Introduction)		**1**
1.1	ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2	วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1
1.3	ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4	วิธีดำเนินการวิจัยโดยสรุปทฤษฎี และแนวทางความคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย	2
1.5	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
1.6	แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย	8
2. วิธีดำเนินการวิจัย (Material & Method)		**9**
2.1	อุปกรณ์และสารเคมี	9
2.2	พืชตัวอย่าง (Plant materials)	9
2.3	การเตรียมสารสกัดหยาบ (Preperation of plant extracts)	11
2.4	การหาปริมาณฟีนอลิกรวม (Total Phenolic Content)	11
2.5	การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging	11
2.6	การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (Anti-α-glucosidase activity)	12
2.7	การทดสอบฤทธิ์ความเป็นพิษต่อเซลล์ (Cyctoxic activity)	12
3. ผลการทดลองและอภิปรายผล (Results & Discussion)		**13**
3.1	การเตรียมสารสกัดหยาบ (Preperation of plant extracts)	13
3.2	การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี : ปริมาณฟีนอลิกรวม	17
3.3	การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging	18
3.4	การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (Anti-α-glucosidase activity)	18
3.5	การทดสอบฤทธิ์ความเป็นพิษต่อเซลล์ (Cyctoxic activity)	19
4. สรุปผลการทดลอง (Conclusion)		**26**
	ข้อเสนอแนะ การทำวิจัยในขั้นตอนต่อไป ตลอดจนประโยชน์ในทางประยุกต์ของผลงานวิจัยที่ได้	27
บรรณานุกรม		28
ผลผลิตของโครงการวิจัย (Output)		35
ภาคผนวก : ประวัติคณะผู้วิจัย		36

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	ตัวอย่างพืชสมุนไพรที่ใช้ในการศึกษา	9
3-1	น้ำหนัก ร้อยละผลผลิต และลักษณะทางกายภาพของสารสกัดหยาบพืชที่ศึกษา	14
3-2	ปริมาณฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบพืชที่ศึกษา	19

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
3-1	กราฟมาตรฐานกรดแกลลิก	17
3-2	ร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระ (%DPPH radical inhibition) ของสารมาตรฐานวิตามินซี	18
3-3	ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสของสารมาตรฐานอคาร์โบส	19

1. บทนำ (Introduction)

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทยมีจำนวนที่สูงขึ้น กระทรวงสาธารณสุขรายงานการเพิ่มขึ้นของจำนวนผู้สูงอายุในแต่ละปีมีเพิ่มขึ้นปีละ 5 แสนคน คาดว่าภายในปี พ.ศ. 2568 ประเทศไทยจะเป็นประเทศที่เข้าสู่การเป็นสังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์ (Aged society) โดยจำนวนผู้สูงอายุจะมีประมาณ 14.4 ล้านคน หรือเพิ่มขึ้นเกินร้อยละ 20 ของประชากรทั้งหมด โดยจะมีผู้สูงอายุ 1 คนในประชากรทุกๆ 5 คน[1] ด้วยภาวะดังกล่าวจะส่งผลต่อการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุ ซึ่งจะมีปัญหาสุขภาพตามมา จากการรายงานการระบาดของโรคเบาหวานและผลกระทบที่มีต่อประเทศไทยพบว่า จำนวนประชากรสูงอายุจะมีอัตราการเกิดโรคเบาหวานเพิ่มขึ้น และมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นซึ่งจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวาน 2 เท่าในขณะที่โรคอ้วนเพิ่มความเสี่ยงถึง 3 เท่า[2] การเกิดภาวะโรคแทรกซ้อนของโรคเบาหวานเช่น โรคแทรกซ้อนทางไต โรคแทรกซ้อนทางตาในการสูญเสียการมองเห็นหรือตาบอด โรคหัวใจขาดเลือด โรคความดันโลหิตสูง การเกิดแผลติดเชื้อสูญเสียอวัยวะ หรือโรคซึมเศร้า เป็นต้น[3] ส่งผลกระทบทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจของผู้ป่วย ผลกระทบด้านสังคมและอารมณ์ต่อครอบครัว และเศรษฐกิจของประเทศโดยรวม เนื่องจากเป็นโรคที่มีค่าใช้จ่ายสูง[4]

การรักษาโรคเบาหวานในปัจจุบัน มียาที่ใช้ในการรักษาหลายชนิดในผู้ป่วยโรคเบาหวานประเภทที่ 1 ที่ไม่สามารถสร้างอินซูลินได้จะใช้วิธีการฉีดอินซูลินเข้าสู่ร่างกายโดยตรง ส่วนในผู้ป่วยโรคเบาหวานประเภทที่ 2 จะมีการใช้ยาในการควบคุมการสร้างปริมาณอินซูลินให้เหมาะสม เช่นกลุ่ม sulfonylureas ซึ่งแพทย์ต้องมีการประเมินการทำงานตับและไตก่อนจ่ายยาให้คนไข้ และ meglitinides ยานี้มีผลข้างเคียงในระบบทางเดินอาหารอาจทำให้ท้องเสีย คลื่นไส้อาเจียนในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถทนต่อการรับยาได้[5,6] นอกจากนี้ยังมีการใช้ยาในกลุ่ม biguanides ที่ช่วยนำน้ำตาลเข้าสู่เซลล์ได้ดีขึ้นช่วยเพิ่มการตอบสนองต่ออินซูลินได้ดี และยาในกลุ่ม α-glucosidase inhibitors เช่น acarbose voglibose และ miglitol[7] ซึ่งยานี้มักเกิดปัญหาในระบบทางเดินอาหารเช่น ท้องอืด ท้องเฟ้อ เป็นต้น ยารักษาอาการโรคเบาหวานเหล่านี้แต่ละชนิดมักทำให้เกิดอาการข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ตามมาจึงเกิดความสนใจในการใช้พืชสมุนไพร และสารที่อยู่ในพืชสมุนไพรในการรักษาโรคเบาหวาน ซึ่งเป็นที่ทราบกันว่าสารจากธรรมชาติจะทำให้เกิดผลข้างเคียงน้อยกว่ายาสังเคราะห์ จึงควรมีการศึกษาฤทธิ์ของสมุนไพรของไทยที่เรามีอยู่แล้ว ซึ่งอาจให้ผลทางยาหรือสามารถใช้รักษาควบคู่กับการรักษาโดยใช้ยาสังเคราะห์ หรือเป็นอาหารที่เป็นยา เป็นสมุนไพรที่หาง่ายในท้องถิ่น เพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายทางเศรษฐกิจหรือสามารถป้องกันหรือบรรเทาอาการโรคเบาหวานที่เกิดขึ้นได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อศึกษา ค้นหา และคัดเลือกพืชสมุนไพรไทยที่ออกฤทธิ์ต้านเบาหวาน ซึ่งสามารถที่จะนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นยาหรือส่วนประกอบทางยา ที่ใช้สำหรับการรักษาและป้องกันภาวะทางเภสัชวิทยาต่างๆ ของโรคเบาหวาน ซึ่งเป็นโรคที่พบมากในผู้สูงอายุและพบมากในภูมิภาคอาเซียนต่อไป อีกทั้งเพื่อนำความรู้ที่ได้ไปแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับผู้สนใจทั่วไปทั้งภาครัฐและเอกชนหรืออุตสาหกรรม เพื่อนำไปประยุกต์และปรับใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และสร้างองค์ความรู้ด้านการทางานวิจัยให้แก่นิสิต รวมทั้งผลิตและตีพิมพ์ผลงานวิจัยร่วมกับนิสิตคณาจารย์ในวารสารระดับนานาชาติที่เป็นที่ยอมรับ

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษา ค้นหา และคัดเลือกพืชสมุนไพรไทยที่ออกฤทธิ์ต้านเบาหวาน ซึ่งสามารถที่จะนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นยาหรือส่วนประกอบทางยา ที่ใช้สำหรับการรักษาและป้องกันภาวะทางเภสัชวิทยาต่างๆ ของโรคเบาหวาน โดยทำการสกัดสมุนไพรไทยในกลุ่มต่างๆ ทั้งที่เป็นพืชผักสมุนไพร พืชสมุนไพรป่าชายเลน และวัชพืชที่เป็นสมุนไพรด้วยกระบวนการทางเคมี และทำการประเมินฤทธิ์ทางชีวภาพต่างๆ ที่ทำให้เกิดโรคเบาหวาน เช่น ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเบาหวาน และการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) รวมทั้งทดสอบฤทธิ์ความเป็นพิษต่อเซลล์ (cytotoxicity) เป็นต้น นอกจากนี้อาจคัดเลือกสมุนไพรที่แสดงฤทธิ์ยับยั้งภาวะทางเภสัชวิทยาต่างๆ ของโรคเบาหวานไปทำการศึกษาสารออกฤทธิ์ เพื่อจะนำไปสู่การพัฒนาเป็นยาหรือส่วนประกอบทางยา ที่ใช้สำหรับการรักษาและป้องกันภาวะทางเภสัชวิทยาต่างๆ ของโรคเบาหวานต่อไป

1.4 วิธีดำเนินการวิจัยโดยสรุปทฤษฎี และแนวทางความคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย

โรคเบาหวานเป็นโรคเรื้อรังต้องการการดูแลรักษาตลอดชีวิต ทั้งยังมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคแทรกซ้อนที่รุนแรงและมีค่าใช้จ่ายสูง เช่น โรคหัวใจขาดเลือด โรคหลอดเลือดสมอง ไตวาย ตาบอดหรือการต้องสูญเสียอวัยวะจากการติดเชื้อง่าย ข้อมูลจากรายงานการระบาดของเบาหวานและผลกระทบต่อไทยรายงานว่าร้อยละ 64 ของประชากรไทยวันผู้ใหญ่เป็นโรคเบาหวาน ซึ่งเท่ากับประมาณ 3.2 ล้านคนและจำนวนจะเพิ่มขึ้นอีก 1.1 ล้านคนหรือมากกว่าในปี พ.ศ. 25788 ประกอบกับสังคมไทยกำลังเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุในไม่ช้า ซึ่งจะทำให้มีผู้สูงอายุที่เป็นโรคเบาหวานเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย โรคเบาหวานยังเป็นสาเหตุเสียชีวิตอันดับ 1 ของการเสียชีวิตในผู้หญิงที่มีอายุมากกว่า 50 ปี และการเสียชีวิตจากเบาหวานในผู้ชายมีความสำคัญรองจากการเกิดอุบัติเหตุการจราจรและโรคเอดส์9 จากข้อมูลของสมาพันธ์เบาหวานโลก ในแต่วันจะมีประชากรไทยจำนวน 180 รายเสียชีวิตจากโรคเบาหวาน หรือเสียชีวิตประมาณ 8 รายต่อชั่วโมง10 การรักษาโรคเบาหวานมีการใช้กลุ่มยาหลายชนิดขึ้นกับชนิดของโรคเบาหวาน ภาวะแทรกซ้อนที่เกิดกับคนไข้ ซึ่งยารักษาหรือบรรเทาอาการนั้นเป็นยาที่ได้จากการสังเคราะห์และมักเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ เช่น มีผลต่อการทำงานตับ ไต ที่ลดลง มีผลต่อระบบทางเดินอาหารเช่น ท้องอืด เฟ้อ คลื่นไส้อาเจียน เช่น metformin มีความเสี่ยงต่อ lactic acidosis ได้แก่ โรคไต หัวใจวาย ระบบหายใจล้มเหลว ภาวะที่มีการติดเชื้อ มีผลข้างเคียงต่อทางเดินอาหาร เช่น ท้องเสีย คลื่นไส้อาเจียน อาจทำให้ผู้ป่วยไม่สามารถทนยาได้ และผู้ป่วยบางรายอาจจะมีการขาด vitamin B12 และ folate ในร่างกายได้ ยาในกลุ่ม meglitinides ในผู้ป่วยสูงอายุบางรายมีปัญหาทำให้ย่อยอาหารช้า ซึ่งจะเป็นสาเหตุที่ทำให้มีภาวะน้ำตาลต่ำมากกว่าผู้ที่มีอายุน้อย ยาในกลุ่ม α-glucosidase inhibitors ผู้ป่วยอาจมีปัญหาในระบบทางเดินอาหาร เช่น ท้องอืด เฟ้อ และยาในกลุ่ม thiazolidinediones ต้องระวังในผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะหัวใจวาย เป็นต้น[11]

ได้มีการรายงานพืชผักที่ช่วยรักษาโรคเบาหวาน และมีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบมาพอสมควร ดังเช่นการทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ในปี 199812 Hong et al.ได้พบสารที่ออกฤทธิ์ต้านความหวานคือสารในกลุ่มไตรเทอร์ปีนซาโปนินที่ชื่อ gymnemic acid ของผักเชียงดา (*Gymnema inodorum* (Lour.) Decne.) ที่สามารถยับยั้งการขนส่งน้ำตาล ชะลอการดูดซึมน้ำตาลบริเวณลำไส้เล็ก ส่งผลให้น้ำตาลถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้น้อยลง ในปี 2007[13] และ 2009[14] Ramkumar et al. ได้รายงานการศึกษาว่าสารสกัดชั้นเอทานอลของใบของผักเชียงดา (*Gymnema inodorum* (Lour.) Decne.) เมื่อเปรียบเทียบกับยา glibenclamide พบว่าสารสกัดชั้นเอทานอลของใบเชียงดา (*Gymnema inodorum* (Lour.) Decne. มีผลทำให้ระดับของ insulin, sialic acid ใน

หนูที่เป็นเบาหวานลดลง เนื่องจากใบเชียงดามีบริเวณไกลโคโปรตีน ที่มีส่วนช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการต้านเบาหวาน

ในปี 2012[15], Deng et al. ได้รายงานการศึกษาสารสกัดจากผักแพว *Polygonum odoratum* Lour. ในชั้น n-butanol โดยได้จากการทำ partition สารสกัดหยาบชั้นเอทานอล พบสารในกลุ่ม saponin เป็นปริมาณมาก ซึ่งมีฤทธิ์ในการต้านเบาหวานสูง นอกจากนี้ในปี 2016[16], Okonogi et al. ได้ทดสอบฤทธิ์การต้านการอักเสบของผักแพว พบว่าส่วนประกอบหลักในสารออกฤทธิ์ต้านการอักเสบ คือ scutellarein-7-glucoside และ quercitrin

ในปี 2011[17], Khatib et al. ได้รายงานการศึกษาสารสกัดจากผักกระโดน (*Barringtonia acutangula* Linn.) ในชั้นน้ำ ชั้นเมทานอลและชั้นคลอโรฟอร์ม พบว่าสารสกัดชั้นน้ำสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดของหนูได้อย่างมีนัยสำคัญ และในปี 2013[18] Quader et al. ได้นำส่วนสกัดรากกระโดนในชั้นเอทานอลมาศึกษาฤทธิ์การต้านการอักเสบ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ในการยังยั้งการอักเสบสูงสุดที่การอักเสบแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรัง 26.82% และ 24.56% ตามลำดับ

ในปี 1960[19], 1966[20], 1971[21], 1984[22], 1986[23], 2008[24], Mueller-Oerlinghausen et al. และ Tan et al. ได้รายงานการศึกษาว่ามีการใช้มะระ (*Momordica charantia* L.) มาใช้รักษาเบาหวานทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ และพบว่าในมะระมีสารสำคัญหลายชนิดที่มีฤทธิ์ต้านเบาหวานคือ charantin, polypeptide-P (p-insulin) และมีสารรสขม เช่น momordicosides, karaviloside และ momorcharaside จากการรายงานใช้กับผู้ป่วยโรคเบาหวานพบว่าสามารถเสริมฤทธิ์ในการลดน้ำตาลในเลือดของยารักษาเบาหวาน เช่น metformin, glibenclamide ซึ่งถึงแม้ว่ามะระจะมีฤทธิ์ในการลดระดับน้ำตาลในเลือดน้อยกว่ายาแผนปัจจุบัน แต่มีผลในการลดไขมันในเลือดได้ดีกว่าและไม่พบผลข้างเคียงที่เป็นอันตราย ดังนั้นต้องระมัดระวังในการใช้มะระร่วมกับยารักษาเบาหวานเพราะอาจเกิดฤทธิ์เสริมกัน

