สารต้านอนุมูลอิสระในพืชสมุนไพรบางชนิด

ปิยธิดา เพ็งสุข กาญจนา ทองเกิดหลวง และธีรารัตน์ แช่มชัยพร*

สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
*ผู้รับผิดชอบบทความ: teerarat@webmail.npru.ac.th

บทคัดย่อ

พืชสมุนไพรพื้นบ้านหลายชนิดถูกนำมาใช้เป็นยาสมุนไพรในการรักษาโรคเบาหวาน วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระจากพืชสมุนไพรพื้นบ้านจำนวน 20 ชนิดทั้งชนิดสดและแห้ง ได้แก่ โพธิ์ (*Ficus religiosa* L.) ย่านาง (*Limacia triandra* Miers.) ขนุน (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) ตะแบก (*Lagerstroemia calyculata* Kurz.) มะระขี้นก (*Momordica charantia* L.) มะก่องข้าว (*Abutilon indicum* (L.) Sweet.) มะกา (*Bridelia ovata* Decne.) ตำลึง (*Coccinia grandis* (L.) Voigt) ลูกใต้ใบ (*Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn.) ขี้เหล็ก (*Senna siamea* (Lam.) H.S.Irwin & Barneby) ขลู่ (*Pluchea indica* (L.) Less.) มะยม (*Phyllanthus acidus* (L.) Skeels.) เขยตาย (*Glycosmis pentaphylla* (Retz.) DC.) เตย (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) สะเดา (*Azadirachta indica* A.Juss.) ยอ (*Morinda citrifolia* L.) โหระพา (*Ocimum basilicum* L.) ชะพลู (*Piper sarmentosum* Roxb.) ฝรั่ง (*Psidium guajava* L.) และหนานเฉาเหว่ย (*Gymnanthemum extensum*) ซึ่งการหาปริมาณฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยใช้วิธี DPPH radical scavenging activity จากการทดลองพบว่าพืชสมุนไพรที่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ในตัวอย่างพืชสด คือ ใบเตย (50.77±0.59 มิลลิกรัมบีเอชทีต่อมิลลิลิตร) และในตัวอย่างพืชแห้ง คือ ใบสะเดา (49.70±0.15 มิลลิกรัมบีเอชทีต่อมิลลิลิตร) จากผลการทดลองดังกล่าวสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาพืชสมุนไพรดังกล่าวให้เป็นพืชที่สามารถส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรคต่อไปได้

คำสำคัญ: ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พืชสมุนไพร เตย สะเดา

Antioxidant Activity in Some Herbs

Piyatida Pengsuk Kanjana Thongkerdluang and Teerarat Chaemchaiyaporn*

Program Study of Biology, Faculty of Science and Technology,
Nakhon Pathom Rajabhat University
*corresponding author: teerarat@webmail.npru.ac.th

ABSTRACT

Many local herbs are used as herbal drugs in the treatment of diabetes. The objective of this study was to investigate antioxidant activity and total phenolic content from 20 herbs. Both fresh and dried herbs used in this study were *Ficus religiosa* L., *Limacia triandra* Miers., *Artocarpus heterophyllus* Lam., *Lagerstroemia calyculata* Kurz., *Momordica charantia* L., *Abutilon indicum* (L.) Sweet., *Bridelia ovata* Decne., *Coccinia grandis* (L.) Voigt.), *Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn., *Senna siamea* (Lam.), H.S.Irwin & Barneby, *Pluchea indica* (L.) Less., *Phyllanthus acidus* (L.) Skeels, *Glycosmis pentaphylla* (Retz.) DC., *Pandanus amaryllifolius* Roxb., *Azadirachta indica* A.Juss., *Morinda citrifolia* L., *Ocimum basilicum* L., *Piper sarmentosum* Roxb., *Psidium guajava* L. and *Gymnanthemum extensum*. The antioxidant activity was evaluated by 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl scavenging capacity (DPPH) methods. The results showed that the maximum antioxidant activity in fresh herbs, obtained from *Pandanus amaryllifolius* Roxb. is 50.77 ± 0.59 µg BHT / ml. *Azadirachta indica* A.Juss. had the highest antioxidant activity against DPPH at 49.70 ± 0.15 µg BHT / ml for dried herbs. The results of this experiment are used for promoting health as well as for preventing and curing diseases.

