

การวิเคราะห์พฤกษเคมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์
แอลฟา-กลูโคซิเดสของบัวหลวง
Phytochemical screening, Antioxidant and Anti- α -glucosidase of
Nelumbo nucifera Gaertn

ณพัชร บัวฉวน¹
Napattaorn Buachoon¹

¹คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Thailand
Corresponding author. Tel: 0 2909 3042, Email: napattaorn@vru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาพฤกษเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสของสารสกัดหยาบบัวหลวง 3 สายพันธุ์ คือ บัวหลวงปทุม บัวหลวงสัตตบงกช และบัวหลวงสัตตบุษย์ จากการศึกษาพฤกษเคมีของสารสกัดหยาบเอทานอลบัวหลวงเอทานอล 3 สายพันธุ์ พบ ฟลาโวนอยด์ คูมาริน ชาโปนิน แทนนิน และเทอร์ปีนอยด์ นำสารสกัดมาหาปริมาณฟีนอลิกรวม (50.56 ± 0.94 ถึง 94.67 ± 2.10 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัด) ปริมาณแทนนินรวม (17.38 ถึง 28.53 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแทนนิกต่อน้ำหนักสารสกัด) ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม (24.91 ± 0.84 ถึง 37.32 ± 1.24 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซีตินต่อน้ำหนักสารสกัด) ในการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging พบว่าสารสกัดเกสรบัวหลวงปทุมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดโดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 22.98 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และสารสกัดกลีบดอกบัวหลวงปทุม มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดโดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 25.06 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส ที่เกี่ยวข้องกับเบาหวานของบัวหลวงทั้งสามชนิดพบว่าสารสกัดจากเกสรและกลีบดอกของบัวหลวงปทุมมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (91.49 ± 0.25 และ 70.24 ± 0.02 %) ที่ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

คำสำคัญ : พฤกษเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ แอลฟา-กลูโคซิเดส บัวหลวง

ABSTRACT

The present study was performed to evaluate the phytochemical screening, antioxidant activity and anti- α -glucosidase of crude ethanol extracted from several parts of three sacred lotus spices including white *Nelumbo nucifera* Gaertn. var. *pekinense*, *Nelumbo nucifera* Gaertn. cv. *roseum plenum* and *Nelumbo nucifera* Gaertn. cv. *album plenum*. Phytochemical screening

of the ethanoic extracted from these plant revealed that flavonoids, coumarin, saponins, tannins and terpenoids were found. The extracts were used to determine the total phenolic content (50.56 ± 0.94 to 94.67 ± 2.10 mg GAE/g extract), total tannin content (17.38 to 28.53 mg TAE/g extract) and total flavonoids content (24.91 ± 0.84 to 37.32 ± 1.24 mg QE/g extract). The highest antioxidant activity using DPPH free radical scavenging method at EC_{50} 22.98 mg/mL and 25.06 mg/mL concentration was demonstrated by *Nelumbo nucifera* Gaertn. var. *pekinense* pollens extracts and petals extracts of *Nelumbo nucifera* Gaertn. var. *pekinense* respectively. In addition, the extracts of three sacred lotus spices were evaluated for anti- α -glucosidase. From these results of 2 mg/mL concentration, it was found that the extracts of the pollen and petals from *Nelumbo nucifera* Gaertn. var. *pekinense* showed the highest anti- α -glucosidase ($91.49 \pm 0.25\%$ and $70.24 \pm 0.02\%$).

Keyword: Phytochemical Screening, Antioxidant Activity, Anti- α -glucosidase, *Nelumbo nucifera* Gaertn

1. บทนำ

สารต้านอนุมูลอิสระถือว่ามีความสำคัญต่อการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน ป้องกันการทำลายเซลล์และเนื้อเยื่อจากอนุมูลอิสระ สารต้านอนุมูลอิสระมีมากมายหลายชนิดซึ่งสามารถทำหน้าที่แตกต่างกันไป ซึ่งมีทั้งที่เป็นเอนไซม์และไม่เป็นเอนไซม์ โดยสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้มีกลไกการทำงานต้านอนุมูลอิสระด้วยกันหลายแบบ เช่น มีหน้าที่ในการจับอนุมูลอิสระ(Radical scavenging) สามารถที่จะยับยั้งการทำงานออกซิเจนที่เกิดการขาดอิเล็กตรอน (Singlet oxygen quenching) และสามารถที่จะจับกับโลหะที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ (Metal chelation) สามารถที่จะหยุดการเกิดปฏิกิริยาสารสร้างอนุมูลอิสระ (Chain-breaking) สามารถที่จะเสริมฤทธิ์ (Synergism) และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (Enzyme inhibition) ที่เร่งปฏิกิริยาอนุมูลอิสระ [1] แหล่งที่มาของสารต้านอนุมูลอิสระมี 2 แหล่ง ได้แก่ สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (Synthetic antioxidants) และ

สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ (Natural antioxidants)

บัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn) มีชื่อสามัญว่า Lotus มีหลายสายพันธุ์คือ บัวหลวงพทุม บัวหลวงพันธุ์กริก บัวหลวงสัตตบงกช และบัวหลวงสัตตบุษย์ บัวหลวงถือว่าเป็นราชินีแห่งพื้นน้ำมีการนำมาประกอบอาหารและสรรพคุณทางยาสมุนไพรของบัวหลวง สรรพคุณทางเภสัชวิทยา มีการใช้ประโยชน์ในแทบทุกส่วนของบัวหลวง เช่น เมล็ดบัวบำรุงรักษาประสาทและไต ดีบัวสียะเขวเข้ม มีฤทธิ์ในการขยายหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจ เกสรตัวผู้ใช้เป็นส่วนผสมของยาหลายชนิด เช่น ยาลม หรือยานัตถุ์ สารแอลคาลอยด์ที่พบในบัว มีฤทธิ์ลดอาการปวด และแก้กล้ามเนื้อเกร็งตัวจากเหง้าในขนาด 200 และ 400 mg/kg ลดการอักเสบในหนู ทั้งการทดสอบในหลอดทดลองและสัตว์ทดลอง นอกจากนี้ยังพบว่า สารสกัดของบัวในส่วนที่เป็น เกสร และกลีบบัว จะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

สูง [2] สุรตน์วดี วงศ์คลัง [3] ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากส่วนต่าง ๆ ของบัวหลวง 10 ตัวอย่าง คือ กลีบดอก เกสร เมล็ด ตีบัว รังไข่ ใบอ่อน ใบแก่ ก้านดอก ไหล ราก นำมาทำสารสกัดและวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่า กลีบบัวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด โดยมีค่า EC_{50} ต่ำสุดคือ 16.32 $\mu\text{g/mL}$ รองลงมาคือก้านดอกเท่ากับ 17.98 $\mu\text{g/mL}$ รองลงมา คือ รังไข่เท่ากับ 38.23 $\mu\text{g/mL}$ การทดลองสรุปได้ว่า กลีบบัวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด รองลงมาคือก้านดอกและรังไข่ และมีรายงานว่า สารสกัดใบบัวมีฤทธิ์ยับยั้งเอ็นไซม์ไลเปส แอลฟา-กลูโคซิเดส แอลฟา-อะไมเลส และภาวะไขมันในเลือดสูง [4]

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤษเคมีของส่วนสกัดหยาบชั้นเอทานอลจากส่วนต่าง ๆ ของบัวหลวง 3 สายพันธุ์ คือ บัวหลวงพทุม บัวหลวงสัตตบงกช และบัวหลวงสัตตบุษย์ ได้แก่ เกสร และกลีบดอกและทำการศึกษาปริมาณฟีนอลิกรวม ปริมาณแทนนินรวม ปริมาณฟลาโวนอยด์รวม ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสของส่วนสกัดหยาบชั้นเอทานอลจากส่วนต่าง ๆ ของบัวหลวง 3 สายพันธุ์ ทั้งนี้เพื่อเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับสมุนไพรไทยและเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาขั้นสูงต่อไป

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การเตรียมตัวอย่างบัวหลวง

ทำการคัดเลือกบัวหลวงจำนวน 3 สายพันธุ์ ดังนี้ บัวสัตตบุษย์ (*Nelumbo ucifera* Gaertn. cv. *album plenum*) บัวสัตตบงกช (*Nelumbo nucifera* Gaertn. cv. *roseum*) บัวหลวงพทุม

(*Nelumbo nucifera* Gaertn. var. *Pekinese plenum*) และ ทำการแยกส่วนต่าง ๆ ของบัวแต่ละสายพันธุ์ ได้แก่ กลีบดอก และเกสร

2.2 การเตรียมสารสกัดหยาบจากบัวหลวง 3 สายพันธุ์ โดยวิธีการแช่เยือก

นำกลีบดอก และเกสรของบัวแต่ละสายพันธุ์มาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปตากแดดจนแห้ง บดให้เป็นผงละเอียด จำนวน 1,000 กรัม แช่ในทำละลายเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1,500 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ ปิดภาชนะทิ้งไว้ 6-7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบกำหนด แล้วกรอง นำสารที่สกัดได้มาระเหยตัวทำละลายออก โดยใช้เครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (Rotary evaporator) แล้วนำมาทำให้แห้งอีกครั้งด้วยเครื่องระเหยแห้งแบบเยือกแข็ง (Lyophilization) เก็บตัวอย่างไว้ตรวจสอบ

2.3 การตรวจสอบพฤษเคมี (Phytochemical analysis)