ในปี 2015[25], Dzoyem et al. ศึกษาพบว่าสารสกัดจากใบกระถินสามารถยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ได้ 97% ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 25 mg/ml และในปี 2016[26], Chowtivannakul et al. ได้ศึกษาสารสกัดจากเมล็ดกระถิน (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) พบว่ามีฤทธิ์ทางชีวภาพในการต้านเบาหวานและต้านการอนุมูลอิสระเนื่องจากองค์ประกอบของสารมีปริมาณสารฟินอลิกที่เป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการแสดงฤทธิ์ทางชีวภาพ ซึ่งไม่มีผลต่อการทำงานของตับแต่มีผลต่อการทำหน้าที่ของไต

ในปี 2012[27], Lee และ Han ได้ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งการอักเสบของสารสกัดต้นกระแยงญวน (*Perilla frutescens* (L.) Britton var. frutescens) ชั้นเอทานอล พบว่าสารสกัดต้นกระแยงญวนสามารถยับยั้งการผลิต NO, ROS, NF-κB, iNOS และCOX-2 และ pro-inflammatory cytokines เช่น TNF-α, IL-1β, IL-6) ได้ ใน lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophages และในปี 2018[28], Kim et al. ได้ศึกษาพบว่าสารสกัดต้นกระแยงญวน มีผลต่อการป้องกันและรักษาโรคเบาหวาน ประเภทที่ 2 โดยผ่านกระบวนการthe AMPK pathway และการยับยั้งของ gluconeogenesis ในตับ

ในปี 2017[29], Tang et al. ได้ศึกษาสารยับยั้งโรคเบาหวานและการยังยั้งสารพิษ (hepatoprotective activities) ของสารสกัดผักแป้น (*Allium tuberosum*) ในส่วนสกัดบิวทานอล จากสารสกัดหยาบชั้นเอทานอล พบว่าสารสกัดผักแป้นสามารถแสดงยับยั้งเบาหวาน และยับยั้งผลของสารพิษที่มีการใช้สาร alloxan กระตุ้นให้หนูเป็นเบาหวานและใช้สารคาร์บอนเตตระคลอไรด์ทำให้หนูเกิดการบาดเจ็บ ในปี 2019[30], Ni et al. ได้มีการศึกษาผลของส่วนสกัดบิวทานอลของผักแป้น พบการลดลงของระดับน้ำตาลในเลือดของหนูและลดระดับของการอักเสบลง และยังมีผลต่อการลดอาการโรคเส้นประสาทจากเบาหวานอีกด้วย

ในปี 2010[31], Abdullahi และ Olatunji ได้ศึกษาผลของภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำของสารสกัดส่วนเปลือกชั้นเอทานอลในมะม่วงหิมพานต์ (*Anacardium occidentale* Linn.) และผลของเบาหวานในหนูที่เป็นเบาหวาน พบว่า ภาวะระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นที่ความเข้มข้น 34.0, 200.0 and 300.0 mg/kg ต่อน้ำหนักตัว และแสดงการลดลงของระดับน้ำตาลหลังจากได้รับสารสกัด ซึ่งมีผลให้สารสกัดสามารถใช้รักษาอาการเบาหวานประเภทที่ 2 (diabetes mellitus type II) สอดคล้องกับในปี 2017[32], Jaiswal et al. ได้ศึกษาผลของสารสกัดชั้นเอทานอลในใบมะม่วงหิมพานต์ ซึ่งให้ผลการยับยั้งการเกิดเบาหวานได้ดีกว่ายา pioglitazone ที่ใช้รักษาอาการเบาหวานประเภทที่ 2

ในปี 2015[33], Vijay et al. ได้ทำการศึกษาสารสกัดชั้นเอทานอลของต้นบีเอี่ยน (*Hydrolea zeylanica*) และทำการแยก fraction ตามความมีขั้วของตัวทำละลาย และนำแต่ละส่วนทำการทดสอบเพื่อศึกษาผลของการยับยั้งเบาหวานโดยทดสอบกับหนูที่ถูกกระตุ้นให้เป็นเบาหวานด้วยยา streptozotocin พบว่าส่วนสกัดคลอโรฟอร์มสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือด คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ ได้สูงสุดที่ 75.11%, 59.77% และ 35.98% ที่ความเข้มข้น 50mg/mL ซึ่งสารสกัดชั้นคลอโรฟอร์มแสดงฤทธิ์ในการยับยั้งเบาหวานได้ดีที่สุด ในปี 2017[34], Sahoo et al. ได้ทำการศึกษาการต้านอนุมูลอิสระและการต้านการอักเสบของแผล พบว่าใบบีเอียนในชั้นเอทิลแอซิเตท แสดงผลในการต้านการอักเสบของแผลได้ดี

ในปี 2017[35], Pérez-González et al. ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพการต้านการอักเสบ ของผักคะน้าเม็กซิกัน (*Cnidoscolus chayamansa* (Mc Vaugh)) พบว่าสารกลุ่ม triterpene ยับยั้งอาการบวมของหูหนูถึง 38.07% เมื่อเทียบกับชุดควบคุม

ในปี 2016[36], Poeaim et al. ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพในการต้านอนุมูลอิสระ ความเป็นพิษต่อเซลล์ และปริมาณสารฟีนอลิก จากใบของดีปลากั้ง (*Phlogacanthus pulcherrimus*) พบว่าสารสกัดชั้นเอทิลอะซีเตทแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดจากเทคนิค DPPH และ ABTS มีค่า IC50 ที่ 730.28 μg/mL และ628.39 μg/mL ตามลำดับ เทคนิค MTT assay ใช้ในการหาค่าความเป็นพิษต่อเซลล์ colon cancer (HT29), cervical cancer (HeLa), breast cancer (MCF7), liver cancer (HepG2) and oral cancer (KB) cell lines สารสกัดชั้นไดคลอโรมีเทน แสดงความเป็นพิษต่อเซลล์สูงสุด (>90%) ทั้งเซลล์มะเร็งและเซลล์ปกติที่ความเข้มข้น 1000μg/mL สารสกัดในชั้นเอทิลแอซีเตทและไดคลอโรมีเทน มีสารที่มีองค์ประกอบในการต้านอนุมูลอิสระและการต้านการแบ่งจำนวนเซลล์ได้ดี

ในปี 2010[37], Sireeratawong et al. ได้ทำการศึกษาสารสกัดชั้นเอทานอลในชะพลู (*Piper sarmentosum* Roxb.) พบว่ามีสาร phenylpropiolate ช่วยในการการยับยั้งการบวมของหูหนู และอุ้งเท้าหนู ในปี 2007[38], Ridtitid et al. ได้ศึกษาฤทธิ์การต้านการอักเสบและลดไข้ของสารสกัดเมทานอลจากใบชะพลู พบว่าสารสกัดเมทานอลมีฤทธิ์ต้านการอักเสบอย่างมีนัยสำคัญที่เวลา 3 ชั่วโมงโดยสามารถยับยั้งการบวมของอุ้งเท้าหนูได้ เมื่อเปรียบเทียบกับแอสไพรินในขนาด 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสารสกัดเมทานอลในใบชะพลูไม่มีฤทธิ์ในการลดไข้

ในปี 2013[39], Dawilai et al. ได้ศึกษาฤทธิ์การต้านการอักเสบของสารสกัดผักชีฝรั่ง (*Eryngium foetidum*) พบว่าโครงสร้างที่สำคัญคือ carotenoids ที่ออกฤทธิ์ต้านการอักเสบในเซลล์ IL-1β treated Caco-2 cells ซึ่งเหมาะกับการต้านการอักเสบบริเวณลำไส้ ในการรายงานฤทธิ์การยับยั้งเบาหวานยังไม่มีการรายงาน

ในปี 2010[40], Kumar et al. ได้ศึกษาสารสกัดผักปรัง (*Basella alba*) ชั้นเมทานอล และชั้นน้ำในการต้านการอักเสบ โดยใช้วิธี human red blood cell membrane stabilization method (HRBC) ใน in vitro โดยเปรียบเทียบกับ standard Diclofenac sodium (50 และ 100 μg/ml) พบว่าสารสกัดชั้นน้ำของ

ผักปรัง มีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบโดยวิธี HRBC ได้ดีกว่าชั้นเมทานอล ในปี 2016[41], Azad et al. ได้ศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเบาหวาน และการต้านอนุมูลอิสระ โดยใช้วิธีการทดลองแบบ animal model (Swiss albino mice) พบว่าสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดจาก 16.94 mM/L เป็น 7.94 mM/L ในเวลา 120 นาที ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 250 mg ลดระดับน้ำตาลในเลือดจาก 20.0 เป็น 7.30 mM/L ที่ความเข้มข้นของสารสกัด 500 mg ยามาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบคือ metformin ในส่วนฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระใช้วิธี free radical scavenging method พบว่าสารสกัดเมทานอลของผักปรังมี IC_{50} 496.32 µg/ml เมื่อเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกรดแอสคอบิกที่มี IC_{50} 4.78 µg/ml

ในปี 2010[42], Deb et al. ได้ศึกษาสารสกัดที่ผสมระหว่างน้ำกับแอลกอฮอล์ของรากผักหนาม (*Lasia spinosa* Thwaites) พบว่ามีฤทธิ์ระงับปวด ต้านการอักเสบ และรักษาอาการท้องเสียซึ่งสอดคล้องกับการใช้ยาในสรรพคุณแผนโบราณ ในปี 2014[43], Hasan et al. ได้ทำการศึกษาผลของสารสกัดเมทานอลและเอทานอลของใบของผักหนามในการต้านระดับน้ำตาลในเลือดสูง เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานคือ glibenclamide ด้วยวิธี Swiss albino mice พบว่า สารสกัดใบผักหนามชั้นเมทานอลมีฤทธิ์ในการยับยั้งระดับน้ำตาลในเลือดสูงสูงกว่าสารสกัดชั้นเอทานอล

ในปี 2015[44], Sudevan et al. ได้ศึกษาสารพฤกษเคมีที่สำคัญของผักเผ็ด (*Acmella oleracea*) ได้แก่ tannins, saponin, flavonoids, steroid, lipids, amino acids และ terpenoids ซึ่งมีผลทำให้มีฤทธิ์ทางชีวภาพในการต้านการอักเสบและต้านแบคทีเรีย ในปี 2017[45], Lalthanpuii et al. ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักเผ็ด พบว่า ปริมาณรวมของสารประกอบฟีนอริกโดยการใช้วิธี Folin-Ciocalteu reagent และปริมาณรวมอนุมูลอิสระซึ่งทำโดยปฏิกิริยากับ phosphomolybdate พบว่า ปริมาณรวมของฟลาโวนอยด์ 1 กรัมของน้ำหนักสารสกัดประกอบด้วย quercetin 28.7 กรัมสมมูล สารประกอบฟินอลิก น้ำหนักพืช 1 กรัมประกอบไปด้วย 1.38 mg ของน้ำหนักสมมูลของแกลลิก ปริมาณรวม antioxidant จากสารสกัด 1 กรัมได้สารสำคัญจำนวน 12.5 มิลลิกรัม

ในปี 2011[46], Hoque et al. ได้ศึกษาสารสกัดเมทานอลใบต้นดางขม (*Glinus oppositifolius*) ที่มีองค์ประกอบสารออกฤทธิ์คือ steroids, saponin-glycosides, alkaloids and flavonoids พบว่ามีฤทธิ์ทางชีวภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และมีฤทธิ์ในการลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีกว่ายามาตรฐาน metforhim ในปี 2015[47], Pattanayak et al. ได้มีการศึกษาผลของสารสกัดด่างขม ในชั้นตัวทำละลาย petroleum ether, chlororom และ methanol พบว่าสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้

ในปี 2017[48], Tipnee et al. ได้ศึกษาแยกสารประกอบหลักในสารสกัดผำ (*Wolffia globose*) ที่ประกอบไปด้วย β-sitosterol and stigmasterol และพบว่าสารสกัดดังกล่าวสามารถยับยั้งการผลิตไนตริกออกไซด์ใน RAW 264.7 macrophage cells ซึ่งมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ และสารสกัดไม่มีความเป็นพิษต่อ human dermal fibroblast cells ที่ IC_{50} 106.38 ± 37.0 µg/mL

ในปี 2017[49], Balasubramanian et al. ได้ศึกษาสารสกัดเอทานอลจากใบผักโขม (สีเขียว) (*Amaranthus hybridus*) และทดสอบระดับน้ำตาลในเลือด ในการทดสอบกับสารสกัดโดยใช้ streptozotocin เหนี่ยวนำให้หนูเป็นเบาหวาน พบว่าสารสกัดเอทานอลจากใบโขม น้ำหนัก 200 and 400 mg/kg สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดใน 15 วันลดลงที่ 152.2 และ 181.2 mg/dL ตามลำดับ เทียบกับชุดควบคุมที่ 287.0 mg/dL สามารถลดอาการระดับน้ำตาลในเลือดสูง นำมาใช้เป็นตำรับยาพื้นบ้านในการรักษาเบาหวานได้

ในปี 2019[50], Vadivelan et al. ได้ทำการศึกษาสารสกัดผักชีล้อม (*Asparagus racemosus* Willd) ในการยับยั้งการทำงานของ α-amylase และ α-glucosidase ในส่วนสกัดรากผักชีล้อมที่ตัวทำละลายต่างๆ พบว่าส่วนสกัดชั้นเอทิลแอซีเตท และชั้นน้ำ ยับยั้ง α-amylase และ α-glucosidase ได้ต่ำกว่าสารมาตรฐาน

อคาร์โบส นอกจากนี้สารประกอบที่เป็นองค์ประกอบหลักของรากผักชีล้อม ได้แก่ Flavonoids, Tannins and phenolic, Saponins, Amino acids, มีปริมาณรวมของฟลาโวนอยด์ เท่ากับ 23.45 ± 1.33 mg เปรียบเทียบกับสาร rutin เท่ากับ 25.81 ± 0.82 mg ปริมาณรวมของสารไตรเทอร์ปีน เท่ากับ 109.8 ± 5.6 mg เปรียบเทียบกับ ursolic acid เท่ากับ 95.6 ± 7.5 mg สารสกัดผักชีล้อมสามารถนำมาพัฒนาเป็นยาหรือส่วนประกอบของอาหาร ที่มีสรรพคุณรักษาโรคเบาหวานได้

ในปี 2015[51], Rosas et al. ได้ทำการศึกษาสารออกฤทธิ์ต้านการอักเสบในสารสกัดสารละลายเอทานอล (hydroalcoholic) ของผักมะตูมแขก (*Schinus terebinthifolius* Raddi) พบว่า มีผลต่อการอักเสบ ST-70 ซึ่งสามารถนำมาพัฒนาเป็นยาต้านการอักเสบบริเวณรอยข้อต่อกระดูกได้ ในปี 2014[52], Fedel-Miyasato et al. ได้ศึกษาฤทธิ์ในการต้านการอักเสบ การรักษาแผล ของสารสกัดใบมะตูมแขก ชั้นเมทานอล พบว่ามีการต้านการอักเสบเหมือนกับสาร dexamethasone ที่ใช้ลดอาการบวม และแสดงถึงการสมานรักษาแผล ซึ่งสารสกัดในชั้นเมทานอลไม่เป็นพิษต่อยีนซึ่งแตกต่างจากสารเคมีบำบัด พบว่าสารดังกล่าวมีองค์ประกอบของกรดฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์

ในปี 2017[53], Ahama-Esseh et al. ได้ศึกษาใบผักกุ่ม (*Crateva adansonii* DC) ตามแนวทางสรรพคุณพื้นบ้าน พบว่ามีในการฤทธิ์ต้านการอักเสบได้ดีต่อ *Staphylococcus aureus*-infected keratinocytes โดยการลดการผลิต IL6, IL8 and TNF-α ทั้งนี้สารสกัดไม่ยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus* ในปี 2019[54], Umeti et al. ได้ศึกษาส่วนสกัดใบของผักกุ่มที่ออกฤทธิ์ในการต้านการอักเสบ พบว่าสารสกัดชั้นเอทิลแอซีเตทมีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบได้ดี ซึ่งน่าจะป็นสกัดที่นำไปหาสารหลักที่จะนำไปพัฒนาเป็นยาต้านการอักเสบ