Keywords: antioxidant, herbs, *Pandanus amaryllifolius* Roxb, *Azadirachta indica* A.Juss.

1. บทนำ

ปัจจุบันสถานการณ์โรคเบาหวานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง องค์การอนามัยโลก (WHO) รายงานว่าในปี พ.ศ. 2563 พบว่าคนไทยประมาณ 4.8 ล้านคน เป็นโรคเบาหวาน และคาดว่าในปี พ.ศ. 2583 จะเพิ่มขึ้นสูงถึง 5.3 ล้านคน (สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย, 2562) โดยแนวทางในการรักษาผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวานจะมีอยู่ 2 วิธี คือ การรักษาด้วยยาแพทย์แผนปัจจุบัน โดยแพทย์จะให้ผู้ป่วยรับประทานยาหรือฉีดอินซูลินเข้าสู่กระแสเลือด ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับอาการ และความรุนแรงของโรค และวิธีที่ 2 คือ การรักษาด้วยธรรมชาติบำบัด วิธีนี้จะเหมาะกับผู้ป่วยเบาหวานที่มีอาการไม่รุนแรงมากนัก โดยวิธีนี้ผู้ป่วยจะต้องควบคุมอาหารและออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ การควบคุมอาหารของผู้ป่วยเบาหวานมักจะเน้นการบริโภคอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) เช่น พืช ผัก สมุนไพร และผลไม้บางชนิด รวมถึงไปถึงการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีสารต้านอนุมูลอิสระเป็นองค์ประกอบ เช่น อาหารเสริม เครื่องดื่ม และเครื่องสำอาง เป็นต้น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มาจากพืชสมุนไพรนับว่าเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่ให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากพืช ผัก สมุนไพร และผลไม้หลาย ๆ ชนิดจะมีสรรพคุณในการป้องกันและรักษาอาการของโรคเบาหวานให้ทุเลาลง เช่น มะระไทย ตำลึง กระเทียม ฝรั่ง ลูกใต้ใบ มะแว้งทั้งต้นและเครือ เป็นต้น (มัทนา เครื่องเงิน และแดนชัย เครื่องเงิน, 2557)

ในงานวิจัยครั้งนี้จึงสนใจศึกษาพืชสมุนไพรพื้นบ้านที่นิยมนำมากินยอดและนิยมนำมารับประทานเพื่อลดระดับน้ำตาลในเลือด โดยทำการวิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในพืชสมุนไพรทั้งชนิดสดและชนิดแห้งจำนวน 20 ชนิด ได้แก่ โพธิ์ (*Ficus religiosa* L.) ย่านาง (*Limacia triandra* Miers.) ขนุน (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) ตะแบก (*Lagerstroemia calyculata* Kurz.) มะระขี้นก (*Momordica charantia* L.) มะก่องข้าว (*Abutilon indicum* (L.) Sweet) มะกา (*Bridelia ovata* Decne.) ตำลึง (*Coccinia grandis* (L.) Voigt.) ลูกใต้ใบ (*Phyllanthus amarus* Schumach. & Thonn.) ขี้เหล็ก (*Senna siamea* (Lam.) H.S.Irwin & Barneby) ขลู่ (*Pluchea indica* (L.) Less.) มะยม

(*Phyllanthus acidus* (L.) Skeels.) เขยตาย (*Glycosmis pentaphylla* (Retz.) DC.) เตย (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) สะเดา (*Azadirachta indica* A.Juss.) ยอ (*Morinda citrifolia* L.) โหระพา (*Ocimum basilicum* L.) ชะพลู (*Piper sarmentosum* Roxb.) ฝรั่ง (*Psidium guajava* L.) และหนานเฉาเหว่ย (*Gymnanthemum extensum*) โดยใช้วิธี DPPH radical scavenging activity เพื่อนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ในการเลือกบริโภคพืชได้

2. วัตถุประสงค์

เพื่อหาปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในพืชสมุนไพรทั้งชนิดสดและชนิดแห้งจำนวน 20 ชนิด