การตรวจสอบสารพฤษเคมีของสารสกัดหยาบบัวหลวง โดยทำการทดสอบสาร ทั้งหมด 10 กลุ่ม ได้แก่ แอลคาลอยด์ แทนนิน ฟลาโวนอยด์ แอนทราควิโนน คูมาริน ซาโปนิน โพลีฟีนอล เทอร์ปีนอยด์ สเตียรอยด์ และ คาร์ดิแอกไกลโคไซด์ โดยอาศัยปฏิกิริยาการเกิดสีหรือตะกอน โดยเป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Ayoola et al. [5] โดยแต่ละขั้นตอนการทดสอบ มีการทดสอบ 3 ขั้นตอน

1. การตรวจสอบแอลคาลอยด์ (Alkaloids assay)

ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม เติมน้ำละลายกรดซัลฟิวริก (10% H_2SO_4) ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่า นำไปอุ่นบนเครื่องอ่างน้ำ 5 นาที กรองส่วนที่ไม่ละลายออก แล้วปล่อยให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง นำของเหลวที่ได้จากการกรอง

(Filtrate) ไปหยดสารละลายตราเจนดอร์ฟ (Dragendorff's reagent) จำนวน 5 หยด เขย่า ถ้าปรากฏตะกอนสีส้มแดง แสดงว่าพบแอลคาลอยด์

2. การตรวจสอบฟลาโวนอยด์ (Flavonoids assay)

ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายด้วย 50 เปอร์เซ็นต์ เอทานอล ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง ใส่หลอดแมกนีเซียมชิ้นเล็ก ๆ ลงไป 1 ชิ้น และหยดกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นจำนวน 5 หยด เขย่านำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้ม แสดงว่าพบฟลาโวนอยด์

3. การตรวจสอบแอนทราควิโนน (Anthraquinones assay)

ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม เติมสารละลายกรดซัลฟิวริก (10% H_2SO_4) ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่า นำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที กรองส่วนที่ไม่ละลายออก แล้วปล่อยให้สารละลายเย็นลงที่อุณหภูมิห้องนำของเหลวที่ได้จากการกรอง เติมสารละลายแอมโมเนีย (10% NH_3) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่าถ้าปรากฏสารละลายเป็นสีชมพูแดงเกิดขึ้น แสดงว่าพบแอนทราควิโนน

4. การตรวจสอบคูมาริน (Coumarin assay)

ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายด้วย 50 เปอร์เซ็นต์ เอทานอล ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรองเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (6 M NaOH) ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร ทำการเขย่า ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเข้ม แสดงว่าพบคูมาริน

5. การตรวจสอบซาโปนิน (Saponins assay)

ใช้การทดสอบแบบการเกิดฟอง โดยชั่งสารสกัด 0.2 กรัม เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 5.0 มิลลิลิตร นำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที เขย่าอย่างแรง ถ้าปรากฏฟองถาวรเกิดขึ้นในหลอดทดลอง แสดงว่าพบซาโปนิน

6. การตรวจสอบแทนนิน (Tannins assay)

ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร นำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง เติมสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ (1% $FeCl_3$) จำนวน 5 หยด เขย่า ถ้าปรากฏสารละลายเป็นสีเขียวดำ หรือน้ำเงินดำ แสดงว่าพบแทนนิน

7. การตรวจสอบโพลิบาแทนนิน (Phlobatannins assay)

ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม เติมน้ำกลั่น ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร นำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (10% HCl) จำนวน 5 หยด เขย่าแล้วนำไปอุ่นบนเครื่องอังน้ำ 5 นาที ถ้าปรากฏสารละลายเป็นสีเขียวดำหรือน้ำเงินดำ แสดงว่าพบโพลิบาแทนนิน

8. การตรวจสอบเทอร์ปีนอยด์ (Terpenoids assay)

ชั่งสารสกัดจำนวน 0.2 กรัม ละลายด้วยคลอโรฟอร์ม ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง ค่อย ๆ เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ลงไปถ้าปรากฏวงแหวน

สีน้ำตาลตรงรอยต่อระหว่างชั้นของสารสกัดกับกรดซัลฟิวริก แสดงว่าพบเทอร์ปีนอยด์

9. การตรวจสอบสเตียรอยด์ (Steroids assay)

ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายด้วยคลอโรฟอร์ม ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง เติมกรดแกลเซียลแอซีติก (Glacial acetic acid) ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่า แล้วเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น จำนวน 3 หยด ถ้าปรากฏสารละลายเป็นสีน้ำเงินหรือน้ำเงินเขียว แสดงว่าพบ สเตียรอยด์

10. การตรวจสอบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์ (Cardiac glycosides assay)

ชั่งสารสกัด 0.2 กรัม ละลายด้วยคลอโรฟอร์ม ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่า กรองส่วนที่ไม่ละลายออก นำของเหลวที่ได้จากการกรอง เติมสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ (1% FeCl_3) จำนวน 5 หยด เขย่าเติมกรดแกลเซียลแอซีติก จำนวน 5 หยด เขย่า และ ค่อย ๆ เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ลงไป ถ้าปรากฏวงแหวนสีน้ำตาลตรงรอยต่อระหว่างชั้นของสารสกัดกับกรดซัลฟิวริก แสดงว่าพบคาร์ดิแอกไกลโคไซด์