ในปี 2019[55], Makinde et al. ได้ศึกษาสารสกัดส่วนเหนือดินของต้นย่านาง (*Tiliacora triandra* (Colebr.) Diels) เพื่อศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเบาหวาน ทำการศึกษาโดยแยกส่วนใบและส่วนกิ่ง พบว่าทุกส่วนสกัดแสดงการยับยั้ง α-amylase และ α-glucosidase ที่ IC_{50} of 93.74 และ 3.40 μg/mL ตามลำดับ ส่วนสกัดเอทิลแอซีเตทแสดงฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน โดยวิธี DPPH ที่ IC_{50} = 424.16 μg/mL) และ FRAP 1116.54 μM ในปี 2016[56], Rattana et al. ได้ศึกษาฤทธิ์ต้านมะเร็งใน in vitro พบว่าสารสกัดเมทานอลมีความเป็นพิษต่อ lung cancer (NCI-H187) cell line ขณะที่สารสกัดชั้นน้ำมีความเป็นพิษสูงต่อ oral cavity cancer (KB) ในขณะที่สารองค์ประกอบหลักของใบย่านางคือ oxoanolobine มีค่า IC_{50} เท่ากับ 27.60 ± 4.30 µg/mL

ในปี 2015[57], Promraksa et al. ได้ศึกษาสารสกัดเมทานอล และสารสกัดเอทิลแอซีเตทของผักติ้ว (*Cratoxylum formosum* (Jack)) พบว่ามีปริมาณฟีนอลิกรวม ปริมาณฟลาโวนอยล์รวม และมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสารสกัดชั้นเฮกเซน และพบว่าสารสกัดเอทิลแอซีเตทมีความเป็นพิษต่อ oral cancer cell lines ไม่มีความเป็นพิษต่อเซลล์ปกติแต่สารสกัดเมทานอลมีความเป็นพิษต่อ vero cell จากการศึกษาจึงให้ข้อเสนอแนะในการแยกหาองค์ประกอบของสารเพื่อพัฒนาเป็นสารต้านมะเร็ง ในปี 2014, Thaweboon et al. ได้ศึกษาพบว่าสารสกัดผักติ้วสามารถยับยั้งเชื้อ *Candida albicans* ได้

ในปี 2017[58], Altameme et al.ได้ศึกษาฤทธิ์การต้านแบคทีเรียในผักชีลาว (*Anethum graveolens*) สารสกัดชั้นอะซีโตนและแสดงฤทธิ์ต่อต้านกิจกรรมของจุลินทรีย์ ดังนี้ *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella choleraesuis*, *S. typhimurium*, *Shigella flexneri*, *Salmonella typhii*, *Pseudomonas aeruginosa*, และ *Mycobacterium* อีกทั้งสารสกัดเมล็ดผักชีลาว มีฤทธิ์ปานกลางยับยั้ง *Helicobacter pylori*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Listeria monocytogenes,*

Escherichia coli, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella choleraesuis*, *S. typhimurium*, *Shigella flexneri*, *Salmonella typ*hii, *Pseudomonas aeruginosa*, และ *Mycobacterium*

ในปี 2009[59], Eidi et al. ได้ศึกษาผักชีหอม (*Coriandrum sativum* L.) พบว่าสารสกัดเมล็ดผักชีชั้นจะลดระดับ serum glucose ใน streptozotocin-induced diabetic rats และเพิ่ม insulin ที่ปล่อยมาจาก beta cells ของเซลล์ตับอ่อน ในปี 2010[60], Sonika et al. ได้ศึกษาพบว่าสารสกัดเอทานอลจากเมล็ดผักชีมีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบในหนู albino โดยเทียบกับสารมาตรฐาน Diclofenac ต่อ carrageenan ที่กระตุ้นให้อุ้งเท้าหนูบวม

ปี 2012[61], de Paulo Pereira et al. ศึกษาสารสกัดสะเดา (*Azairachta indica*) ในการนำมาส่วนสกัดใน ion exchange chromatography จากเมล็ดสะเดา ใช้ในการรักษาอาการอักเสบบริเวณลำไส้ ปี 2007[62], Mostofa et al. ได้ศึกษาสะเดาซึ่งเป็นยาอายุรเวทในการรักษาโรคต่างๆ เช่นเบาหวาน พบว่าสารสกัดชั้นน้ำมีผลต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือด ซึ่งเป็นข้อมูลสนับสนุนในการนำสะเดามาใช้เป็นหนึ่งในสมุนไพรที่ใช้รักษาโรคเบาหวาน

ปี 2010[63], Ntandou et al. ได้ศึกษาสารสกัดจากเปลือกต้นขี้เหล็ก (*Cassia siamea* Lam.) ในการเป็นสารบรรเทาอาการปวดลดไข้ และต้านการอักเสบ พบว่าที่ปริมาณการใช้สาร 100, 200, และ 400 mg/kg ของสารสกัดเอทานอลและสารสกัดชั้นน้ำ มีผลต่อการบรรเทาปวดและต้านการอักเสบ และยังพบว่าสารสกัดไม่มีความเป็นพิษต่อ KB และ Vero cell lines ในการหาองค์ประกอบของสารที่บรรเทาปวดและยับยั้งการอักเสบ พบว่าองค์ประกอบที่แสดงฤทธิ์ทางชีวภาพในการบรรเทาปวดและต้านการอักเสบประกอบไปด้วย triterpenes (lupeol, oleanolic acid, ursolic acid, friedelin, betulin), flavonoids (apigenin, kaempferol, luteolin), anthraquinones (emodin), phytosterols (stigmasterol, beta-sitosterol) และในปี 2013[64], Jangiti et al. ได้ศึกษาการยับยั้งเบาหวานของสารสกัดใบขี้เหล็กพบว่าสารสกัดชั้นเอทานอล เอทิลแอซีเตทและเฮกเซนที่ 150 and 300 mg/kg โดยการใช้การทดลองที่ใช้สาร alloxan กระตุ้นให้เกิดเบาหวาน ซึ่งสารสกัดเอทิลแอซีเตทแสดงฤทธิ์ในการยับยั้งเบาหวานได้ดีกว่าสารสกัดเอทานอลและเฮกเซน

จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องข้างต้น พบว่าพืชสมุนไพรที่ออกฤทธิ์ต้านเบาหวานในกลุ่มต่างๆ ทั้งที่เป็นพืชผักสมุนไพร และวัชพืชที่เป็นสมุนไพรของไทยนั้นมีอยู่จำนวนมากและมีการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาบ้างพอสมควร แต่ยังไม่มีรายงานใดที่นำสมุนไพรที่ออกฤทธิ์ดังกล่าวไปพัฒนาต่อยอดเป็นยาหรือส่วนประกอบทางยา ที่ใช้สำหรับการรักษาและป้องกันภาวะทางเภสัชวิทยาต่างๆ ของโรคเบาหวาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษา ค้นหา และคัดเลือกพืชสมุนไพรไทยที่ออกฤทธิ์ต้านเบาหวาน ซึ่งสามารถที่จะนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นยาหรือส่วนประกอบทางยาที่ใช้สำหรับการรักษาและป้องกันภาวะทางเภสัชวิทยาต่างๆ ของโรคเบาหวาน ซึ่งเป็นโรคที่พบมากในผู้สูงอายุและพบมากในภูมิภาคอาเซียนต่อไป อีกทั้งเพื่อนำความรู้ที่ได้ไปแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับผู้สนใจทั่วไปทั้งภาครัฐและเอกชนหรืออุตสาหกรรม เพื่อนำไปประยุกต์และปรับใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และสร้างองค์ความรู้ด้านการทางานวิจัยให้แก่นิสิต รวมทั้งผลิตและตีพิมพ์ผลงานวิจัยร่วมกับนิสิตคณาจารย์ในวารสารระดับนานาชาติที่เป็นที่ยอมรับ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. พบสารสกัดและสารออกฤทธิ์จากพืชสมุนไพรไทยที่ออกฤทธิ์ต้านเบาหวานในกลุ่มต่างๆ ทั้งที่เป็นพืชผักสมุนไพร พืชสมุนไพรป่าชายเลน และวัชพืชที่เป็นสมุนไพร และสารดังกล่าวที่พบนั้นจะมีผลข้างเคียงต่อผู้ป่วยน้อยกว่าการใช้ยาสังเคราะห์ และสามารถที่จะนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นยาหรือส่วนประกอบทางยา ที่ใช้สำหรับการรักษาและป้องกันภาวะทางเภสัชวิทยาต่างๆ ของโรคเบาหวานต่อไปได้
2. สามารถยกระดับพืช ผัก และสมุนไพรของประเทศให้มีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น
3. ข้อมูลและคุณสมบัติต่างๆ ทางเคมีของพืชสมุนไพรไทยที่ออกฤทธิ์ต้านเบาหวานนั้นจะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับนักวิจัย ที่ทำงานวิจัยเกี่ยวกับแค หรือพืชที่อยู่ในวงศ์ (Family) และสกุล (Genus) เดียวกัน และยังสามารถที่จะสร้างนิสิต นักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย และครูวิทยาศาสตร์ให้เพียงพอต่อความต้องการของประเทศ เพื่อรองรับการพัฒนาประเทศอย่างมั่นคงและนำพาประเทศไทยเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจ ฐานความรู้แบบสร้างสรรค์และนวัตกรรมใหม่ พัฒนาสายงานการวิจัยเพื่อให้นักวิจัยมีระบบความก้าวหน้าในวิชาชีพ รวมทั้งพัฒนาแหล่งงานด้านการวิจัยเพื่อรองรับบุคลากรการวิจัยทั้งในภาครัฐและเอกชน แล้วเป็นเพื่อนำความรู้ต่างๆ ที่ได้ไปจากงานวิจัยนี้ ไปยกระดับพืชสมุนไพรของประเทศให้มีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น
4. สามารถนำไปสู่การตีพิมพ์งานวิจัย ในวารสารที่ยอมรับ หรือจดทะเบียนสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร หรือนำไปใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยได้อีกด้วย ทั้งนี้เพื่อปกป้องพืช ผัก และสมุนไพรของประเทศไทย ให้อยู่กับคนไทยและคนไทยได้ใช้ประโยชน์สูงที่สุด
5. หน่วยงานที่จะนาผลการวิจัยดังกล่าวนี้ไปใช้ได้แก่ สถาบันการศึกษาวิจัย ทั้งในด้านเคมี ชีวเคมี เภสัชเคมี เช่น คณะวิทยาศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ ในการนำผลการศึกษาไปศึกษาต่อยอด และองค์การเภสัชกรรม หรือหน่วยงาน บริษัทอุตสาหกรรมยา ในการนำไปพัฒนาเป็นสูตรยาต่อไป

1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

ประสานงานกับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งในภาครัฐและเอกชน เพื่อการนำข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์ หรือต่อยอดโครงการวิจัย หรือเพื่อนำมาปรับปรุงและพัฒนาเพิ่มเติม เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดต่อกลุ่มเป้าหมาย และเพื่อประโยชน์สูงสุดต่อยกระดับพืช ผัก สมุนไพรของประเทศให้มีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งเพื่อปกป้องพืช ผัก และสมุนไพรของประเทศไทย ให้อยู่กับคนไทยและคนไทยได้ใช้ประโยชน์สูงที่สุด หรือการนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมระดับนานาชาติ หรือตีพิมพ์ผลงานวิจัยในวารสารระดับชาติ/นานาชาติ

2. วิธีดำเนินการวิจัย (Material & Method)

2.1 อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องระเหยแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ (Rotary evaporator)
2. เครื่องดูดสุญญากาศ (Vacuum pump)
3. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง
4. กรวยกรองบุชเนอร์ (Buchner funnel)
5. เครื่อง UV-Vis spectrophotometer
6. เครื่องอังไอน้ำ (Water bath)
7. หลอดแสง UV สำหรับ TLC
8. ชุดเครื่องแก้วพื้นฐาน เช่น บิกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ กระบอกตรวง หลอดทดลอง เป็นต้น
9. ตัวทำละลายอินทรีย์ต่างๆ เช่น Hexane, Dichloromethane, Chloroform, Ethyl acetate, Acetone, Methanol, Ethanol, Dimethylsulfoxide, น้ำกรอง และน้ำกลั่น
10. โซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (Sodium phosphate buffer, pH 6.8)
11. 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)
12. 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline6-sulphonic acid) diammonium salt (ABTS)
13. กรดแกลลิก (Gallic acid), เคอร์ซิติน (Quercetin) วิตามินซี และ อคาร์โบส (Acarbose)
14. สารละลาย Folin-Ciocalteu reagent
15. เอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (Alpha-glucosidase)
16. *p*-nitrophenyl-β-D-glucopyranoside (PNPG)

2.2 พืชตัวอย่าง (Plant materials)

ตัวอย่างพืชที่ใช้ในงานวิจัยทั้ง 45 ตัวอย่างได้มาจากตลาดท้องถิ่นอำเภอบ้านแพง จังหวัดนครพนม และอำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรการการ ในช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 แต่ละชนิดใช้ส่วนต่างๆแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2-1 โดยพืชดังกล่าวได้ทำการยืนยันชื่อวิทยาศาสตร์และเก็บตัวอย่างพืชไว้ที่ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ 18/18 ถนนบางนา-ตราด ก.ม.18 ตำบลบางโฉลง อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างพืชสมุนไพรที่ใช้ในการศึกษา

รหัสสาร	รหัสตัวอย่าง	ชื่อพืช	แหล่งที่มา	ส่วนที่นำมาใช้*
GI(AR)	SH-AA(62)-1	เชียงดา	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ลำต้นเหนือดิน
PP(L)	SH-AA(62)-2	ดีปลากั้ง	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ใบ
PF(L)	SH-AA(62)-3	กระแยงญวน	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ใบและก้านอ่อน
PO(AR)	SH-AA(62)-4	แพว	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ลำต้นเหนือดิน
LF(AR	SH-AA(62)-5	พายใหญ่	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ลำต้นเหนือดิน
HZ(AR)	SH-AA(62)-6	บีเอี่ยน	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ลำต้นเหนือดิน
LA(L)	SH-AA(62)-7	กระแยงนา	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ลำต้นเหนือดิน
AL(AR)	SH-AA(62)-8	จิงจูฉ่าย	อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	ลำต้นเหนือดิน

ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างพืชสมุนไพรที่ใช้ในการศึกษา (ต่อ)