3. วิธีดำเนินการ

3.1 การเตรียมตัวอย่าง

1. เก็บตัวอย่างพืชสมุนไพรจำนวน 20 ชนิด ได้แก่ โพธิ์ ย่านาง ขนุน ตะแบก มะระขี้นก มะก่องข้าว มะกา ตำลึง ลูกใต้ใบ ขี้เหล็ก ขลู่ มะยม เขยตาย เตย สะเดา ยอ โหระพา ชะพลู ฝรั่ง และหนานเฉาเหว่ย นำพืชทั้งหมดมาล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วแบ่งพืชออกเป็น 2 กลุ่ม คือ พืชกลุ่มตัวอย่างชนิดสดและพืชกลุ่มตัวอย่างชนิดแห้ง สำหรับพืชกลุ่มตัวอย่างชนิดสดจะนำมาทดสอบหลังจากล้างตัวอย่างด้วยน้ำและผึ่งให้แห้ง ส่วนพืชกลุ่มตัวอย่างชนิดแห้งจะนำมาอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

2. นำพืชแต่ละชนิดมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ ชั่งให้ได้ 1 กรัม บดให้ละเอียดด้วยโกร่ง เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง กรองสารสกัดด้วยผ้าขาวบาง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบ 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เก็บส่วนใสใส่หลอดและรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

3.2 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging activity

เตรียมสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ในเมทานอลที่ความเข้มข้น 0.063 มิลลิโมลาร์ ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยดัดแปลงจากวิธีของ Singh et al. (2002) ดูดสารสกัดตัวอย่าง 60 ไมโครลิตรและสารละลาย 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ปริมาตร 1,200 ไมโครลิตร (1.2 มิลลิลิตร) ใส่หลอดทดลอง ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่อง vortex mixer ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยนำค่าที่วัดได้มาคำนวณเปอร์เซ็นต์การออกฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ดังสมการ (1)

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = [(A0 - As)/A0] \times 100 \quad (1)$$

โดย A0 = ค่าการดูดกลืนแสงที่เติมน้ำกลั่น

As = ค่าการดูดกลืนแสงที่เติมสารสกัดตัวอย่าง

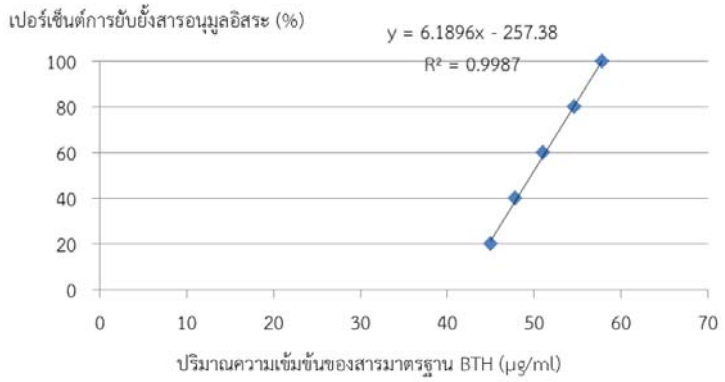
และนำค่าที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน Butylated hydroxyl toluene (BHT)