2.4 การหาปริมาณฟีนอลิกรวม (Total phenolic content)

การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมด้วยวิธี Folin-ciocalteu colorimetric เป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Majhenič et al. [6] ใช้กรดแกลลิก (Gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน โดยผสมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ หรือสารตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร กับสารละลาย Folin-ciocalteu reagent ที่ความเข้มข้น 10% (v/v) ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร

ทำการเขย่าให้เข้ากัน และบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที จากนั้น เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 2.5% (w/v) ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำและทำการหาปริมาณฟีนอลิกรวมของสารตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัด (Gallic acid equivalents, mg GAE/g extract)

2.5 การหาปริมาณแทนนินรวม (Total tannin content)

การหาปริมาณสารประกอบแทนนินรวมด้วยวิธี Folin-ciocalteu colorimetric เป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Majhenič et al. [6] ใช้กรดแทนนิก (Tannic acid) เป็นสารมาตรฐาน โดยผสมสารละลายมาตรฐานกรดแทนนิกที่ความเข้มข้นต่าง ๆ หรือสารตัวอย่างที่ต้องการทดสอบ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร กับสารละลาย Folin-ciocalteu reagent ที่ความเข้มข้น 10% (v/v) ปริมาตร 0.8 มิลลิลิตร ทำการเขย่าให้เข้ากัน และบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที จากนั้น เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 2.5% (w/v) ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำและทำการหาปริมาณแทนนินรวมของสารตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานกรดแทนนิกในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของกรดแทนนิกต่อน้ำหนักสารสกัด (Tannic acid equivalents, mg TAE/g extract)

2.6 การหาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม (Total flavonoids content)

การหาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม ด้วยวิธี Aluminium trichloride ($AlCl_3$) colorimetric เป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Arvouet et al. [7] โดยใช้รูทีนเป็นสารมาตรฐาน เมื่อทำการผสมสารละลายมาตรฐานรูทีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ หรือสารตัวอย่างที่ต้องการทดสอบปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร กับสารละลายอะลูมิเนียมไตรคลอไรด์ ($AlCl_3$ reagent) ความเข้มข้น 1.0% (w/v) ปริมาตร 1.8 มิลลิลิตร ให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ และหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของสารตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานเคอร์ซีติน ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซีตินต่อ น้ำหนักสารสกัด (Quercetin equivalents, mg QE/g extract)

2.7 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH radical scavenging

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging เป็นวิธีที่ดัดแปลงจาก Braca et al. [8] โดยผสมสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่าง ๆ หรือสารตัวอย่างที่ต้องการ ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร กับสารละลาย DPPH ที่ละลายในตัวทำละลายเมทานอล ความเข้มข้น 0.05 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 1.8 มิลลิลิตร ให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องในที่มืด เป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ และคำนวณหาค่าร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระ (% DPPH radical inhibition)

2.8 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของแอลฟา-กลูโคซิเดส (Anti- α -glucosidase)

การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส ด้วยวิธี p-nitrophenol colorimetric โดยดัดแปลงจาก Matsui et al. [10] โดยใช้สารมาตรฐาน คือ อคาร์โบส (Acarbose) โดยผสมสารละลายมาตรฐาน หรือสารตัวอย่างที่ความเข้มข้นเริ่มต้น 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 20 ไมโครลิตร กับสารละลายบัฟเฟอร์โซเดียมฟอสเฟต (pH 6.8) ที่ความเข้มข้น 50 มิลลิโมลาร์ ที่ปริมาตร 100 ไมโครลิตร และสารละลายเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส ความเข้มข้น 10 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ในสารละลายบัฟเฟอร์โซเดียมฟอสเฟต (pH 6.8) ที่ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ในหลอดทดลองและทำการบ่มที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที และเติมสารละลาย p-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside (PNP-G) ความเข้มข้น 2.0 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 20 ไมโครลิตร ลงในแต่ละหลุม เขย่าให้เข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิห้องต่อเป็นเวลา 5 นาที สุดท้ายเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 1.0 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 40 ไมโครลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 405นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ คำนวณหาค่าร้อยละของการยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (% α -glucosidase inhibition)

3. ผลการวิจัย

จากผลการทดลองในการสกัดบัวหลวง 3 สายพันธุ์ พบว่าสารสกัดจะมีลักษณะเป็นของเหลวขุ่นหนืด สีน้ำตาลเข้ม น้ำหนักสารสกัดและร้อยละของผลผลิตของสารสกัดบัวหลวง แสดงดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 น้ำหนักสารสกัดและร้อยละของผลผลิตของสารสกัดเกสรบัวหลวง

ตัวอย่าง	เกสร	
	น้ำหนักสารสกัด	ร้อยละผลผลิต
	(กรัม)	(% Yield)
บัวสัตตบพูน	120.21	12.02
บัว	98.45	9.84
สัตตบงกช		
บัวหลวง	88.04	9.80
ปทุม		