รหัสสาร	รหัสตัวอย่าง	ชื่อพืช	แหล่งที่มา	ส่วนที่นำมาใช้*
SE(AR)	SH-AA(62)-9	แม้ว	เขตประเวศ กรุงเทพ	ลำต้นเหนือดิน
EF(L)	SH-AA(62)-10	ชีฝรั่ง	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ใบ
AV(AR)	SH-AA(62)-11	โขมเขียว	เขตประเวศ กรุงเทพ	ลำต้นเหนือดิน
SA(L)	SH-AA(62)-12	หวานป่า	เขตประเวศ กรุงเทพ	ยอดใบและก้านอ่อน
WG(Wh)	SH-AA(62)-13	ผำ	อ.กลางดง จ.สระบุรี	ทั้งหมด
PS(L)	SH-AA(62)-14	ชะพลู	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ใบ
MC(Wh)	SH-AA(62)-15	แว่น	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ทั้งต้น
AG(AR)	SH-AA(62)-17	ตำลึงหวาน	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ลำต้นเหนือดิน
SS(L)	SH-AA(62)-18	ขี้เหล็ก	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ยอดใบและก้านอ่อน
GO(AR)	SH-AA(62)-19	ดางขม	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ลำต้นเหนือดิน
AR(AR)	SH-AA(62)-20	ชีช้าง(ชีล้อม)	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ลำต้นเหนือดิน
CA(L)	SH-AA(62)-21	บัวบก	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ใบ
MC(AR)	SH-AA(62)-22	มะระขี้นก	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ลำต้นเหนือดิน
BA(L)	SH-AA(62)-23	กระโดน	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ใบ
CAD(L)	SH-AA(62)-24	กุ่ม	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ใบ
CC(L)	SH-AA(62)-25	คะน้าเม็กซิกัน	อ.นครไทย จ.พิษณุโลก	ใบ
TT(L)	SH-AA(62)-27	ย่านาง	อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	ใบ
AI(L)	SH-AA(62)-28	สะเดา	อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	ยอด (ใบและก้านอ่อน)
CS(AR)	SH-AA(62)-29	ชีหอม	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ลำต้นเหนือดิน
CO(AR)	SH-AA(62)-31	สะแงะ	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ลำต้นเหนือดิน
AT(AR)	SH-AA(62)-32	แป้น	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ลำต้นเหนือดิน
AG(AR)	SH-AA(62)-33	ชีลาว	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ลำต้นเหนือดิน
AO(L)	SH-AA(62)-34	มะม่วงหิมพานต์	อ.บ้านแพง จ.นครศรีธรรมราช	ใบและยอดอ่อน
GG(L)	SH-AA(62)-36	เหรียง	เขตประเวศ กรุงเทพ	ใบ
CF(L)	SH-AA(62)-38	ติ้ว	เขตประเวศ กรุงเทพ	ใบและยอดอ่อน
CAS(L)	SH-AA(62)-39	ก้านตง	อ.นครไทย จ.พิษณุโลก	ใบและยอดอ่อน
GL(L)	SH-AA(62)-40	มันปู	อ.บ้านแพง จ.นครศรีธรรมราช	ใบและยอดอ่อน
AOL(L)	SH-AA(62)-41	เผ็ด	อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	ใบและก้านอ่อน
DE(L)	SH-AA(62)-42	กูด	อ.นครไทย จ.พิษณุโลก	ใบและยอดอ่อน
HD(AR)	SH-AA(62)-43	ตับเต่า	อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	ลำต้นเหนือดิน
SM(AR)	SH-AA(62)-44	ชะคราม	อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	ลำต้นเหนือดิน
AT(AR)	SH-AA(62)-45	โขมใบแดง	อ.บ้านแพง จ.นครพนม	ลำต้นเหนือดิน
BA(AR)	SH-AA(62)-46	ปลัง	อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	ลำต้นเหนือดิน
ST(L)	SH-AA(62)-47	มะตูมแขก	อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	ใบและยอดอ่อน
LS(AR)	SH-AA(62)-49	หนาม	อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ	ลำต้นเหนือดิน
TP(AR)	SH-AA(62)-50	โสมไทย	อ.สามพราน จ.นครปฐม	ลำต้นเหนือดิน
LL(L)	SH-AA(62)-51	กระถิน	อ.บางกะปิ กรุงเทพ	ใบและยอดอ่อน

*ส่วนที่นำมาใช้เป็นส่วนของพืชสดทั้งหมด

2.3 การเตรียมสารสกัดหยาบ (Preperation of plant extracts)

นำผักสดส่วนต่างๆ ตามการนิยมนำไปบริโภคเช่น ใบ ยอดอ่อน ใบอ่อน ทั้งต้น (ดังตารางที่ 2-1) ปริมาณ 300 กรัม ล้างทำความสะอาด และผึ่งลมให้หมาด จากนั้นนำมาหั่นให้ละเอียดและนำไปบดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า นำส่วนที่บดละเอียดแล้ว นำมาสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์คือเมทานอล เอทานอล ด้วยวิธีการหมัก (maceration) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน ทำการแช่หมัก 4 ครั้ง หลังจากนั้นกรองสารละลายโดยใช้กระดาษกรอง กรวยแก้ว นำสารละลายที่กรองได้ไประเหยด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ rotary evaporator) จะได้สารสกัดหยาบเมทานอล (Methanol extract) จะได้สารสกัดหยาบเอทานอล (Ethanol extract) ชั่งน้ำหนักของสารสกัดหยาบด้วยเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง เก็บส่วนสกัดหยาบไว้ที่อุณหภูมิ 4°C จนกว่าจะนำมาใช้ทดลองและทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพต่อไป

2.4 การหาปริมาณฟีนอลิกรวม (Total Phenolic Content)

การหาปริมาณฟีนอลิกรวม ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric เป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Majhenic Skerget และ Knez (2007)[65] ใช้กรดแกลลิก (Gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน ทำโดยผสมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิก (ความเข้มข้น 0.1-0.0001 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) หรือสารตัวอย่างที่ต้องการทดสอบปริมาตร 20 ไมโครลิตร กับสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent ความเข้มข้น 10% (v/v) ปริมาตร 140 ไมโครลิตร ให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 2.5% (w/v) ปริมาตร 20 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง EPOCH2 microplate reader spectrophotometer (BioTek, America) ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ และหาปริมาณฟีนอลิกรวมของสารตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก รายงานในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัดแห้ง 1 กรัม (Gallic acid equivalents, mgGAE.g^{-1} dried extract)

2.5 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging เป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Braca, Sortino, Politi, Morelli, และ Mendez (2002)[66] โดยใช้วิตามินซี (L-ascorbic acid) เป็นสารมาตรฐาน มีหลักการคือสารละลาย 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) จะเป็นสารละลายสีม่วงและดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร เมื่ออนุมูลอิสระ DPPH ทำปฏิกิริยากับสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) จะทำให้สารละลายสีม่วงของ DPPH จางลงจนเป็นสารละลายสีเหลืองอ่อนและไม่ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ทำโดยผสมสารละลายมาตรฐาน (ความเข้มข้นเริ่มต้น 0.02 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) หรือสารตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ (ความเข้มข้นเริ่มต้น 5.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ปริมาตร 20 ไมโครลิตร กับสารละลาย DPPH ที่ละลายในตัวทำละลายเมทานอล ความเข้มข้น 0.05 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 180 ไมโครลิตร ให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง EPOCH2 microplate reader spectrophotometer (BioTek, America) ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ และหาค่าร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระ (% DPPH radical inhibition) จากสูตรดังต่อไปนี้ %DPPH radical inhibition = [(A-B)/A] × 100 เมื่อ A คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH ที่ไม่มีการทดสอบ และ B คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH ที่มีสารทดสอบ

2.6 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (Anti-α-glucosidase activity)

การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส ด้วยวิธี *p*-nitrophenol colorimetric เป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Matsui, Yoshimoto, Oki และ Osajima (1996)[67] โดยใช้อคาร์โบส (Acarbose) เป็นสารมาตรฐาน มีหลักการคือเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสเป็นเอนไซม์ซึ่งอยู่บริเวณผนังเซลล์ของลำไส้เล็ก ทำหน้าที่ย่อยแป้งและคาร์โบไฮเดรตให้เป็นน้ำตาลกลูโคสโมเลกุลเดี่ยวด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสของเอนไซม์ ในการทดสอบจะใช้สารละลาย *p*-nitrophenyl-α-D-glucopyranoside (PNPG) ทำหน้าที่เป็นซับสเตรต โดยเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับ PNPG ได้เป็นน้ำตาลกลูโคส และสาร *p*-nitrophenol ซึ่งเป็นสารละลายใสสีเหลืองและดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร การทดสอบทำได้โดยผสมสารละลายมาตรฐาน (ความเข้มข้นเริ่มต้น 0.02 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) หรือสารละลายตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ (ความเข้มข้นเริ่มต้น 5.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ปริมาตร 20 ไมโครลิตร กับสารละลายบัฟเฟอร์ (Sodium phosphate buffer, pH 6.8) ความเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 120 ไมโครลิตร และสารละลายเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส ความเข้มข้น 10 ยูนิตต่อมิลลิลิตร (U/mL) ปริมาตร 20 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเติมสารละลาย *p*-nitrophenyl-α-D-glucopyrannoside (PNPG) ความเข้มข้น 2.0 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 20 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที และเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 1.0 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 20 ไมโครลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง EPOCH2 microplate reader spectrophotometer (BioTek, America) และคำนวณหาค่าร้อยละของการยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (% α-glucosidase inhibition) จากสูตร [(A-B)/A]×100 เมื่อ A คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ไม่มีสารทดสอบ และ B คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่มีสารทดสอบ

2.7 การทดสอบฤทธิ์ความเป็นพิษต่อเซลล์ (Cyctoxic activity)[68]

การทดสอบฤทธิ์ความเป็นพิษต่อเซลล์นั้นจะทดสอบกับเซลล์ปกติคือเซลล์ไตของลิง (Vero Cells) ด้วยวิธี3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) โดย MTT เป็นสารที่ถูกรีดิวซ์โดยเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนสในไมโทคอนเดรียของเซลล์ที่มีชีวิตและเกิดการรีดักชันของ MTT ได้ผลผลิตเป็น formazan ที่มีสีม่วง ซึ่งปริมาณ formazan ที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนความมีชีวิตรอดของเซลล์ การทดสอบความมีชีวิตรอดของเซลล์โดยวิธี MTT assay ทำได้โดยเพาะเลี้ยงเซลล์ไตของลิง (Vero Cells) ในจานเพาะเลี้ยงเซลล์แบบ 24 หลุม (1.5X105 เซลล์ต่อหลุม) ในอาหารเลี้ยงเซลล์ชนิด 10% FBS-DMEM และบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ 5% (ปริมาตรต่อปริมาตร) นาน 12-16 ชั่วโมง หลังจากนั้นเติมอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีสารมาตราฐานหรือสารตัวอย่าง (50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เมื่อครบเวลา 24 ชั่วโมง ดูดอาหารเลี้ยงเซลล์เก่าทิ้งและเติมอาหารเลี้ยงเซลล์ใหม่ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ที่มีสารละลาย MTT ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มต่อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นดูดอาหารเลี้ยงเซลล์ทิ้งและละลายผลึก formazan ด้วยสารละลาย DMSO จำนวน 500 ไมโครลิตร และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 550 นาโนเมตร โดยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสงแบบไมโครเพลท (Versamax, Molecuar Devices, สหรัฐอเมริกา) จากนั้นคำนวณความมีชีวิตรอดของเซลล์ ดังสมการ % การมีชีวิตรอดของเซลล์ = (ค่าการดูดกลืนแสงของหลุมเซลล์ทดสอบ/ค่าการดูดกลืนแสงของหลุมเซลล์ควบคุม) X 100

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล (Results & Discussion)

3.1 การเตรียมสารสกัดหยาบ (Preperation of plant extracts)

เมื่อนำผักสดส่วนต่างๆ ตามการนิยมนำไปบริโภคเช่น ใบ ยอดอ่อน ใบอ่อน ทั้งต้น (ดังตารางที่ 2-1) ปริมาณ 300 กรัม ล้างทำความสะอาด และผึ่งลมให้หมาด จากนั้นนำมาหั่นให้ละเอียดและนำไปบดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า นำส่วนที่บดละเอียดแล้ว นำมาสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์คือเมทานอล และเอทานอล ด้วยวิธีการแช่หมัก (maceration) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน ทำการแช่หมัก 4 ครั้ง หลังจากนั้นกรองสารละลายโดยใช้กระดาษกรอง กรวยแก้ว นำสารละลายที่กรองได้ไประเหยด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนภายใต้สุญญากาศ จะได้สารสกัดหยาบเมทานอล และสารสกัดหยาบเอทานอล รวมทั้งสิ้น 90 สารสกัด ซึ่งน้ำหนัก ร้อยละผลผลิต และลักษณะทางกายภาพของสารสกัดหยาบทั้ง 90 สารสกัดแสดงดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 น้ำหนัก ร้อยละผลผลิต และลักษณะทางกายภาพของสารสกัดหยาบพืชที่ศึกษา

ส่วนสกัดหยาบ	รหัสสาร	น้ำหนัก[a]	ร้อยละผลผลิต[b]	ลักษณะทางกายภาพ
เชียงดา	GI(AR)			
Methanol extract		12.80	4.17	ของแข็งสีเขียวเข้ม
Ethanol extract		12.48	4.09	ของแข็งสีเขียวเข้ม
บีปลากั้ง	PP(L)			
Methanol extract		30.26	9.56	ของแข็งสีดำ
Ethanol extract		24.67	7.63	ของแข็งสีดำ
กระแยงญวณ	PF(L)			
Methanol extract		6.41	2.09	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
Ethanol extract		12.60	3.98	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
แพว	PO(AR)			
Methanol extract		19.37	5.86	ของแข็งสีเขียวเข้ม
Ethanol extract		12.78	3.86	ของแข็งสีเขียวเข้ม
พายใหญ่	LF(AR)			
Methanol extract		9.16	2.83	ของแข็งสีน้ำตาล
Ethanol extract		10.36	3.22	ของแข็งสีน้ำตาล
บีเอียน	HZ(AR)			
Methanol extract		10.34	3.20	ของแข็งสีเขียวน้ำตาล
Ethanol extract		9.51	2.91	ของแข็งสีเขียวน้ำตาล
กระแยงนา	LA(L)			
Methanol extract		4.51	1.37	ของแข็งสีเขียวเข้ม
Ethanol extract		4.72	1.43	ของแข็งสีเขียวเข้ม
จิงจูฉ่าย	AL(AR)			
Methanol extract		10.38	3.11	ของแข็งสีเขียวเข้ม
Ethanol extract		7.50	2.41	ของแข็งสีเขียวเข้ม

ตารางที่ 3-1 น้ำหนัก ร้อยละผลผลิต และลักษณะทางกายภาพของสารสกัดหยาบพืชที่ศึกษา (ต่อ)

ส่วนสกัดหยาบ	รหัสสาร	น้ำหนัก[a]	ร้อยละผลผลิต[b]	ลักษณะทางกายภาพ
ฟักแม้ว	SE(AR)			
Methanol extract		9.99	2.84	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
Ethanol extract		8.47	2.45	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
ผักชีฝรั่ง	EF(L)			
Methanol extract		15.70	5.71	ของแข็งสีเขียวเข้ม
Ethanol extract		15.57	5.10	ของแข็งสีเขียวเข้ม
ผักโขมเขียว	AV(AR)			
Methanol extract		7.20	2.08	ของแข็งสีเขียว
Ethanol extract		8.64	2.53	ของแข็งสีเขียว
ผักหวาน	SA(L)			
Methanol extract		13.16	3.83	ของแข็งสีเขียว
Ethanol extract		14.32	4.19	ของแข็งสีเขียว
ผักผำ	WG(Wh)			
Methanol extract		3.92	1.12	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
Ethanol extract		3.93	1.12	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
ชะพลู	PS(L)			
Methanol extract		9.45	3.10	ของแข็งหนืดสีดำ
Ethanol extract		11.88	3.71	ของแข็งหนืดสีดำ
แว่นใหญ่	MC(Wh)			
Methanol extract		6.20	2.05	ของแข็งสีเขียวเข้ม
Ethanol extract		6.12	1.97	ของแข็งสีเขียวเข้ม
ตำลึงหวาน	AG(AR)			
Methanol extract		15.73	6.14	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
Ethanol extract		8.46	2.82	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
ใบขี้เหล็ก	SS(L)			
Methanol extract		25.94	8.36	ของแข็งสีน้ำตาลเข้ม
Ethanol extract		9.82	4.18	ของแข็งสีน้ำตาลเข้ม
ดางขม	GO(AR)			
Methanol extract		8.27	2.33	ของแข็งสีน้ำตาล
Ethanol extract		9.82	2.92	ของแข็งสีน้ำตาล
ชีช้าง	AR(AR)			
Methanol extract		10.03	2.44	ของแข็งหนืดสีน้ำตาลเข้ม
Ethanol extract		8.92	2.34	ของแข็งหนืดสีน้ำตาลเข้ม
บัวบก	CA(L)			
Methanol extract		16.01	4.62	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
Ethanol extract		12.73	3.63	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม

ตารางที่ 3-1 น้ำหนัก ร้อยละผลผลิต และลักษณะทางกายภาพของสารสกัดหยาบพืชที่ศึกษา (ต่อ)