4. ผลการศึกษาและอภิปรายผลการศึกษา

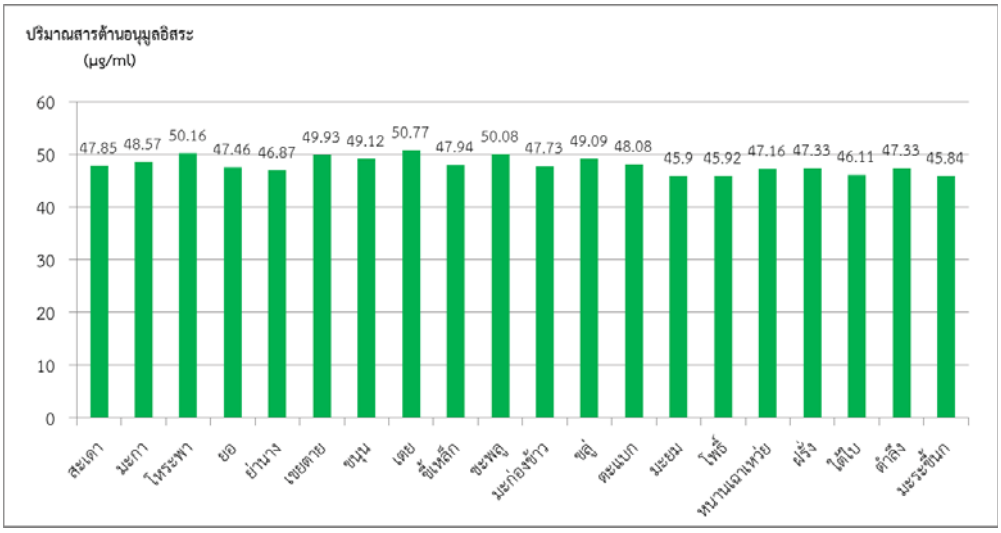
การทดสอบหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดตัวอย่างจากพืช โดยใช้วิธี DPPH radical scavenging activity เป็นการทดสอบด้วยวิธีทางเคมี โดยใช้สารที่มีคุณสมบัติเป็นอนุมูลอิสระในที่นี้ก็คือ อนุมูลอิสระดีพีพีเอช (DPPH$^{\bullet}$, diphenyl-picryhydrazyl radical) ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ที่อยู่ในรูปอนุมูลอิสระที่คงตัวและมีสีม่วงสามารถดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร เมื่อ DPPH$^{\bullet}$ ทำปฏิกิริยากับสารต้านอนุมูลอิสระที่ละลายด้วยเมทานอล (สารที่ให้อิเล็กตรอน) จะทำให้สีม่วงจางลง จนเป็นสีเหลือง (บุหรัน พันธุ์สวรรค์, 2556) การคำนวณหาค่า IC_{50} จากกราฟเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละความสามารถต้านอนุมูลอิสระ (% inhibition) กับสารตัวอย่างในแต่ละความเข้มข้น (กราฟที่ 1) ซึ่งในการทดลองนี้พบว่าในตัวอย่างพืชชนิดสด ใบเตยจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด 50.77±0.59 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือใบโหระพาและใบชะพลู โดยมีค่าเท่ากับ 50.16±0.53 และ 50.08±0.18 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (กราฟที่ 2 และตารางที่ 1) โดยในชะพลูมีรายงานของนัชฎาภรณ์ สอรักษา และอำพา เหลืองภิรมย์ (2557) ซึ่งได้ศึกษาผลของสารสกัดจากใบชะพลูต่อฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดในหนูเมาส์เบาหวานเพศผู้ สายพันธุ์ ICR อายุ 6-7 สัปดาห์ พบว่าสารสกัดจากใบชะพลูขนาด 60 และ 100 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักตัว สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดของหนูเบาหวานได้ โดยมีประสิทธิภาพลดกลูโคสร้อยละ 8.11 และ 171.46 เมื่อเทียบกับยา glibenclamide และมีระดับอินซูลินในเลือดเพิ่มร้อยละ 8.25 และ 50.53

โดยสารสกัดจากใบชะพลูมีผลในการเพิ่มการหลั่งฮอร์โมนอินซูลิน และฟื้นฟูเซลล์ไอส์เลตของหนูได้ โดยชะพลูจะมีสารกลุ่ม flavonoids สูง ได้แก่ myricetin, quercetin และ apigenin ซึ่งสามารถป้องกันโรคความดันโลหิตสูง และมีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ (Ugusman et al., 2012) อย่างไรก็ตามจากการค้นคว้าพบว่าทั้งใบเตยและโหระพายังไม่พบรายงานถึงการทดสอบฤทธิ์ในการลดระดับน้ำตาลในเลือด