ตารางที่ 2 น้ำหนักสารสกัดและร้อยละของผลผลิตของสารสกัดกลีบดอกบัวหลวง

ตัวอย่าง	กลีบดอก	
	น้ำหนักสารสกัด	ร้อยละผลผลิต
	(กรัม)	(% Yield)
บัวสัตตบพูน	268.02	26.80
บัวสัตตบงกช	301.34	30.13
บัวหลวงปทุม	346.51	34.65

จากตารางที่ 1 และ 2 พบว่า ร้อยละของสารสกัดกลีบดอกจะมากกว่าร้อยละของสารสกัดจากเกสร ร้อยละของสารสกัดเกสรของบัวสัตตบพูนจะมีมากกว่าร้อยละของสารสกัดจากเกสรบัวหลวงชนิดๆ อื่น และร้อยละของสารสกัดจากกลีบดอกของบัวหลวงปทุมจะมากกว่าร้อยละของสารสกัดกลีบดอกบัวหลวงชนิดอื่น ๆ

3.1 การตรวจสอบสารฟลักซ์เคมี

จากการตรวจสอบสารฟลักซ์เคมีของสารสกัดจากบัวหลวงโดยทำการทดสอบ ได้แก่

แอลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ แอนทราควิโนน คูมาริน ซาโปนิน แทนนิน โพลีฟีนอล เทอร์ปีนอยด์ สเตียรอยด์ และคาร์ดิโกลโคไซด์ และดูปฏิกิริยาการเกิดสีหรือการเกิดตะกอน ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 พฏิกิริยาเคมีของสารสกัดบัวหลวง

สารฟลักซ์เคมี	บัวปทุม		บัวสัตตบพูน		บัวสัตตบงกช	
	เกสร	กลีบ	เกสร	กลีบ	เกสร	กลีบ
แอลคาลอยด์	×	×	×	×	×	×
ฟลาโวนอยด์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
แอนทราควิโนน	×	×	×	×	×	×
คูมาริน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ซาโปนิน	✓	✓	✓	✓	✓	×
แทนนิน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
โพลีฟีนอล	×	✓	×	✓	×	×
เทอร์ปีนอยด์	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สเตียรอยด์	✓	✓	✓	✓	✓	×
คาร์ดิโกลโคไซด์	×	×	×	×	×	×

หมายเหตุ × หมายถึงตรวจไม่พบ ✓ หมายถึง ตรวจพบ

จากตารางที่ 3 พบว่า การตรวจสอบสารฟลักซ์เคมีของสารสกัดบัวหลวง พบสารฟลักซ์เคมี 5 ชนิด คือ ฟลาโวนอยด์ คูมาริน ซาโปนิน แทนนิน และเทอร์ปีนอยด์

3.2 การหาปริมาณฟีนอลิกรวม

จากการหาปริมาณฟีนอลิกรวมของสารสกัดจากบัวหลวง พบว่า สารสกัดจากเกสรดอกบัวหลวงปทุม มีปริมาณฟีนอลิกรวมสูงสุดเท่ากับ 94.67 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัด รองลงมา เกสรบัวสัตตบงกช และเกสรบัวสัตตบพูน เท่ากับ 90.21 และ 89.34 มิลลิกรัมสมมูล

ของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัด ตามลำดับ และพบว่าสารสกัดจากกลีบดอกบัวหลวงปทุมมีปริมาณฟีนอลิกรวมสูงสุดเท่ากับ 62.98 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัด รองลงมาคือกลีบดอกบัวสัตตบงกช และกลีบดอกบัวสัตตบุษย์ เท่ากับ 60.35 และ 50.56 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักสารสกัด ตามลำดับ จากผลการทดลองดังกล่าวจะพบว่าเกสรบัวปทุมจะพบปริมาณฟีนอลิกรวมสูงสุด ดังตารางที่ 4

3.3 การหาปริมาณแทนนินรวม

จากการหาปริมาณแทนนินรวม พบว่าสารสกัดหยาบเอทานอลจากกลีบดอกบัวสัตตบุษย์มีปริมาณแทนนินรวมสูงสุดเท่ากับ 28.53 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแทนนิกต่อน้ำหนักสารสกัด รองลงมา กลีบดอกบัวสัตตบงกช และกลีบดอกบัวหลวงปทุม เท่ากับ 27.02 และ 25.43 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแทนนิกต่อน้ำหนักสารสกัด ตามลำดับ และพบว่า สำหรับสารสกัดเกสรบัวหลวงปทุม มีปริมาณแทนนินรวมสูงสุดเท่ากับ 19.32 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแทนนิกต่อน้ำหนักสารสกัด รองลงมา เกสรบัวสัตตบงกช และเกสรดอกบัวสัตตบุษย์ เท่ากับ 19.00 และ 17.38 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแทนนิกต่อน้ำหนักสารสกัด ตามลำดับ จากผลการทดลองดังกล่าวจะพบว่าส่วนกลีบดอกบัวสัตตบุษย์จะพบปริมาณแทนนินรวมสูงสุด ดังตารางที่ 4