ส่วนสกัดหยาบ	รหัสสาร	น้ำหนัก[a]	ร้อยละผลผลิต[b]	ลักษณะทางกายภาพ
มะระขี้นก	MC(AR)			
Methanol extract		7.33	2.42	ของแข็งสีน้ำตาลดำ
Ethanol extract		13.36	4.22	ของแข็งสีน้ำตาลดำ
กระโดน	BA(L)			
Methanol extract		11.30	3.33	ของแข็งสีเขียว
Ethanol extract		10.76	3.24	ของแข็งสีเขียว
ผักกุ่ม	CAD(L)			
Methanol extract		15.05	4.28	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
Ethanol extract		16.14	4.40	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
คะน้าเม็กซิโก	CC(L)			
Methanol extract		17.64	4.73	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
Ethanol extract		17.63	4.69	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
ย่านาง	TT(L)			
Methanol extract		14.35	4.04	ของแข็งสีเขียว
Ethanol extract		16.10	4.59	ของแข็งสีเขียว
สะเดา	AI(L)			
Methanol extract		14.94	4.36	ของแข็งสีเขียวเข้ม
Ethanol extract		13.53	3.81	ของแข็งสีเขียวเข้ม
ชีหอม	CS(AR)			
Methanol extract		7.69	2.06	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
Ethanol extract		8.31	2.24	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
สะแงะ	CO(AR)			
Methanol extract		8.43	2.24	ของแข็งสีเขียว
Ethanol extract		10.32	2.73	ของแข็งสีเขียว
ผักแป้น	AT(AR)			
Methanol extract		10.58	3.01	ของแข็งสีน้ำตาลเข้ม
Ethanol extract		6.48	1.92	ของแข็งสีน้ำตาลเข้ม
ผักชีลาว	AG(AR)			
Methanol extract		8.77	2.35	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
Ethanol extract		9.49	2.52	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
มะม่วงหิมพานต์	AO(L)			
Methanol extract		26.07	7.23	ของแข็งสีน้ำตาลมันวาว
Ethanol extract		26.19	7.38	ของแข็งสีน้ำตาลมันวาว
ผักเหรียง	GG(L)			
Methanol extract		17.53	4.93	ของแข็งหนืดสีน้ำตาลดำ
Ethanol extract		18.43	5.05	ของแข็งหนืดสีน้ำตาลดำ

ตารางที่ 3-1 น้ำหนัก ร้อยละผลผลิต และลักษณะทางกายภาพของสารสกัดหยาบพืชที่ศึกษา (ต่อ)

ส่วนสกัดหยาบ	รหัสสาร	น้ำหนัก[a]	ร้อยละผลผลิต[b]	ลักษณะทางกายภาพ
ผักติ้ว	CF(L)			
Methanol extract		33.27	9.30	ของแข็งหนืดสีเขียว
Ethanol extract		20.91	6.43	ของแข็งหนืดสีเขียว
ผักก้านตง	CAS(L)			
Methanol extract		16.28	3.95	ของแข็งสีน้ำตาลเข้ม
Ethanol extract		12.48	3.09	ของแข็งสีน้ำตาลเข้ม
มันปู	CAS(L)			
Methanol extract		19.28	6.30	ของแข็งสีน้ำตาลดำ
Ethanol extract		18.04	5.60	ของแข็งสีน้ำตาลดำ
ผักเผ็ด	AOL(L)			
Methanol extract		9.93	2.78	ของแข็งหนืดสีน้ำตาลดำ
Ethanol extract		8.77	2.54	ของแข็งหนืดสีน้ำตาลดำ
ผักกูด	DE(L)			
Methanol extract		10.59	2.90	ของแข็งสีเขียว
Ethanol extract		14.50	3.85	ของแข็งสีเขียว
ตับเต่า	HD(AR)			
Methanol extract		2.06	1.36	ของแข็งสีน้ำตาลเข้ม
Ethanol extract		4.32	1.23	ของแข็งสีน้ำตาลเข้ม
ชะคราม	SM(AR)			
Methanol extract		9.88	2.63	ของแข็งสีน้ำตาล
Ethanol extract		18.81	4.91	ของแข็งสีน้ำตาล
ผักโขมแดง	AT(AR)			
Methanol extract		9.00	2.38	ของแข็งสีน้ำตาลดำ
Ethanol extract		10.84	2.92	ของแข็งสีน้ำตาลดำ
ผักปลัง	BA(AR)			
Methanol extract		7.64	2.05	ของแข็งสีน้ำตาลเขียว
Ethanol extract		7.11	1.93	ของแข็งสีน้ำตาลเขียว
มะตูมแขก	ST(L)			
Methanol extract		30.74	8.73	ของแข็งสีน้ำตาลอ่อน
Ethanol extract		28.69	8.12	ของแข็งสีน้ำตาลอ่อน
ผักหนาม	LS(AR)			
Methanol extract		8.53	2.42	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
Ethanol extract		8.62	2.42	ของแข็งหนืดสีเขียวเข้ม
โสมไทย	TP(AR)			
Methanol extract		6.79	1.90	ของแข็งสีน้ำตาลเข้ม
Ethanol extract		6.83	1.83	ของแข็งสีน้ำตาลเข้ม

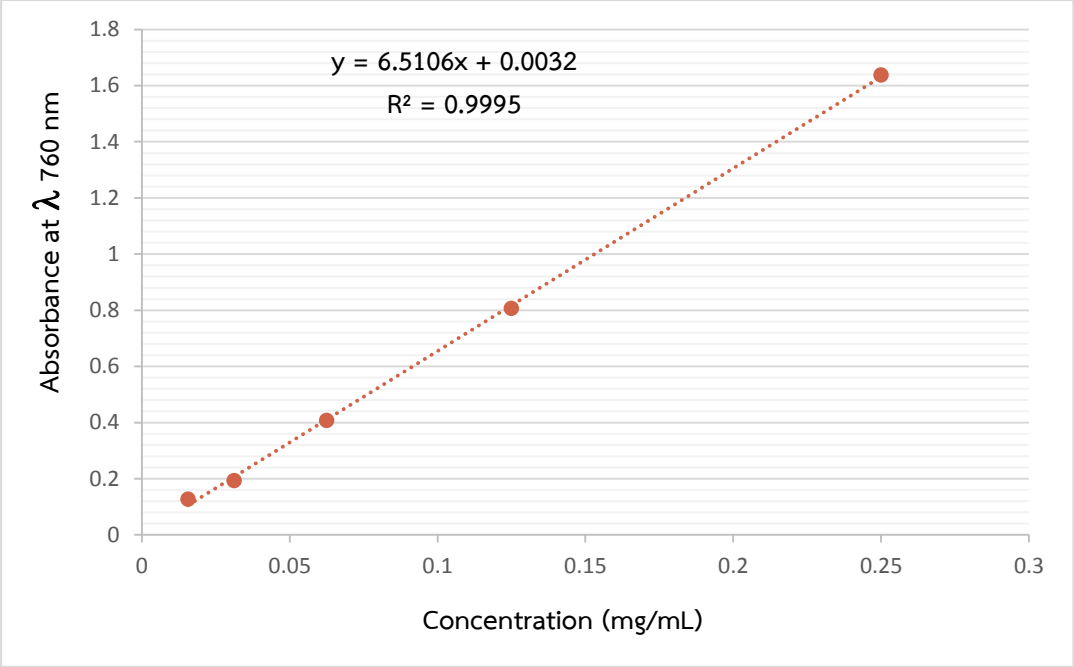
ตารางที่ 3-1 น้ำหนัก ร้อยละผลผลิต และลักษณะทางกายภาพของสารสกัดหยาบพืชที่ศึกษา (ต่อ)

ส่วนสกัดหยาบ	รหัสสาร	น้ำหนัก[a]	ร้อยละผลผลิต[b]	ลักษณะทางกายภาพ
กระถิน	LL(L)			
Methanol extract		7.51	2.40	ของแข็งสีน้ำตาล
Ethanol extract		7.64	2.46	ของแข็งสีน้ำตาล

[a] น้ำหนักสารสกัดที่ได้มีหน่วยเป็นกรัม (g); [b] ร้อยละผลผลิต (%) = (น้ำหนักสารสกัดที่ได้/น้ำหนักพืชตัวอย่างแห้งที่ใช้) X 100

3.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี : ปริมาณฟีนอลิกรวม

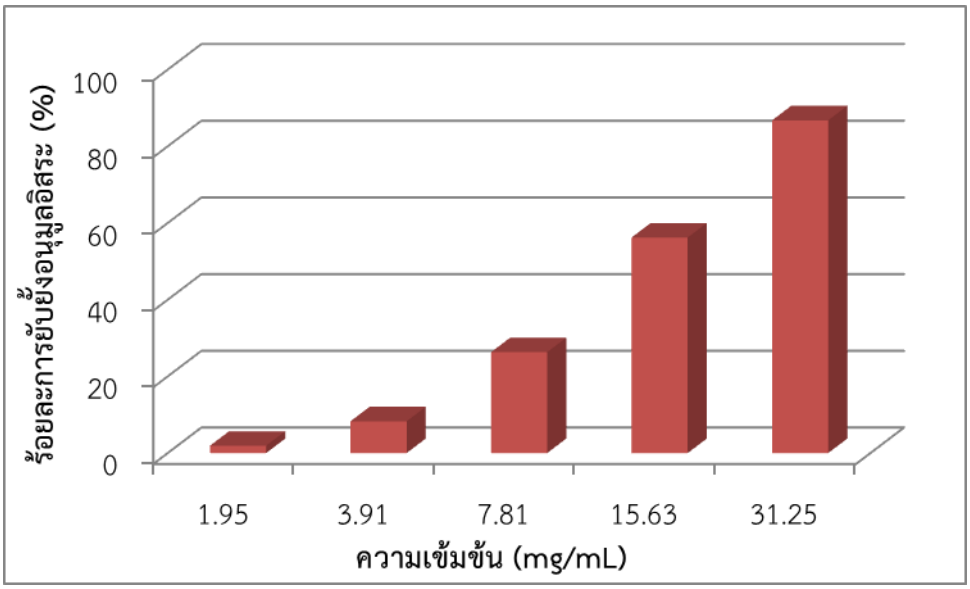
การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดหยาบพืชตัวอย่างโดยการหาปริมาณฟีนอลิกรวม ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric เป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Majhenic Skerget และ Knez (2007) ใช้กรดแกลลิก (Gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน มีหลักการ คือ สารประกอบฟีนอลิก รวมจะทำปฏิกิริยารวมกับ Folin-Ciocalteu reagent ซึ่งประกอบด้วย Phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents สารดังกล่าวจะถูกรีดิวซ์โดย Phenolic hydroxyl groups ของสารประกอบฟีนอลิกรวม เกิดเป็นtungsten และ molybdenum ซึ่งให้สีน้ำเงิน และดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ได้กราฟมาตรฐานกรดแกลลิก ($y = 6.5106x + 0.0032$, $R^2 = 0.9995$) ดังรูปที่ 3-1 และปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดหยาบพืชตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 3-2 โดยรายงานผลการทดลองในหน่วยของกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัดหยาบแห้ง 1 กรัม ($gGAE.g^{-1}$)



รูปที่ 3-1 กราฟมาตรฐานกรดแกลลิก

3.3 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging

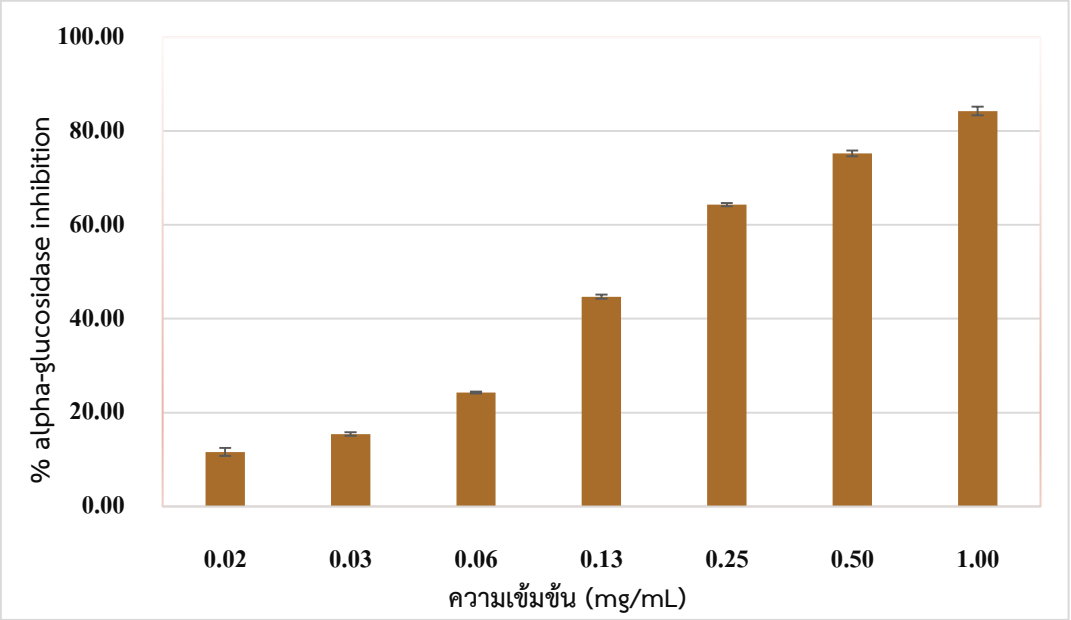
การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบพืชตัวอย่าง ด้วยวิธี DPPH radical scavenging เป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Braca, Sortino, Politi, Morelli, และ Mendez (2002) โดยใช้วิตามินซี (L-ascorbic acid) เป็นสารมาตรฐาน มีหลักการคือสารละลาย 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) จะเป็นสารละลายสีม่วงและดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร เมื่ออนุมูลอิสระ DPPH ทำปฏิกิริยากับสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) จะทำให้สารละลายสีม่วงของ DPPH จางลงจนเป็นสารละลายสีเหลืองอ่อนและไม่ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ได้ผลการทดลองของสารมาตรฐานวิตามินซีดังรูปที่ 3-2 และผลการทดลองของสารสกัดหยาบพืชตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 3-2



รูปที่ 3-2 ร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระ (%DPPH radical inhibition) ของสารมาตรฐานวิตามินซี

3.4 การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (Anti-α-glucosidase activity)

การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสของสารสกัดหยาบพืชตัวอย่าง ด้วยวิธี *p*-nitrophenol colorimetric เป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Matsui, Yoshimoto, Oki และ Osajima (1996) โดยใช้อคาร์โบส (Acarbose) เป็นสารมาตรฐาน มีหลักการคือเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสเป็นเอนไซม์ซึ่งอยู่บริเวณผนังเซลล์ของลำไส้เล็ก ทำหน้าที่ย่อยแป้งและคาร์โบไฮเดรตให้เป็นน้ำตาลกลูโคสโมเลกุลเดี่ยวด้วยปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสของเอนไซม์ ในการทดสอบจะใช้สารละลาย *p*-nitrophenyl-α-D-glucopyranoside (PNPG) ทำหน้าที่เป็นซับสเตรต โดยเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสจะเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับ PNPG ได้เป็นน้ำตาลกลูโคสและสาร *p*-nitrophenol ซึ่งเป็นสารละลายใสสีเหลืองและดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร ได้ผลการทดลองของสารมาตรฐานอคาร์โบส ดังรูปที่ 3-3 และผลการทดลองของสารสกัดหยาบพืชตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 3-2



รูปที่ 3-3 ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสของสารมาตรฐานอคาร์โบส

3.5 การทดสอบฤทธิ์ความเป็นพิษต่อเซลล์ (Cyctoxic activity)

การทดสอบฤทธิ์ความเป็นพิษต่อเซลล์ของสารสกัดหยาบพืชตัวอย่างนั้นจะทดสอบกับเซลล์ปกติคือเซลล์ไตของลิง (Vero Cells) ด้วยวิธี 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) โดย MTT เป็นสารที่ถูกรีดิวซ์โดยเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนสในไมโทคอนเดรียของเซลล์ที่มีชีวิตและเกิดการรีดักชันของ MTT ได้ผลผลิตเป็น formazan ที่มีสีม่วง ซึ่งปริมาณ formazan ที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนความมีชีวิตรอดของเซลล์ ได้ผลการทดลองของสารสกัดหยาบพืชตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ปริมาณฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบพืชที่ศึกษา