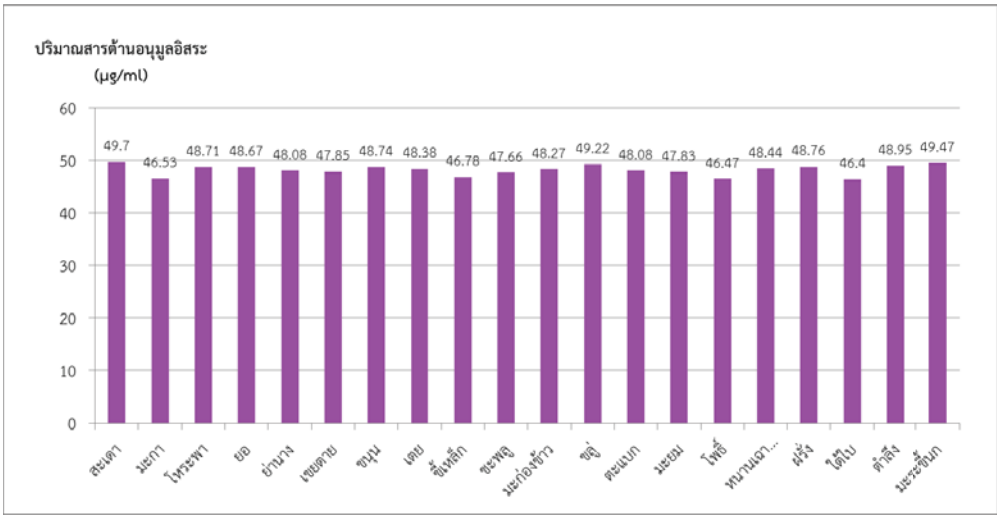
สำหรับในตัวอย่างพืชชนิดแห้ง พบว่าใบสะเดามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด คือ 49.70±0.15 มิลลิกรัมบีเอชทีต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือใบมะระขี้นกและใบขลู่ โดยมีค่าเท่ากับ 49.47±0.68 และ 49.22±0.59 มิลลิกรัมบีเอชทีต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (กราฟที่ 3 และตารางที่ 1) ในมะระขี้นกมีงานวิจัยจำนวนมากที่ได้ศึกษาถึงกลไกการออกฤทธิ์การลดระดับน้ำตาลในเลือด โดยมีการศึกษาทั้งในสัตว์ทดลองและในมนุษย์ และมีการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดจากมะระขี้นกด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ น้ำ ethanol benzene chloroform acetone หรือการใช้น้ำคั้นจากผลสดและผลแห้ง เป็นต้น พบว่ากลไกการออกฤทธิ์ที่คาดว่าเกี่ยวข้องกับการลดระดับน้ำตาลเลือด ได้แก่ กระตุ้นการหลั่งอินซูลิน เพิ่มการใช้กลูโคสโดยเซลล์กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อต่าง ๆ ลดการดูดซึมน้ำตาลกลูโคสเข้าสู่เซลล์ที่บริเวณลำไส้เล็ก ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ hexokinase ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ใช้ในกระบวนการ gluconeogenesis และปกป้อง pancreatic islet cells สารพฤกษเคมีหลักที่คาดว่าเป็นสารที่ออกฤทธิ์ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดของมะระขี้นก คือ momocharin momordicin และ charantin (วิระพล ภิมาลย์ และปวิตรา พูลบุตร, 2559) สำหรับใบขลู่จากการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระพบว่ามีค่าสูงถึง 49.22±0.59 ไมโครกรัมบีเอชทีต่อมิลลิลิตร ซึ่งตามรายงานของ Andarwulan et al. (2012) พบว่าสารสกัดจากใบขลู่มีฤทธิ์ที่ดีในการต้านอนุมูลอิสระและสามารถยับยั้งการเกิดออกซิเดชั่นของลิปิดได้ดีมาก



กราฟที่ 1 ปริมาณสารมาตรฐานเปรียบเทียบปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ



กราฟที่ 2 ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระจากตัวอย่างพืชชนิดสดทั้ง 20 ชนิด



กราฟที่ 3 ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระจากตัวอย่างพืชชนิดแห้งทั้ง 20 ชนิด

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของตัวอย่างพืชชนิดสดและพืชชนิดแห้ง จำนวน 20 ชนิด