3.4 การหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวม

จากการหาปริมาณฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดบัวหลวง พบว่า สารสกัดจากกลีบดอกบัวหลวงปทุม มีปริมาณฟลาโวนอยด์รวมสูงสุดเท่ากับ 37.32 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซีตินต่อน้ำหนักสารสกัด รองลงมา กลีบดอกบัวสัตตบงกช และกลีบดอกบัว

สัตตบุษย์ เท่ากับ 35.98 และ 31.43 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซีตินต่อน้ำหนักสารสกัด ตามลำดับ และพบว่า สารสกัดจากเกสรบัวหลวงปทุม มีปริมาณฟลาโวนอยด์รวมสูงสุดเท่ากับ 26.83 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซีตินต่อน้ำหนักสารสกัด รองลงมา เกสรบัวสัตตบงกช และเกสรดอกบัวสัตตบุษย์ เท่ากับ 25.82 และ 24.91 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซีตินต่อน้ำหนักสารสกัด ตามลำดับ จากผลการทดลองดังกล่าวจะพบว่าส่วนกลีบดอกบัวปทุมจะพบปริมาณฟลาโวนอยด์รวมสูงสุด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณฟีนอลิกรวม ปริมาณแทนนินรวม ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมในสารสกัดบัวหลวง

	ฟีนอลิกรวม (mg GAE/g extract)	แทนนิน รวม (mg TAE/g extract)	ฟลาโวนอยด์รวม (mg QE/g extract)
ตัวอย่าง			
บัวสัตตบุษย์			
กลีบดอก	62.98	25.43	37.32
เกสร	94.67	19.32	26.83
บัวสัตตบงกช			
กลีบดอก	60.35	28.53	31.43
เกสร	90.21	17.38	24.91
บัวหลวงปทุม			
กลีบดอก	50.56	27.02	35.98
เกสร	89.34	19.00	25.82

3.5 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging

จากการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากบัวหลวง โดยวิธี DPPH radical scavenging พบว่า สารสกัดเกสรบัวหลวงปทุมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดโดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 22.98 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือสารสกัดเกสรบัวสัตตบงกชโดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 23.21 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และในกลีบของเกสรบัวหลวงจะพบว่า สารสกัดกลีบดอกบัวหลวงปทุม มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดโดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 25.06 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือสารสกัดหยาบกลีบดอกบัวสัตตบงกชโดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 26.98 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อเทียบกับสารละลายมาตรฐาน BHT และ BHA

ตารางที่ 5 ร้อยละการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสของสารมาตรฐานอคาร์โบส และสารสกัดบัวปทุม

ความเข้มข้นของสารสกัด (mg/mL)	ร้อยละการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (% α -glucosidase inhibition)		
	อคาร์โบส	เกสร	กลีบดอก
0.025	32.35±0.02	12.32±0.03	4.93±0.11
0.500	34.98±0.22	21.89±0.24	6.40±0.19
0.125	46.45±0.26	46.21±0.32	13.90±0.09
0.250	56.26±0.08	54.29±0.07	29.12±0.20
0.500	68.43±0.24	65.87±0.23	58.98±0.34
1.000	84.86±0.53	76.32±0.53	69.19±0.17
2.000	90.66±0.09	91.49±0.25	70.24±0.02

จากตารางที่ 5 การศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสของสารสกัดบัวปทุมโดยใช้อคาร์โบสเป็นสารมาตรฐาน พบว่าสารสกัดจากเกสรบัวปทุมมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสโดยมีค่าร้อยละการยับยั้งระหว่าง 12.32±0.03 ถึง 91.49±0.25 ตามลำดับ และกลีบดอกมีค่าร้อยละการยับยั้งระหว่าง 4.93±0.11 ถึง 70.24±0.02 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ร้อยละการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสของสารมาตรฐานอคาร์โบส และสารสกัดบัวสัตตบงกช

ความเข้มข้นของสารสกัด (mg/mL)	ร้อยละการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส (% α -glucosidase inhibition)		
	อคาร์โบส	เกสร	กลีบดอก
0.025	32.35±0.02	10.24±0.21	3.98±0.18
0.500	34.98±0.22	18.98±0.54	5.34±0.11
0.125	46.45±0.26	40.15±0.21	11.87±0.21
0.250	56.26±0.08	49.35±0.14	22.31±0.14
0.500	68.43±0.24	58.32±0.15	43.65±0.32
1.000	84.86±0.53	69.93±0.24	51.32±0.15
2.000	90.66±0.09	70.35±0.23	65.98±0.23