ส่วนสกัดหยาบ	TPC [a] (gGAE.g^{-1})	Cytotoxicity (IC_{50} : μg/mL) [b]	Antioxidant (%inhibition) [c]	Anti-α-glucosidase (%inhibition) [d]
เชียงดา				
Methanol extract	259.4 ± 2.39	>500 ± 0.00	97.15 ± 0.32	63.43 ± 0.49
Ethanol extract	318.8 ± 3.54	>500 ± 0.00	99.97 ± 0.67	39.12 ± 0.11
บีปลากั้ง				
Methanol extract	113.1 ± 0.35	350.2 ± 3.47	89.97 ± 0.19	51.69 ± 0.23
Ethanol extract	181.0 ± 3.84	361.1 ± 6.28	90.03 ± 0.32	25.66 ± 0.06
กระแยงญวณ				
Methanol extract	233.0 ± 4.30	>500 ± 0.00	95.35 ± 0.44	69.78 ± 0.07
Ethanol extract	550.0 ± 8.18	452.9 ± 3.57	91.56 ± 0.18	68.60 ± 0.37

[a] ปริมาณฟีนอลิกรวม (gGAE.g^{-1})

[b] ความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์ปกติได้ 50%

[c] ร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ที่ความเข้มข้น 5.0 mg/mL

[d] ร้อยละการยับยั้ง α-glucosidase ที่ความเข้มข้น 5.0 mg/mL

ตารางที่ 3-2 ปริมาณฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบพืชที่ศึกษา (ต่อ)

ส่วนสกัดหยาบ	TPC [a] (gGAE.g^{-1})	Cytotoxicity (IC_{50} : μg/mL) [b]	Antioxidant (%inhibition) [c]	Anti-α-glucosidase (%inhibition) [d]
แพว				
Methanol extract	763.6 ± 13.3	>500 ± 0.00	100.04 ± 0.31	99.85 ± 0.24
Ethanol extract	1414.9 ± 11.4	>500 ± 0.00	99.71 ± 0.06	99.42 ± 0.22
พายใหญ่				
Methanol extract	151.3 ± 0.77	>500 ± 0.00	93.41 ± 0.73	65.75 ± 0.31
Ethanol extract	208.0 ± 4.31	95.3 ± 8.18	99.96 ± 0.23	12.47 ± 0.23
บีเอียน				
Methanol extract	177.2 ± 4.26	>500 ± 0.00	92.57 ± 0.21	61.01 ± 0.38
Ethanol extract	182.8 ± 2.75	>500 ± 0.00	93.51 ± 0.11	31.46 ± 0.50
กระแยงนา				
Methanol extract	223.7 ± 3.02	352.9 ± 11.4	99.44 ± 0.86	67.78 ± 0.43
Ethanol extract	220.7 ± 5.41	415.5 ± 5.30	97.24 ± 0.84	22.41 ± 0.16
จิงจูฉ่าย				
Methanol extract	292.0 ± 3.82	182.2 ± 8.40	95.11 ± 0.32	64.63 ± 0.43
Ethanol extract	91.5 ± 0.31	119.0 ± 5.76	82.21 ± 0.25	44.04 ± 0.48
ฟักแม้ว				
Methanol extract	141.5 ± 7.54	203.7 ± 16.9	94.56 ± 0.30	99.46 ± 0.28
Ethanol extract	184.6 ± 3.38	426.7 ± 3.11	91.77 ± 0.65	14.07 ± 0.25
ผักชีฝรั่ง				
Methanol extract	178.2 ± 4.78	396.6 ± 10.2	92.34 ± 0.07	54.35 ± 0.41
Ethanol extract	92.4 ± 2.62	428.6 ± 5.58	93.98 ± 0.56	51.96 ± 0.27
ผักโขมเขียว				
Methanol extract	141.0 ± 4.09	500.0 ± 1.02	89.83 ± 0.20	57.16 ± 0.11
Ethanol extract	116.2 ± 0.35	342.1 ± 2.51	94.51 ± 0.22	32.06 ± 0.23
ผักหวาน				
Methanol extract	186.3 ± 3.84	323.3 ± 9.37	93.67 ± 0.23	36.31 ± 0.30
Ethanol extract	201.3 ± 7.37	>500 ± 0.00	95.96 ± 0.77	16.93 ± 0.13
ผักผำ				
Methanol extract	185.0 ± 4.66	486.0 ± 15.8	94.01 ± 0.32	53.79 ± 0.38
Ethanol extract	113.8 ± 0.18	324.9 ± 6.28	89.00 ± 0.07	32.20 ± 0.26

[a] ปริมาณฟีนอลิกรวม (gGAE.g^{-1})

[b] ความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์ปกติได้ 50%

[c] ร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ที่ความเข้มข้น 5.0 mg/mL

[d] ร้อยละการยับยั้ง α-glucosidase ที่ความเข้มข้น 5.0 mg/mL

ตารางที่ 3-2 ปริมาณฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบพืชที่ศึกษา (ต่อ)

ส่วนสกัดหยาบ	TPC [a] (gGAE.g^{-1})	Cytotoxicity (IC_{50} : μg/mL) [b]	Antioxidant (%inhibition) [c]	Anti-α-glucosidase (%inhibition) [d]
ชะพลู				
Methanol extract	246.4 ± 0.94	329.1 ± 12.4	94.87 ± 0.24	89.97 ± 0.35
Ethanol extract	212.9 ± 2.77	218.3 ± 5.26	96.13 ± 0.32	49.18 ± 0.32
แว่นใหญ่				
Methanol extract	182.2 ± 5.23	295.9 ± 17.3	91.81 ± 0.52	44.59 ± 0.24
Ethanol extract	178.0 ± 4.50	311.4 ± 7.39	96.62 ± 0.13	56.52 ± 0.42
ตำลึงหวาน				
Methanol extract	1444.8 ± 22.1	402.1 ± 1.83	92.61 ± 0.30	63.32 ± 0.18
Ethanol extract	195.3 ± 26.36	486.1 ± 3.94	93.75 ± 0.28	39.85 ± 0.31
ใบขี้เหล็ก				
Methanol extract	167.0 ± 2.75	>500 ± 0.00	96.55 ± 0.44	85.75 ± 0.18
Ethanol extract	1438.6 ± 34.4	>500 ± 0.00	94.24 ± 0.25	62.65 ± 0.27
ดางขม				
Methanol extract	372.6 ± 8.25	>500 ± 0.00	83.49 ± 0.25	76.56 ± 0.35
Ethanol extract	174.0 ± 1.88	>500 ± 0.00	90.62 ± 0.25	84.63 ± 0.12
ชีช้าง				
Methanol extract	229.0 ± 6.15	>500 ± 0.00	98.63 ± 0.57	55.11 ± 0.04
Ethanol extract	317.2 ± 4.19	275.1 ± 2.93	92.28 ± 0.15	62.87 ± 0.21
บัวบก				
Methanol extract	193.4 ± 3.82	>500 ± 0.00	96.22 ± 0.17	43.48 ± 0.45
Ethanol extract	125.4 ± 1.24	>500 ± 0.00	91.44 ± 0.41	26.60 ± 0.30
มะระขี้นก				
Methanol extract	1792.9 ± 22.1	141.2 ± 6.31	92.95 ± 0.35	94.46 ± 0.51
Ethanol extract	165.0 ± 6.31	173.0 ± 1.95	91.91 ± 0.33	60.95 ± 0.36
กระโดน				
Methanol extract	786.3 ± 4.03	>500 ± 0.00	95.99 ± 0.23	99.76 ± 0.52
Ethanol extract	698.4 ± 3.25	218.0 ± 2.95	95.04 ± 0.18	99.67 ± 0.37
ผักกุ่ม				
Methanol extract	148.4 ± 5.46	>500 ± 0.00	97.16 ± 0.22	61.54 ± 0.36
Ethanol extract	614.1 ± 6.39	>500 ± 0.00	98.35 ± 0.27	88.52 ± 0.31

[a] ปริมาณฟีนอลิกรวม (gGAE.g^{-1})

[b] ความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์ปกติได้ 50%

[c] ร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ที่ความเข้มข้น 5.0 mg/mL

[d] ร้อยละการยับยั้ง α-glucosidase ที่ความเข้มข้น 5.0 mg/mL

ตารางที่ 3-2 ปริมาณฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบพืชที่ศึกษา (ต่อ)

ส่วนสกัดหยาบ	TPC [a] (gGAE.g^{-1})	Cytotoxicity (IC_{50} : μg/mL) [b]	Antioxidant (%inhibition) [c]	Anti-α-glucosidase (%inhibition) [d]
คะน้าเม็กซิโก				
Methanol extract	791.8 ± 14.29	329.9 ± 5.37	64.58 ± 0.39	55.49 ± 0.51
Ethanol extract	130.9 ± 2.85	>500 ± 0.00	89.83 ± 0.79	46.30 ± 0.12
ย่านาง				
Methanol extract	394.4 ± 10.76	400.6 ± 7.15	94.83 ± 0.24	93.21 ± 0.32
Ethanol extract	386.4 ± 4.80	434.0 ± 3.25	95.25 ± 0.32	90.70 ± 0.21
สะเดา				
Methanol extract	379.8 ± 2.04	400.6 ± 4.51	96.15 ± 0.28	98.50 ± 0.40
Ethanol extract	422.3 ± 3.72	330.8 ± 3.17	94.35 ± 0.30	99.71 ± 0.50
ชีหอม				
Methanol extract	139.6 ± 0.89	308.6 ± 10.2	95.70 ± 0.67	34.11 ± 0.24
Ethanol extract	161.2 ± 0.92	>500 ± 0.00	94.15 ± 0.41	30.30 ± 0.44
สะแงะ				
Methanol extract	457.3 ± 29.67	364.6 ± 9.31	95.37 ± 0.49	81.99 ± 0.19
Ethanol extract	484.0 ± 16.05	474.8 ± 3.03	97.64 ± 0.29	89.32 ± 0.37
ผักแป้น				
Methanol extract	145.7 ± 2.48	>500 ± 0.00	95.84 ± 0.46	87.41 ± 0.62
Ethanol extract	137.7 ± 4.14	>500 ± 0.00	96.23 ± 0.80	48.05 ± 0.30
ผักชีลาว				
Methanol extract	266.8 ± 1.69	>500 ± 0.00	95.03 ± 0.20	43.06 ± 0.58
Ethanol extract	212.8 ± 3.21	>500 ± 0.00	99.47 ± 0.37	24.35 ± 0.31
มะม่วงหิมพานต์				
Methanol extract	3354.0 ± 32.2	>500 ± 0.00	94.84 ± 0.21	99.84 ± 0.30
Ethanol extract	2968.2 ± 71.4	>500 ± 0.00	93.34 ± 0.45	99.61 ± 0.29
ผักเหรียง				
Methanol extract	152.8 ± 4.24	377.0 ± 6.90	92.40 ± 0.15	28.88 ± 0.16
Ethanol extract	136.0 ± 2.15	>500 ± 0.00	91.97 ± 0.22	48.91 ± 0.49
ผักติ้ว				
Methanol extract	1466.9 ± 42.6	495.0 ± 5.02	96.62 ± 0.10	57.62 ± 0.55
Ethanol extract	1501.7 ± 50.9	407.7 ± 4.58	95.81 ± 0.17	46.17 ± 0.07

[a] ปริมาณฟีนอลิกรวม (gGAE.g^{-1})

[b] ความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์ปกติได้ 50%

[c] ร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ที่ความเข้มข้น 5.0 mg/mL

[d] ร้อยละการยับยั้ง α-glucosidase ที่ความเข้มข้น 5.0 mg/mL

ตารางที่ 3-2 ปริมาณฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบพืชที่ศึกษา (ต่อ)

ส่วนสกัดหยาบ	TPC [a] (gGAE.g^{-1})	Cytotoxicity (IC_{50} : μg/mL) [b]	Antioxidant (%inhibition) [c]	Anti-α-glucosidase (%inhibition) [d]
ผักก้านตง				
Methanol extract	196.8 ± 7.55	>500 ± 0.00	95.72 ± 0.41	52.80 ± 0.40
Ethanol extract	239.3 ± 5.85	>500 ± 0.00	94.78 ± 0.33	38.12 ± 0.43
มันปู				
Methanol extract	3209.0 ± 15.4	270.2 ± 6.00	100.13 ± 0.07	100.33 ± 0.22
Ethanol extract	4165.3 ± 41.8	>500 ± 0.00	94.92 ± 0.17	99.56 ± 0.39
ผักเผ็ด				
Methanol extract	189.3 ± 1.85	>500 ± 0.00	93.83 ± 0.10	53.47 ± 0.22
Ethanol extract	116.5 ± 4.50	349.0 ± 7.24	94.30 ± 0.07	24.13 ± 0.17
ผักกูด				
Methanol extract	362.3 ± 64.50	>500 ± 0.00	99.65 ± 0.55	99.79 ± 0.31
Ethanol extract	355.1 ± 6.84	>500 ± 0.00	97.32 ± 0.26	60.73 ± 0.22
ตับเต่า				
Methanol extract	287.0 ± 11.12	>500 ± 0.00	96.53 ± 0.60	52.93 ± 0.51
Ethanol extract	262.1 ± 17.78	>500 ± 0.00	94.52 ± 0.11	35.76 ± 0.35
ชะคราม				
Methanol extract	107.6 ± 2.00	>500 ± 0.00	92.42 ± 0.16	20.09 ± 0.34
Ethanol extract	136.3 ± 2.01	470.0 ± 9.19	93.79 ± 0.24	32.99 ± 0.28
ผักโขมแดง				
Methanol extract	129.0 ± 2.01	430.4 ± 4.60	91.25 ± 0.32	44.91 ± 0.40
Ethanol extract	150.4 ± 1.80	>500 ± 0.00	96.03 ± 0.11	36.01 ± 0.13
ผักปลัง				
Methanol extract	190.0 ± 4.43	393.0 ± 2.24	92.85 ± 0.60	61.64 ± 0.11
Ethanol extract	159.8 ± 0.77	>500 ± 0.00	93.10 ± 0.82	70.30 ± 0.17
มะตูมแขก				
Methanol extract	2945.3 ± 9.93	374.3 ± 3.63	98.94 ± 0.28	100.24 ± 0.12
Ethanol extract	2750.3 ± 16.0	>500 ± 0.00	94.46 ± 0.36	99.37 ± 0.23
ผักหนาม				
Methanol extract	161.6 ± 4.26	>500 ± 0.00	95.36 ± 0.60	64.66 ± 0.12
Ethanol extract	188.0 ± 2.77	>500 ± 0.00	95.65 ± 0.06	56.52 ± 0.23

[a] ปริมาณฟีนอลิกรวม (gGAE.g^{-1})

[b] ความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์ปกติได้ 50%

[c] ร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ที่ความเข้มข้น 5.0 mg/mL

[d] ร้อยละการยับยั้ง α-glucosidase ที่ความเข้มข้น 5.0 mg/mL

ตารางที่ 3-2 ปริมาณฟีนอลิกรวม และฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบพืชที่ศึกษา (ต่อ)

ส่วนสกัดหยาบ	TPC [a] (gGAE.g^{-1})	Cytotoxicity (IC_{50} : μg/mL) [b]	Antioxidant (%inhibition) [c]	Anti-α-glucosidase (%inhibition) [d]
โสมไทย				
Methanol extract	158.4 ± 1.10	>500 ± 0.00	99.93 ± 0.06	43.17 ± 0.59
Ethanol extract	171.1 ± 3.56	>500 ± 0.00	92.03 ± 0.37	18.43 ± 0.34
กระถิน				
Methanol extract	934.1 ± 11.73	>500 ± 0.00	95.09 ± 0.38	61.55 ± 0.29
Ethanol extract	870.3 ± 8.02	>500 ± 0.00	92.61 ± 0.22	79.60 ± 0.23

[a] ปริมาณฟีนอลิกรวม (gGAE.g^{-1})

[b] ความเข้มข้นที่สามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์ปกติได้ 50%

[c] ร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ที่ความเข้มข้น 5.0 mg/mL