ชนิดพืช	สารต้านอนุมูลอิสระ (µg/ml)	
	พืชชนิดสด	พืชชนิดแห้ง
สะเดา	47.85±0.58$^{cde\ 1/}$	49.70±0.15^{a}
มะกา	48.57±0.70^{bcd}	46.53±0.38^{de}
โหระพา	50.16±0.53^{ab}	48.71±0.29^{ab}
ยอ	47.46±0.08^{cdef}	48.67±0.28^{ab}
ย่านาง	46.87±0.08^{def}	48.08±0.47^{ab}
เขยตาย	49.93±0.94^{ab}	47.85±0.71^{abcde}
ขนุน	49.12±0.31^{abc}	48.74±0.30^{ab}
เตย	50.77±0.59^{a}	48.38±0.61^{abc}
ขี้เหล็ก	47.94±0.72^{cde}	46.78±0.60^{cde}
ชะพลู	50.08±0.18^{ab}	47.66±0.51^{bcde}
มะก่องข้าว	47.73±0.97^{cdef}	48.27±0.67^{abcd}
ขลู่	49.09±0.06^{abc}	49.22±0.59^{ab}
ตะแบก	48.08±0.24^{cd}	48.08±0.64^{abcde}
มะยม	45.90±0.48^{f}	47.83±0.03^{abcde}
โพธิ์	45.92±0.29^{f}	46.47±0.19^{de}
หนานเฉาเหว่ย	47.16±0.15^{def}	48.44±0.51^{abc}
ฝรั่ง	47.33±0.30^{cdef}	48.76±0.85^{ab}
ใต้ใบ	46.11±1.31^{ef}	46.40±1.05^{e}
ตำลึง	47.33±0.50^{cdef}	48.95±0.68^{ab}
มะระขี้นก	45.84±0.21^{f}	49.47±0.68^{ab}

$^{1/}$ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติโดย DMRT 0.05

5. บทสรุป

จากการศึกษาการหาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างสารสกัดจากพืชสมุนไพรพื้นบ้านจำนวน 20 ชนิด ทั้งแบบพืชชนิดสดและชนิดแห้ง โดยใช้วิธี DPPH radical scavenging activity พบว่า ในตัวอย่างพืชชนิดสด ใบเตยมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด คือ 50.77±0.59 ไมโครกรัมบีเอชทีต่อมิลลิลิตร ในตัวอย่างพืชชนิดแห้ง ใบสะเดามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด คือ 49.70±0.15 มิลลิกรัมบีเอชทีต่อมิลลิลิตร

6. เอกสารอ้างอิง

นัชฎาภรณ์ สอรักษา และอำพา เหลืองภิรมย์. (2557). ผลของสารสกัดจากใบชะพลูต่อฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือด ระดับฮอร์โมนอินซูลิน และจุลกายวิภาคของไอส์ เลตในตับอ่อนของหนูเบาหวาน. **การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15 มหาวิทยาลัยขอนแก่น**, 15, 752-760.

บุหรัน พันธุ์สวรรค์. (2556). อนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระ และการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,** 21 (3), 275-286.

มัทนา เครื่องเงิน และแดนชัย เครื่องเงิน. (2557). การใช้สมุนไพรรักษาโรคเบาหวาน. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**, 1 (1), 1-9.

วิระพล ภิมาลย์ และปวิตรา พูลบุตร. (2559). **ผลของมะระขี้นกในรักษาโรคเบาหวาน: กลไกการออกฤทธิ์และประสิทธิภาพทางคลินิก.** ศูนย์การศึกษาต่อเนื่องทางเภสัชศาสตร์ สภาเภสัชกรรม. ค้นเมื่อ 1 พฤษภาคม 2564 จาก https://ccpe.pharmacycouncil.org/index.php?option=article_detail&subpage=article_detail&id=143

สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย. (2562). **ไทยป่วยเบาหวานพุ่งสูงต่อเนื่อง แตะ 4.8 ล้านคน คาดถึง 5.3 ล้านคนในปี 2583**. ค้นเมื่อ 1 พฤษภาคม 2564 จาก https://www.hfocus.org/print/18031.

Andarwulan, N., Kurniasih, D., Apriady, R. A., Rahmat, H., Roto, A.V. and Bolling, B.W. (2012). Polyphenols, carotenoids and ascorbic acid in underutilized medicinal vegetables. **J. Funct. Foods.**, 4, 339-347.

Singh, R. P., Chaidamdara, M. and Jayaprakasha, G. K. (2002). Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models. **J. Agric. Food Chem.,** 50, 81-86.

Ugusman, A., Zakaria, Z., Hui, C. K., Nordin, N.M. and Mahdy, Z.A. (2012). Flavonoids of Piper sarmentosum and its cytoprotective effects against oxidative stress. **J. EXCLI**., 11, 705-714.