จากตารางที่ 6 การศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสของสารสกัดบัวสัตตบงกชโดยใช้อคาร์โบสเป็นสารมาตรฐาน พบว่าสารสกัดจากเกสรบัวสัตตบงกชมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสโดยมีค่าร้อยละการยับยั้งระหว่าง 10.24±0.21 ถึง 70.35±0.23 ตามลำดับ และกลีบดอกมีค่าร้อยละการยับยั้งระหว่าง 3.98±0.18 ถึง 65.98±0.23 ตามลำดับ

ตารางที่ 7 ร้อยละการยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ แอลฟา-กลูโคซิเดสของสารมาตรฐานอคาร์โบส และ สารสกัดบัวสัตตบงกช

ความเข้มข้นของสารสกัด (mg/mL)	ร้อยละการยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ แอลฟา-กลูโคซิเดส (% α -glucosidase inhibition)		
	อคาร์โบส	เกสร	กลีบดอก
0.025	32.35±0.02	11.56±0.11	3.31±0.12
0.500	34.98±0.22	19.43±0.21	5.43±0.11
0.125	46.45±0.26	40.43±0.34	11.21±0.15
0.250	56.26±0.08	50.23±0.19	24.54±0.23
0.500	68.43±0.24	60.23±0.31	50.31±0.21
1.000	84.86±0.53	72.87±0.32	62.22±0.22
2.000	90.66±0.09	81.46±0.81	69.56±0.10

จากตารางที่ 7 การศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสของสารสกัดบัวสัตตบงกชโดยใช้คาร์โบสเป็นสารมาตรฐานพบว่า สารสกัดจากเกสรบัวสัตตบงกชมีฤทธิ์ยับยั้งเอ็นไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสโดยมีค่าร้อยละการยับยั้งระหว่าง 11.56±0.11 ถึง 81.46±0.81 ตามลำดับ และกลีบดอกมีค่าร้อยละการยับยั้งระหว่าง 3.31±0.12 ถึง 69.56±0.10 ตามลำดับ

4. สรุปและการอภิปราย

ผลจากการตรวจสอบสารพิษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดจากบัวหลวง ทั้ง 3 สายพันธุ์ พบสารพิษเคมี 5 ชนิด คือ ฟลาโวนอยด์ คูมาริน ซาโปนิน แทนนิน และเทอร์ปีนอยด์ และสอดคล้องกับการรายงานของ Rai, et al. [9] ที่ได้ทำการตรวจสอบสารพิษเคมีในเมล็ดบัวพบ ซาโปนิน และฟีนอลิก และจากการหาปริมาณฟีนอลิกรวมและฟลาโวนอยด์รวมในสารสกัดบัวหลวงทั้งเกสรและกลีบดอก พบว่า มีปริมาณฟีนอลิกรวม ปริมาณ

แทนนินรวมและปริมาณฟลาโวนอยด์รวมค่อนข้างสูง ซึ่งสารในกลุ่มดังกล่าวนี้ ได้มีรายงานว่า เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ [10-12] หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงได้นำสารสกัดจากส่วนเกสรและกลีบดอกของบัวหลวงทั้ง 3 สายพันธุ์ มาทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging และจากการทดสอบการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยอาศัยหลักการจับอนุมูลอิสระด้วย DPPH radical scavenging สารสกัดเกสรบัวปทุม มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดโดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 22.98 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และในกลีบดอกบัวหลวงปทุมมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดโดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 25.06 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อเทียบกับสารละลายมาตรฐาน BHT และ BHA จากการศึกษาส่วนสกัดบัวหลวงพบว่าทั้งกลีบและเกสรของบัวหลวงมีปริมาณฟีนอลิกรวม และฟลาโวนอยด์รวมสูงที่สุด และยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจะเป็นสารประกอบในกลุ่มของฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่าบัวหลวงมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับการทดสอบสารพิษเคมีเบื้องต้นคือในบัวหลวงพบฟลาโวนอยด์ คูมาริน และเทอร์ปีนอยด์ ผลจากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าสอดคล้องกับการรายงานของ Rai et al. [9] ที่พบว่าสารสกัดเมล็ดบัวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง โดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 6.12 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสอดคล้องกับการวิจัยของ Lee et al. [13] ที่ได้พบสารสกัดจากดอกบัวและใบบัวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง โดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 1.79 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสอดคล้องกับการวิจัยของ Kim et al. [14] พบว่าสารสกัดเมล็ดบัวมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง โดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 1769.10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และในการศึกษาฤทธิ์ยับยั้ง

เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับโรคเบาหวานโดยทำการศึกษาการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสของสารมาตรฐาน อคาร์โบสของสารสกัดบัวหลวงพบว่าสารสกัดจากเกสรบัวปทุมและกลีบดอกมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสที่ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่าร้อยละการยับยั้งเท่ากับ 91.49 ± 0.25 และ 70.24 ± 0.02 ตามลำดับ และสารสกัดเกสรบัวปทุมมีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสได้สูงกว่าสารมาตรฐานอคาร์โบส (90.66 ± 0.09) ซึ่งจากการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Liu et al. [4] ที่พบว่าสารสกัดใบบัวสามารถยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดส โดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 2.20 ± 0.18 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และสอดคล้องกับ Nishibori et al. [15] ที่พบว่าสารสกัดข้อของเหง้าบัวมีร้อยละการยับยั้งแอลฟา-กลูโคซิเดส 40% โดยผลการยับยั้งขึ้นกับความเข้มข้นของสารสกัด

จากการศึกษาสารสกัดหยาดบัวหลวงทั้ง 3 สายพันธุ์ พบว่า กลีบดอกและเกสรบัวหลวงปทุมมีปริมาณฟีนอลิกรวม แทนนินรวม และฟลาโวนอยด์รวมสูงที่สุด และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระรวมทั้งฤทธิ์ยับยั้งที่เกี่ยวข้องกับโรคเบาหวานสูงที่สุดอีกด้วย ซึ่งผลจากการทดลองพบว่าสารประกอบกลุ่มฟีนอลิก และกลุ่มฟลาโวนอยด์อาจเป็นสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ที่ก่อให้เกิดโรคเบาหวาน

ในการวิเคราะห์หฟฤษเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอลฟา-กลูโคซิเดสจากสารสกัดบัวหลวงทำให้ทราบถึงข้อมูลเบื้องต้นที่เป็นประโยชน์ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ หรือพัฒนาเป็นอาหารเสริม และควรมีการศึกษาต่อไปถึงฤทธิ์ทางชีวภาพ

อื่น ๆ ของสารสกัดบัวหลวงเช่น ความเป็นพิษต่อเซลล์มะเร็ง และเซลล์ตับ

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Rattana S, Sungthong B. Antioxidant activities and total phenolic contents of methanolic extract from five fragrant flowers. Proceeding of 12th Mahasarakham University Conference; 2016 Aug 4-5; Mahasarakham University, Thailand. 2016. P.359-62.
- [2] Buachoon N. Chemical Compositions and Antioxidant Activity of Crude Extract from *Phyllanthus emblica* L. RMUTSB Academic Journal science and technology. 2017; 10(2):8-17.
- [3] Wongklang S, Steinrut L, Itharat A. Antioxidant Activity of *Nelumbo nucifera* Gaerth Extract. Agricultural Sci J. 2014; 45Suppl 2: 673-6.
- [4] Liu S, Li D, Huang B, et al. Inhibition of pancreatic lipase, α -glucosidase, α -amylase, and hypolipidemic effects of the total flavonoids from *Nelumbo nucifera* leaves. J Ethnopharmacol. 2013;149:263-9.
- [5] Ayoola GA, Coker H, Adesegun SA, et al. Phytochemical screening and

- antioxidant activities of some selected medicinal plants used for malaria therapy in southwestern Nigeria. Trop J Pharmaceut Res. 2008;7(3):1019–24.
- [6] Majhenič L, Škerget M, Knez Ž. Antioxidant and antimicrobial activity of guarana seed extracts. Food Chem. 2007; 104(3):1258–68.
- [7] Arvouet GA, Vennat B, Pourrat A, et al. Identification des Principaux Constituants. Journal de Pharmacie de Belgique. 1994; 9(6):462-8.
- [8] Braca A, Sortino C, Politi M, et al. Antioxidant activity of flavonoids from *Liccania licaniaeflora*. J Ethnopharmacol. 2002; 79(3):379–81.
- [9] Rai S, Wahile A, Mukherjee K, et al. Antioxidant activity of *Nelumbo nucifera* (sacred lotus) seeds. J Ethnopharmacol, 2006; 104(3):322–7.
- [10] Matsui T, Yoshimoto C, Osajima K. In vitro survey of alphasglucosidase inhibitory food components. Biosci Biotechnol Biochem. 1996; 60 :2019-22.
- [11] Venkatesh B, Dorai A. Antibacterial and antioxidant potential of white and pink *Nelumbo Nucifera* Gaertn flowers. International Conference on Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics IPCBEE;2011 Feb 26; Singapore. 2015. P.213-7.
- [12] Buachoon N, Yawanart N. Development of Skin Lotion from *Albizia Myriophyllia* Benth. and *Ardisia Elliptica* Thum. Crude Extracts. VRU Research and Development Journal Science and Technology. 2018; 12(2):74-85.
- [13] Lee HK, Choi YM, Noh DO, et al. Antioxidant effect of Korean traditional lotus liquor (Yunyupju). International Journal of Food Science and Technology. 2005; 40(7):709–715.
- [14] Kim ES, Weon JB, Yun BR, et al. Cognitive enhancing and neuro- protective effect of the embryo of the *Nelumbo nucifera* seed. Evidence - Based Complementary and Alternative Medicine. Evid Based Complement Alternat Med .2014; Article ID 869831, 9.
- [15] Nishibori N, Sawaguchi M, Hiroi T, et al. Inhibitory effects of aqueous extract prepared from joint part of lotus root on α -amylase and α -glucosidase activities. Phytopharmacology. 2012;3(1);1-11.