[d] ร้อยละการยับยั้ง α-glucosidase ที่ความเข้มข้น 5.0 mg/mL

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีด้วยการหาปริมาณฟีนอลิกรวมโดยใช้วิธี Folin-Ciocalteu colorimetric เป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Majhenic Skerget และ Knez (2007)[21] และใช้กรดแกลลิก (Gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน ของสารสกัดหยาบเมทานอลและเอทานอลจากสมุนไพรผักพื้นบ้านที่นิยมรับประทานในประเทศไทย ดังตารางที่ 3-2 พบว่า สารสกัดหยาบเมทานอลและเอทานอลของสมุนไพรผักพื้นบ้านที่นำมาศึกษานั้นมีปริมาณฟีนอลิกรวมค่อนข้างสูง โดยพบว่ามี 8 สมุนไพรผักพื้นบ้านที่มีองค์ประกอบทางเคมีปริมาณฟีนอลิกรวมสูงมากกว่า 1000 gGAE.g^{-1} คือผักแพว ตำลึงหวาน ขี้เหล็ก มะระขี้นก มะม่วงหิมพานต์ ผักติ้ว ผักมันปู และยอดมะตูมแขก ซึ่งผักพื้นบ้านเหล่านี้นิยมนำมารับประทานเป็นเครื่องเคียงผักแก้ม ดังนั้นการบริโภคผักพื้นบ้านดังกล่าว ก็จะทำให้ได้รับสารฟีนอลิกที่สูง ซึ่งสารฟีนอลิก จะมีส่วนช่วยในการรักษาโรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะโรคที่มีสาเหตุเกิดจากอนุมูลอิสระ สารฟีนอลิกในผักพื้นบ้านดังกล่าวจะช่วยในการกำจัดอนุมูลอิสระในร่างกายได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้นจากการศึกษาความเป็นพิษต่อเซลล์ (cytotoxicity) ดังตารางที่ 3-2 โดยทำการทดสอบกับเซลล์ปกติคือเซลล์ไตของลิง (Vero Cells) ด้วยวิธี 3-(4,5-dimethyl-thiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) พบว่า สมุนไพรผักพื้นบ้านทั้ง 45 ชนิดที่นำมาทดสอบไม่มีผลความเป็นพิษต่อเซลล์ทดสอบ ดังนั้นการบริโภคสมุนไพรผักพื้นบ้านทั้ง 45 ชนิดนั้นมีความปลอดภัยต่อไต ยกเว้น พายใหญ่ จิงจูฉ่าย และมะระขี้นก ที่มีค่าความเป็นพิษเล็กน้อย (IC_{50} น้อยกว่า 200 μg/mL) จึงไม่ควรมีการบริโภคพายใหญ่ จิงจูฉ่าย และมะระขี้นก ติดต่อกันเป็นเวลานาน เพราะอาจจะส่งผลเสียต่อไตได้

จากการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดโรคเบาหวาน เช่น ฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเบาหวาน และการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) นั้นพบว่า เมื่อนำสารสกัดหยาบสมุนไพรผักพื้นบ้านทั้ง 45 ชนิด มาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging เป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Braca, Sortino, Politi, Morelli, และ Mendez (2002) โดยใช้วิตามินซี (L-ascorbic acid) เป็นสารมาตรฐาน พบว่าสารสกัดหยาบสมุนไพรผักพื้นบ้านทั้ง 45 ชนิดแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีมาก และดีกว่าสารมาตรฐานวิตามินซีอีกด้วย ดังผลการทดลองในตารางที่ 3-2 โดยพบว่าร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ที่ความเข้มข้น 5.0 mg/mL ของสารสกัดหยาบสมุนไพรผักพื้นบ้านทั้ง 45 ชนิด มีค่าสูงกว่า 90% และยังพบอีกว่า ผักแพว มะม่วงหิมพานต์ ผัก

มันปู และยอดมะตูมแขก แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีมากกว่าสารสกัดผักพื้นบ้านชนิดอื่นๆ ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวนั้นสอดคล้องกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมที่ตรวจพบในพืชสมุนไพรผักพื้นบ้านดังกล่าวในปริมาณที่สูง นอกจากนี้เมื่อนำสารสกัดหยาบสมุนไพรผักพื้นบ้านทั้ง 45 ชนิด มาทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดเบาหวาน พบว่าสารสกัดหยาบทั้งเมทานอลและเอทานอลของผักแพว มะม่วงหิมพานต์ ผักมันปู และยอดมะตูมแขก ก็ยังคงแสดงฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสได้ดีมาก และดีกว่าสารสกัดหยาบสมุนไพรผักพื้นบ้านชนิดอื่น ดังนั้นจากข้อมูลการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพข้างต้น จึงสามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นสารประกอบในกลุ่มของสารฟีนอลิก (phenolic compounds) ในผักแพว มะม่วงหิมพานต์ ผักมันปู และยอดมะตูมแขก น่าจะเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) และเป็นสารที่ออกฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (anti-alpha-glucosidase activity) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลกลูโคส ดังนั้นเมื่อสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสได้ก็จะทำให้ในกระแสเลือดมีปริมาณหรือความเข้มข้นของน้ำตาลไม่สูงเกินไปจนเกิดภาวะอันตราย จากผลการทดลองดังกล่าว งานวิจัยนี้สามารถค้นพบ พืชสมุนไพรผักพื้นบ้านของไทยที่นิยมนำมารับประทานที่ออกฤทธิ์ในการบำบัด บรรเทา และช่วยรักษาภาวะต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นของผู้ป่วยโรคเบาหวานได้ โดยพบว่าผักแพว มะม่วงหิมพานต์ ผักมันปู และยอดมะตูมแขก น่าจะสามารถที่จะนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นยาหรือส่วนประกอบทางยาที่ใช้สำหรับการรักษาและป้องกันภาวะทางเภสัชวิทยาต่างๆ ของโรคเบาหวาน ซึ่งเป็นโรคที่พบมากในผู้สูงอายุและพบมากในภูมิภาคอาเซียนต่อไป

4. สรุปผลการทดลอง (Conclusion)

ปัจจุบันการเพิ่มขึ้นของประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทยมีจำนวนที่สูงขึ้น ส่งผลให้ต้องมีการวางแผนในการดูแลสุขภาพผู้สูงอายุ และโรคที่พบบ่อยและพบมากในผู้สูงอายุโรคหนึ่งก็คือ โรคเบาหวาน จากการรายงานการระบาดของโรคเบาหวานและผลกระทบที่มีต่อประเทศไทยพบว่า จำนวนประชากรสูงอายุจะมีอัตราการเกิดโรคเบาหวานเพิ่มขึ้น และมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นซึ่งจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวาน 2 เท่าในขณะที่โรคอ้วนเพิ่มความเสี่ยงถึง 3 เท่า การเกิดภาวะโรคแทรกซ้อนของโรคเบาหวานเช่น โรคแทรกซ้อนทางไต โรคแทรกซ้อนทางตาในการสูญเสียการมองเห็นหรือตาบอด โรคหัวใจขาดเลือด โรคความดันโลหิตสูง การเกิดแผลติดเชื้อสูญเสียอวัยวะ หรือโรคซึมเศร้า เป็นต้น3 ส่งผลกระทบทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจของผู้ป่วย ผลกระทบด้านสังคมและอารมณ์ต่อครอบครัว และเศรษฐกิจของประเทศโดยรวม เนื่องจากเป็นโรคที่มีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นในการรักษาโรคเบาหวานในปัจจุบัน มียาที่ใช้ในการรักษาหลายชนิดในผู้ป่วยโรคเบาหวานประเภทที่ 1 ที่ไม่สามารถสร้างอินซูลินได้จะใช้วิธีการฉีดอินซูลินเข้าสู่ร่างกายโดยตรง ส่วนในผู้ป่วยโรคเบาหวานประเภทที่ 2 จะมีการใช้ยาในการควบคุมการสร้างปริมาณอินซูลินให้เหมาะสม เช่นกลุ่ม sulfonylureas ซึ่งแพทย์ต้องมีการประเมินการทำงานตับและไตก่อนจ่ายยาให้คนไข้ และ meglitinides ยานี้มีผลข้างเคียงในระบบทางเดินอาหารอาจทำให้ท้องเสีย คลื่นไส้อาเจียนในกรณีที่ผู้ป่วยไม่สามารถทนต่อการรับยาได้ นอกจากนี้ยังมีการใช้ยาในกลุ่ม biguanides ที่ช่วยนำน้ำตาลเข้าสู่เซลล์ได้ดีขึ้นช่วยเพิ่มการตอบสนองต่ออินซูลินได้ดี และยาในกลุ่ม α-glucosidase inhibitors เช่น acarbose voglibose และ miglitol ซึ่งยานี้มักเกิดปัญหาในระบบทางเดินอาหารเช่น ท้องอืด ท้องเฟ้อ เป็นต้น ยารักษาอาการโรคเบาหวานเหล่านี้แต่ละชนิดมักทำให้เกิดอาการข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ตามมา ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษา ค้นหา และคัดเลือกพืชสมุนไพรผักพื้นบ้านของไทยที่ออกฤทธิ์ต้านเบาหวาน ซึ่งสามารถที่จะนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นยาหรือส่วนประกอบทางยา ที่ใช้สำหรับการรักษาและป้องกันภาวะทางเภสัชวิทยาต่างๆ ของโรคเบาหวานได้ จากการทดลองพบว่า ผักแพว ผักมันปู มะม่วงหิมพานต์ และยอดมะตูมแขก เป็นพืชสมุนไพรผักพื้นบ้านของไทยที่แสดงฤทธิ์ในการยับยั้งภาวะทางเภสัชวิทยาต่างๆ ของโรคเบาหวานได้เป็นอย่างดี โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (anti-alpha-glucosidase activity) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลกลูโคส ดังนั้นเมื่อสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสได้ก็จะทำให้ในกระแสเลือดมีปริมาณหรือความเข้มข้นของน้ำตาลไม่สูงเกินไปจนเกิดภาวะอันตราย และยังสามารถแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) ได้เป็นอย่างดี และไม่แสดงความเป็นพิษ (cytotoxicity) อีกด้วย รวมทั้งจากงานวิจัยดังกล่าวทราบอีกว่าสารที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส ในพืชสมุนไพรผักพื้นบ้านผักแพว ผักมันปู มะม่วงหิมพานต์ และยอดมะตูมแขก นั้นคือสารประกอบในกลุ่มของสารฟีนอลิก (phenolic compounds) ซึ่งผลการศึกษาวิจัยดังกล่าวนี้เป็นการยกระดับและเพิ่มมูลค่าของพืชสมุนไพรของไทยให้มีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งเป็นการลดการนำเข้ายาสังเคราะห์จากต่างประเทศ ประชากรมีโอกาสใช้ยาที่ราคาไม่แพง ปลอดภัย มีประสิทธิภาพในการรักษาที่แม่นยำ ไม่ส่งผลข้างเคียงต่อการรักษา และเพิ่มโอกาสให้ประชากรโดยเฉพาะประชากรผู้สูงอายุในประเทศมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นอีกทางหนึ่งด้วย

ข้อเสนอแนะ การทำวิจัยในขั้นตอนต่อไป ตลอดจนประโยชน์ในทางประยุกต์ของผลงานวิจัยที่ได้

งานวิจัยนี้พบว่า ผักแพว มะม่วงหิมพานต์ ผักมันปู และมะตูมแขก สามารถช่วยในการบรรเทาพยาธิวิทยาของการเกิดเบาหวานได้ โดยสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ และยับยั้งเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการลดระดับน้ำตาลในเลือด รวมทั้งไม่แสดงความเป็นพิษต่อเซลล์อีกด้วย แต่ข้อมูลดังกล่าวเป็นการทดลองในห้องปฏิบัติการ ถ้าจะนำไปใช้ประโยชน์ในรูปของอาหารเสริม ยา หรือส่วนประกอบทางยาที่ใช้สำหรับการรักษาและป้องกันภาวะทางเภสัชวิทยาต่าง ๆ ของโรคเบาหวานควรมีการทดสอบความปลอดภัยในสัตว์ทดลองต่อไป อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้พบว่าการบริโภค “ผักแพว มะม่วงหิมพานต์ ผักมันปู และมะตูมแขก” ในส่วนการนำไปเป็นผักแกล้มกับอาหารก็มีโอกาสที่อาจจะช่วยบรรเทาและป้องกันโรคเบาหวานซึ่งเป็นโรคที่สำคัญและพบมากในผู้สูงอายุได้

บรรณานุกรม

1. https://www.thairath.co.th/content/410946. ไทยจ่อเข้า 'สังคมผู้สูงอายุ' เต็มตัวปี 68 โดย ไทยรัฐออนไลน์ 19 มีนาคม 2557.
2. ชัชลิต รัตรสาร. การระบาดของโรคเบาหวานและผลกระทบที่มีต่อประเทศไทย. หน่วยต่อมไร้ท่อและเมตาบอริสม ภาควิชาอายุรศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี. 2013.
3. Aekplakorn, W., Chariyalertsak, S., Kessomboon.P, Sangthong, R., Inthawong, R., Putwatana, P., Taneepanichskul, S. (2011). Thai National Health Examination Survey IV Study Group. *Diabetes Care*, 34, 1980-1985.
4. Bellamy, L., Casas, J.P, Hingorani, A.D., Williams, D. (2009). Type 2 diabetes mellitus after gestational diabetes: a systematic review and metaanalysis. *Lancet*, 373(9677), 1773-9.
5. Blickle, J.F. (2006). Meglitinide analogues: a review of clinical data focused on recent trials. *Diabetes Metabolism*, 32(2), 113-20.
6. Collier, C. A, Bruce, C.R., Smith, A.C, Lopaschuk, G., Dyck, D.J. (2006). Metformin counters the insulin induced suppression of fatty acid oxidation and stimulation of triacylglycerol storage in rodent skeletal muscle. *The American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 291(1), E182-189.
7. Kawamori, R., Tajima, N., Iwamoto, Y., Kashiwagi, A., Shimamoto, K., Kaku, K. Voglibose Ph-3 Study Group. Voglibose for prevention of type 2 diabetes mellitus: a randomised, double-blind trial in Japanese individuals with impaired glucose tolerance. (2009), *Lancet*, 373(9675), 1607-1614.
8. Monti, M.C., Lonsdale, J.T., Montomoli, C., Montross, R., Schlag, E., Greenberg, D.A. (2007). Familial risk factors for microvascular complications and differential male-female risk in a large cohort of Amercian families with type 1 diabetes. T*he Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 92(12), 4650-4655.
9. Zhang, P., Zhang, X., Brown, J., Vistisen, D., Sicree, R., Shaw, J., Nichols, G. (2010). Diabetes Atlas: Global healthcare expenditure on diabetes for 2010 and 2030. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 87, 293-301.
10. Treesaranuwattana T. Managing older people with type 2 diabetes endocrinology and metabolism unit Internal medicine Rajavithi Hospital.
11. นันทวัน บุณยะประภัศร อรนุช โชคชัยเจริญพร, บรรณาธิการ. สมุนไพรไม้พื้นบ้าน เล่ม 3. กรุงเทพฯ: ประชาชน จำกัด, 2542. 823 หน้า.
12. Hong, L., Toshiaki, I., Yasutake, H. (1998). Effects of acarbose combined with gymnemic acid on maltose digestion and absorption. *Shoka to Kyushu*, 21(2), 126-129.

13. Ramkumara, K.M., Rajagurua, P., Lathab, M., Ananthan, R. (2007). Ethanol extract of *Gymnema montanum* leaves reduces glycoprotein components in experimental diabetes. *Nutrition Research*, 27, 97–103.
14. Ramkumar, K.M., Manjula, C., Sankar, L., Suriyanarayanan, S., Rajaguru, P. (2009). Potential in vitro antioxidant and protective effects of *Gymnema montanum* H. on alloxan-induced oxidative damage in pancreatic β-cells, HIT-T15. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 2246–2256.
15. Deng, Y., He, K., Ye X., Chen, X., Huang, J., Li, X., Yuan, L., Jin, Y., Jin, Q., Li, P. (2012). Saponin rich fractions from *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce with more potential hypoglycemic effects. *Journal of Ethnopharmacology*, 141, 228–233.
16. Okonogia, S., Kheawfu, K., Holzer, W., Ungerd, F.M., Viernstein, H., Muellerd, M. (2016). Anti-inflammatory effects of compounds from *Polygonum odoratum*. *Natural Product Communications*, 11(11), 1631-1774.
17. Khatib, N. A., Patil, P. (2011). A evaluation of hypoglycemic activity of *Barringtonia actangula* fruit extracts in in streptozotocin induced hyperglycemic wistar rats. *Journal of Cell and Tissue Research*, 11(1), 2573-2578.
18. Quader, S.H., Islam, S.U., Saifullah, A., Majumder, F.U., Hannan, J. (2013). Evaluation of the anti-nociceptive and anti-inflammatory activities of the ethanolic extract of *Barringtonia acutangula* Linn. (Lecythidaceae) roots. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 20(2), 24-32.
19. Lotlikar, M.M, Rajarama, M.R. (1960). Note on hypoglycemic principle isolated from the fruits of *Momordica charantia*. *Journal of the University of Bombay*, 29, 223.
20. Lotlikar, M.M., Rajarama, R.M.R. (1966). Pharmacology of a hypoglycemic principle isolated from the fruits of *Momordica charantia*. *The Indian Journal of Pharmacy*, 28, 129.
21. Mueller-Oerlinghausen, B., Ngamwathana, W., Kanchanapee, P. (1971). Investigation into Thai medicinal plants said to cure diabetes. *J. Med. Ass. Thailand*, 54, 105-111.
22. Ng,T.B., Yeung, H.W. (1984). Bioactive constituents of Cucurbitaceae plants with special emphasis on *Momordica charantia* and *Trichosanthes kirilowii*. *Proc fifth Asian symposium on medicinal plants and spices*; August 20-24, Seoul, Korea, 183-196.
23. Welihinda, J., Karunanayake, E.H., Sheriff, M.H.R., Jayasinghe, K.S.A. (1986). Effect of *Momordica charantia* on the glucose tolerance in maturity onset diabetes. *The Journal of Ethnopharmacology*, 17, 277-282.

24. Tan, M.J., Ye, J.M., Turner, N., Hohnen-Behrens, C., Ke, C.Q., Tang, C.P., Chen. T., Weiss, H.C., Gesing, E.R., Rowland, A., James, D.E., Ye, Y. (2008). Antidiabetic activities of triterpenoids isolated from bitter melon associated with activation of the AMPK pathway. *Chemistry & Biology*, 15, 263-73.
25. Dzoyem, J.P., Eloff.J.N. (2015). Anti-inflammatory, anticholinesterase and antioxidant activity of leaf extracts of twelve plants used traditionally to alleviate pain and inflammation in South Africa. *Journal of Ethnopharmacology*, 160, 194–201.
26. Chowtivannakul, P., Srichaikul, B., Talubmook, C. (2016). Antidiabetic and antioxidant activities of seed extract from *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Agriculture and Natural Resources*, 50, 357-361.
27. Lee, H., Han, J.-S. (2012). Anti-inflammatory effect of *Perilla frutescens* (L.) Britton var. frutescens extract in LPS-stimulated RAW 264.7 macrophages. *Preventive Nutrition and Food Science*, 17, 109-115.
28. Kim, D-H. Kim, S-J., Yu, K-Y., Jeong, S-L., Kim, S-Y. (2018). Anti-hyperglycemic effects and signaling mechanism of *Perilla frutescens* sprout extract. *Nutrition Research and Practice*, 12(1), 20-28.
29. Tanga, X., Opeyemi, J., Zhouc, O.Y.,Houa, X. (2017). *Allium tuberosum*: Antidiabetic and hepatoprotective activities. *Food Research International*, 102, 681–689.
30. Nia, Z., Guoa, L., Liua, F., Olatunjib, O.J., Yina, M. (2019) *Allium tuberosum* alleviates diabetic nephropathy by suppressing hyperglycemia-induced oxidative stress and inflammation in high fat diet/streptozotocin treated rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 112, 108678.
31. Abdullahi, S., Olatunji, G.A. (2010). Antidiabetic activity of *Anacardium occidentale* in alloxan-diabetic rats. *Journal of Science and Technology*, 30(3), 35.
32. Jaiswal, Y.S., Tatke, P.A., Gabhe, S.Y., Vaidya, A.B. (2017). Antidiabetic activity of extracts of *Anacardium occidentale* Linn. Leaves on n-streptozotocin diabetic rats. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 7, 421-427.
33. Vijay, S.B., Kumaran, K.S., Kumar, K.L.S, Hemant H.G., Mayur A.C. (2015). Antidiabetic activity and isolation of bioactive compounds from *Hydrolea zeylanica*. *Indonesian Journal of Pharmacy*, 26(4), 185-191.
34. Sahoo, A.K., Kanhar, S., (2017). Antioxidant and antiulcer potential of *Hydrolea zeylanica* (L.) Vahl against gastric ulcers in rats. *International Journal of Complementary & Alternative Medicine*, 10(1). 1-8.

35. Pérez-Gonzáleza, M.Z., Gutiérrez-Rebolledoa, G.A., Yépez-Muliab, L. Rojas-Toméc, I.S., Julieta Luna-Herrerad, Jiménez-Arellanes, M.A. (2017). Antiprotozoal, antimycobacterial, and anti-inflammatory evaluation of *Cnidoscolus chayamansa* (Mc Vaugh) extract and the isolated compounds. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 89, 89–97.
36. Poeaim, S., Lordkhem, P., Charoenying, P., Laipasu, P. (2016). Evaluation of antioxidant, cytotoxic activities and total phenolic content from leaf extracts of *Phlogacanthus pulcherrimus*. *International Journal of Agricultural Technology*. 12(7), 1657-1667.
37. Sireeratawong, S., Vannasiri, S, Sritiwong, S., Itharat, A, Jaijoy, K. (2010). Anti-Inflammatory, anti-nociceptive and antipyretic effects of the ethanol extract form root of *Piper sarmentosum* Roxb. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 93 (Suppl. 7), S1-S6.
38. Ridtitid, W., Ruangsang, P., Reanmongkol, W., Wongnawa, M. (2007). Studies of the anti-inflammatory and antipyretic activities of the methanolic extract of *Piper sarmentosum* Roxb. leaves in rats. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 29(6), 1519-1526.
39. Dawilai, S., Muangnoi, C., Praengamthanachoti, P., Tuntipopipat, S. (2013). Anti-inflammatory activity of bioaccessible fraction from *Eryngium foetidum* leaves. *BioMed Research International*, 2013, 1-8.
40. Kumar, V., Bhat, Z.A., Kumar, D., Bohra, P. Sheela. (2011). In-vitro anti-inflammatory activity of leaf extracts of *Basella alba* Linn. var. alba. *International Journal of Drug Development & Research*. 3(2), 176-179.
41. Azad, A.K., Biswas, K., Islam, O., Saifuddin, Md., Islam, M., Khairuzzaman, M., Das, N., Sultana, N.A., Hossain, S., Haque, S., Karmoker, N., Islam, A. (2016). Antidiabetic property of methanol extract of *B. alba* (fruits along with shoots) and its relationship with the antioxidant property. *International Journal of Pharmaceutical Research and Innovation*, 9, 9-16.
42. Deb, D. Dev, S., Das, A.K., Khanam, D., Banu, H., Shahriar, M., Ashraf, A., Choudhuri, M.S.K., Basher, S.A.M.K. (2010). Antinociceptive, anti-inflammatory and anti-diarrheal activities of the hydroalcoholic extract of *Lasia spinosa* Linn. (Araceae) roots. *Latin American Journal of Pharmacy*, 29(8), 1269-1276.
43. Hasan, Md. N., Munshi, M., Rahman, M.H., Alam, S.M. Nur, Hirashima, (2014). A. evaluation of antihyperglycemic activity of *Lasia spinosa* leaf extracts in swiss albano mice. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 3(10), 118-124.

44. Sudevan, S., Sundar, S., Ranganayaki. P., Guptha, A., Shafina, J., Ramasam, V. (2015). Studies on in-vitro Anti-inflammatory activity of *Acmella oleracea* metabolic compounds. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences*, 8(2), 227-232.
45. Lalthanpuii, P.B., Lalawmpuii, R., Lalchhandama, K. (2017). Evaluation of the antioxidant properties of the toothache plant *Acmella oleracea* cultivated in Mizoram. *India Der Pharmacia Lettre*, 9(6), 137-141.
46. Hoque, N., Imam, M.Z., Akter, S., Mazumder, E.H.Md., Hasan, S.M.R., Ahmed, J., Rana, S.Md. (2011). Antioxidant and antihyperglycemic activities of methanolic extract of *Glinus oppositifolius* leaves. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 1(7), 50-53.
47. Pattanayak, S., Padmalatha, K. (2015). Antidiabetic activity of aerial parts of *Glinus oppositifolius* L., against glucose overloaded and streptozotocin-induced diabetes in albino rats. *Natural Product Reports*, 1(1), 29–34.
48. Tipnee, S., Jutiviboonsuk, A., Wongtrakul P. (2017). The bioactivity study of active compounds in *Wolffia globosa* extract for an alternative source of bioactive substances. *Cosmetics*, 4, 53, 2-10.
49. Balasubramanian, T., Karthikeyan, M., Anees, K. P., Kadeeja, C. P., Jaseela, K. Antidiabetic and antioxidant potentials of *Amaranthus hybridus* in streptozotocin-Induced diabetic rats. *Journal of Dietary Supplements*, 14(4), 1-16.
50. Vadivelan, R., Krishnan, R.G., Kannan, R. (2019). Antidiabetic potential of *Asparagus racemosus* willd leaf extracts through inhibition of α-amylase and α-glucosidase. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 9, 1-4.
51. Rosas, E.C., Correa, L.B., Pádua, T.L., Maramaldo Costa, T.E.M., Mazzei, J.L., Heringer, A.P., Bizarro, C.A., Kaplan, M.A.C., Figueiredo, A.R., Henriques, M.G. (2015). Anti-inflammatory effect of *Schinus terebinthifolius* Raddi hydroalcoholic extract on neutrophil migration in zymosan-induced arthritis. *Journal of Ethnopharmacology*, 175, 490–498.
52. Fedel-Miyasato, L.E.S., Kassuyac, C.A.L., Auharek, S.A., Formagiof, A.S.N., Cardosog, C.A.L., Maurob, M.O., Cunha-Lauraa,h, A.L., Monrealh, A.C.D., Vieiraf, M.C., Oliveira, R.J. (2014). Evaluation of anti-inflammatory, immunomodulatory, chemopreventive and wound healing potentials from *Schinus terebinthifolius* methanolic extract. *Brasileira de Farmacognosia-Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 24565-24575.

53. Ahama-Esseh, K., Bodet, C., Mensah-Attoh, A., Garcia, M., Théry-Konéa, I., Dorata, J., De Souzae, C., Enguehard-Gueiffierf, C., Boudesocque-Delaye, L. (2017). Anti-inflammatory activity of *Crateva adansonii* DC on keratinocytes infected by *Staphylococcus aureus*: from traditional practice to scientific approach using HPTLC-densitometry. *Journal of Ethnopharmacology*, 204, 26–35.
54. Umeti, C.C., Onajobi, F.D., Obuotor, E.M., Anyasor, G.N.,Esan, E.B. (2019). Anti-inflammatory properties and gas chromatography-mass spectrometry analysis of ethyl acetate fraction of *Crateva adansonii* DC leaves. *American Journal of Physiology, Biochemistry and pharmacology*, 9(1), 9–20.
55. Makinde, E.A., Ovatlarnporn, C., Adekoya, A.E., Nwabor, O.F., Olatunji, O.J. (2019) Antidiabetic, antioxidant and antimicrobial activity of the aerial part of *Tiliacora triandra*. *South African Journal of Botany*, 125, 337–343.
56. Rattana, S., Cushnie, B., Taepongsorat, L., Phadungkit, M. (2016). Chemical constituents and In vitro anticancer activity of *Tiliacora triandra* leaves. *Pharmacognosy Journal*, 8(1), 1-3.
57. Promraksa, B., Daduang, J., Chaiyarit, P., Tavichakorntrakool, R., Khampitak, K., Rattanata, N., Tangrassameeprasert, R., Boonsiri, P. (2015). Cytotoxicity of *Cratoxylum formosum* subsp. pruniflorum gogel extracts in oral cancer cell lines. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 16, 7155-7159.
58. Altameme, H.J., Hameed, I.H., Hamza, L.F. (2017). *Anethum graveolens*: Physicochemical properties, medicinal uses, antimicrobial effects, antioxidant effect, anti-inflammatory and analgesic effects: A review. *International Journal of Pharmaceutical Quality Assurance*, 8(3), 88-91.
59. Eidi, M., Eidi, A., Saeidi, A., Molanaei, S., Sadeghipour, A., Bahar, M., Bahar, K. (2009). Effect of Coriander Seed (*Coriandrum sativum* L.) ethanol extract on insulin release from pancreatic beta cells in streptozotocin-induced diabetic rats. *Phytotherapy Research*, 23, 404–406.
60. Sonika, G., Manubala, R., Deepak, J. (2010). Comparative studies on anti- inflammatory activity of *Coriandrum sativum*, *Datura stramonium* and *Azadirachta indica*. *Asian Journal of Experimental Biological Sciences*, 1(1), 151-154
61. Paulo Pereira, L., Silva, K.E.S., O. Silva, R., Assreuy, A.M.S., Pereira, M.G. (2012). Anti-inflammatory polysaccharides of *Azadirachta indica* seed tegument. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 22(3), 617-622.

62. Mostofa, M., Choudhury, M. E., Hossain, M. A., Islam, M. Z., Islam, M. S., Sumon, M. H. (2007). Antidiabetic effects of *Catharanthus roseus*, *Azadirachta indica*, *Allium sativum* and Glimepride in experimentally diabetic induced rat. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 5(1&2), 99–102.
63. Ntandou, G.F.N., Banzouzi, J.T., Mbatchi, B., Elion-Itou, R.D.G., Etou-Ossibi, A.W., Ramos S., Benoit-Vical, F., Abena, A.A., Ouamba, J.M. (2010). Analgesic and anti-inflammatory effects of *Cassia siamea* Lam. stem bark extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 127, 108–111.
64. Jangiti, R.K., Battu, G.R., Majji, L.N., Talluri, M.R. (2013). Evaluation of antidiabetic activity of *Cassia siamea* leaves in alloxan induced diabetic rats. *International Journal of Phytopharmacology*, 4(4), 237-240.
65. Majhenic, L., Skerget, M., & Knez, Z. (2007). Antioxident and antimicrobial activity of guarana seed extract. Food Chemistry, 104(3), 1258–1268.
66. Braca, A., He, X., Zhou, S., Luo, A., He, T., & Chun, Z. (2009). Antioxidant activity of flavonoids from Licania licaniaeflora. Journal of Ethnopharmacology, 79(3), 379–381.
67. Matsui, T., Yoshimoto, C., Osajima, K., Oki, T., & Osajima, Y. (1996). In vitro survey of alpha-glucosidase inhibitory food components. Journal Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 60(12), 2019–2022.
68. Soonthornsit, N., Pitaksutheepong, C., Hemstapat, W., Utaisincharoen, P., Pitaksutheepong, T. (2017). In vitro anti-inflammatory activity of Morus alba L. stem extract in LPS-stimulated RAW 264.7 cells. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2017, 1–8.

ผลผลิตของโครงการวิจัย (Output)

1. Anan Athipornchai*, Sureeporn Homvisasevongsa, Suwanna Semsri. Potential of some traditional Thai vegetables for the prevention and treatment of Diabetes and related diseases (Manuscript in preparation).
2. ได้เทคโนโลยี กรรมวิธี และกระบวนการที่ดีในการเตรียมสารสกัดหยาบ และทราบสารออกฤทธิ์จากพืชสมุนไพรไทยผักพื้นบ้านที่สามารถนำมารับประทานได้ที่ออกฤทธิ์ต้านเบาหวาน และภาวะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโรคเบาหวาน
3. ได้ผลิตนักวิทยาศาสตร์ และนักวิจัยไทย ให้มีความสามารถและเชียวชาญในงานวิจัยด้านสมุนไพรขึ้น
4. ได้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่จะช่วยยืนยันภูมิปัญญาไทยจากพืชสมุนไพรไทยผักพื้นบ้านที่สามารถนำมารับประทานได้ที่ออกฤทธิ์ต้านเบาหวาน และภาวะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโรคเบาหวาน