

การสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากใบพลูด้วยคลื่นไมโครเวฟ

Microwave-assisted extraction of bioactive compounds from *Piper betle* Linn leaves

เกศสุคนธ์ มณีวรรณ^{1*} และ นิตยา คอนสาร¹

Kedsukon Maneewan^{1*} and Nittaya Khonsarn¹

บทคัดย่อ: พลุ (*Piper betle* Linn) เป็นสมุนไพรที่พบทั่วไปในประเทศไทยและมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญหลายชนิด สารสกัดพลูจึงมีศักยภาพในการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องสำอาง การใช้น้ำในการสกัดพืชสมุนไพรเป็นวิธีที่ประหยัดและปลอดภัยแต่ประสิทธิภาพของสารสกัดที่ได้ยังต่ำ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดใบพลูด้วยน้ำโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ (microwave - assisted extraction, MAE) สภาวะที่ใช้ในการสกัดคือใบพลูแห้ง 20 ก. ใบพลูสด 20 และ 30 ก. ในน้ำปราศจากไอออน 100 มล. สภาวะไมโครเวฟที่ใช้คือ กำลังไฟ 500 และ 300 วัตต์เป็นระยะเวลา 30 และ 50 วินาทีตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดคือ ใบพลูสด 20 ก. ใช้กำลังไฟ 500 วัตต์เป็นระยะเวลา 30 วินาที โดยให้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงสุดจากการวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay ($419.72 \pm 8.55 \mu\text{mol TEAC/ml}$ crude extract) FRAP assay ($265.53 \pm 10.46 \mu\text{mol FeSO}_4/\text{ml}$ crude extract) การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส ($77.65 \pm 2.84 \%$) สารสกัดที่ได้ยังพบว่าไม่มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด ($1565.53 \pm 87.70 \mu\text{mol GEA}/\text{ml}$ crude extract) โดยแตกต่างกับสภาวะอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การสกัดสมุนไพรโดยใช้เทคนิค MAE นี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ใช้ขั้นตอนและเวลาในการสกัดน้อย

คำสำคัญ: พลุ, DPPH, FRAP, Total phenolic compound, tyrosinase inhibition

ABSTRACT: *Piper betle* Linn is commonly found in Thailand and contains many important bioactive compounds. Betel herb extracts can potentially be used in food industry and cosmetics. Water extraction in herbal plants extraction is an economical and safe method, but the efficiency of the extract is still low. This study aimed to improve the efficiency of extraction of betle leaf by using water as a solvent and microwave - assisted extraction (MAE). The extraction conditions were investigated as follows : the betle leaves samples (20 g dry weight, 20 and 30 g fresh weight) extracted with 100 ml deionized water, and the MAE conditions (microwave power 500 and 300 W for 30 and 50 seconds, respectively). The study indicated that the optimum condition for extraction was using 20 g fresh betel leaves, 500 W microwave power, and 30 seconds extraction time. The optimum condition showed, the highest biological activities measured by different methods including DPPH radical scavenging assay ($419.72 \pm 8.55 \mu\text{mol TEAC/ml}$ crude extract), FRAP assay ($265.53 \pm 10.46 \mu\text{mol FeSO}_4/\text{ml}$ crude extract), and inhibition of tyrosinase activity ($77.65 \pm 2.84\%$) . The extract obtained from the optimum extraction exhibited the highest total phenolic content ($1565.53 \pm 87.70 \mu\text{mol GEA/ml}$ crude extract). Statistical analyses showed that the results from the optimum conditions were significantly higher than the other conditions ($P < 0.01$). The findings suggested that the extraction of herbs using MAE technique is an effective, fewer steps and time-saving method.

Keywords: betle , DPPH , FRAP, Total phenolic compound, tyrosinase inhibition

หน่วยวิจัยนวัตกรรมสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ (Natural Antioxidant Innovation Research Unit)

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จ.มหาสารคาม 44150

Department of Biotechnology ,Faculty of Technology, Mahasarakham University, Mahasarakham 44150

* Corresponding author: kedsukon_m@yahoo.co.th

บทนำ

พลู (*Piper betle* Linn) เป็นสมุนไพรที่พบทั่วไปในประเทศไทยอยู่ในวงศ์พริกไทย (Piperaceae) ถูกนำมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่โบราณ ในใบพลูมีน้ำมันหอมระเหย (essential oil) ที่ประกอบด้วยสารหลายชนิด เช่น ยูจีนอลและซาวิคอลซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของโลหิตและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรคหลายชนิด มีรายงานการศึกษาการสกัดใบพลูโดยใช้สารสกัดหลายชนิด เมื่อตรวจสอบสารสกัด พบว่าเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในกลุ่มสารประกอบฟีนอล (phenolic compound) โพลีฟีนอลและอัลคาลอยด์ ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส (Rowa and Hob, 2009) ในการสกัดสารสำคัญจากพืชในวงศ์ Piperaceae นี้ส่วนใหญ่นิยมใช้ เมธานอล เฮกเซน เอทิลอะซิเตท และเอทานอลในการสกัด โดย Rowa and Hob (2009) สกัดใบพลูด้วยเมธานอล พบว่าสารสกัดที่ได้มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ฆ่าลูกน้ำยุง ต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งกิจกรรมของไทโรซิเนสได้ และในปี 2014 Salleh et al. ทำการสกัดลำต้นดีป्ली (*Piper officinarum*) โดยใช้สารสกัด ได้แก่ เมธานอล เอทิลอะซิเตทและเฮกเซน พบว่า สารสกัดที่สกัดโดยใช้เมธานอลให้ค่า DPPH สูงที่สุด (80.0%) แต่อย่างไรก็ตามแม้ว่าการใช้สารสกัดดังกล่าวจะสามารถสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้ดี แต่ยังมีข้อจำกัดในการนำไปใช้คือ ต้องมีขั้นตอนการกำจัดสารที่ใช้สกัดออก ดังนั้นการเลือกใช้น้ำเป็นสารสกัดจึงเป็นวิธีที่ประหยัด สะดวก และปลอดภัยมากกว่า แต่ยังมีรายงานการศึกษาว่าสารที่สกัดด้วยน้ำมีประสิทธิภาพต่ำกว่าการใช้สารสกัดอื่น โดย Rowa and Hob (2009) พบว่าสารสกัดใบพลูที่สกัดด้วยน้ำมีฤทธิ์อ่อนกว่าสารสกัดที่ใช้เมธานอลสกัด ดังนั้นในการสกัดสมุนไพรด้วยน้ำให้ได้สารสกัดที่มีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องมีเทคนิคที่ช่วยในการสกัด เทคนิคหนึ่งที่ได้รับการสนใจคือ microwave - assisted extraction (MAE) ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีการใช้คลื่นไมโครเวฟช่วยในการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจาก

พืช โดยมีรายงานผลการศึกษาพบว่า เทคนิค MAE นี้สามารถสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการสกัดแบบดั้งเดิม อีกทั้งยังมีข้อดีคือ มีขั้นตอนการสกัดง่าย ค่าใช้จ่ายในการสกัดต่ำ ใช้สารสกัดและระยะเวลาในการสกัดน้อย (Tatke and Jaiswal, 2011; Koonchanok et al., 2012; Liu et al., 2016)

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมของการสกัดใบพลูด้วยน้ำโดยใช้เทคนิค MAE เพื่อให้ได้สารสกัดใบพลูที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงและมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์สมุนไพรจากธรรมชาติที่มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพต่อไป

วิธีการศึกษา

ดำเนินการ ณ ห้องปฏิบัติการภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2559 ถึงเดือน พฤษภาคม 2560 โดยมีขั้นตอนในการทำวิจัยดังนี้

การเตรียมพืชสมุนไพร

เตรียมใบพลูสำหรับใช้ในการศึกษาดังนี้ ล้างทำความสะอาดใบพลูสดแล้วเช็ดให้แห้ง นำไปหั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ แบ่งใบพลูสดเพื่อนำไปสกัด และเตรียมใบพลูแห้งโดยอบแห้งในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำมาบดให้เป็นผงโดยใช้ชุดเครื่องบดละเอียดขนาดตะแกรงกรอง 0.5 มม. เก็บในถุงซิปล็อคที่อุณหภูมิห้อง

การสกัดใบพลูด้วยเทคนิค MAE

สกัดตัวอย่างใบพลูด้วยน้ำปราศจากไอออนหรือน้ำ DI โดยแปรผันปริมาณตัวอย่างใบพลูต่อ น้ำ DI ปริมาตร 100 มล. คือใบพลูแห้ง 20 ก. ใบพลูสด 20 และ 30 ก. โดยใบพลูแห้งถูกนำไปแช่น้ำ DI เป็นเวลา 15 นาที ขณะที่ใบพลูสดถูกบดในโถปั่นร่วมกับน้ำ DI แล้วแช่ทิ้งไว้อีก 15 นาที หลังจากนั้นนำตัวอย่างทั้ง

3 มาสกัดด้วยเทคนิค MAE โดยแปรผันกำลังไฟของไมโครเวฟเท่ากับ 50 และ 30 วัตต์ (W) เป็นระยะเวลา 30 และ 50 วินาที (s) ตามลำดับ ทำการสกัดซ้ำ 3 รอบ โดยแต่ละรอบหยุดพักเป็นเวลาเท่ากับเวลาที่ได้รับคลื่นไมโครเวฟ จากนั้นนำมากรองด้วยผ้าขาวบางและกระดาษกรอง Whatman No.1 สารสกัดหยาบ (crude extracts) ที่ได้นำไปเก็บที่ -20°C เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD)

การตรวจสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบใบพลู

วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH radical scavenging assay (Mishra et al., 2012)

นำสารสกัดหยาบ 100 ไมโครลิตรผสมกับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.5 มก./มล. ปริมาณ 100 ไมโครลิตรลงใน 96-well Microplates ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด ณ อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 515 นาโนเมตร โดยใช้เครื่อง Microplate reader (Metertech รุ่น M965⁺ และโปรแกรมน M956 Mate) คำนวณหาค่าความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระเทียบกับความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารมาตรฐาน Trolox ที่ความเข้มข้น 20, 40, 80, 160, 240, 360, 400, 480 μmol รายงานผลเป็นค่า trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC)

$$\% \text{ Inhibition} = \frac{A_0 - A_c}{A_0} \times 100$$

โดย A_0 คือ ค่า การดูดกลืนแสงเริ่มต้นของ DPPH

A_c คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH เมื่อเติมสารสกัดหรือสาร มาตรฐาน

วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี ferric ion reducing antioxidant power (FRAP) (Benzie and Szeto, 1999)

ปิเปตสารสกัดหยาบใบพลู 100 μl ใส่ลงใน Eppendorf และเติมสารละลาย FRAP (2,4,6-Tris

(2-pyridyl)-5-trizine, TPTZ reagent) 100 μl ผสมให้เข้ากัน บ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 550 nm ด้วยเครื่อง Microplate reader โดยใช้ FRAP reagent เป็น Blank คำนวณหาความเข้มข้นของสารสกัดเทียบกับสารมาตรฐาน FeSO_4

วิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic compound) (Benzie and Szeto, 1999)

ปิเปตสารสกัดหยาบใบพลู 20 μl ใส่ลงใน Eppendorf เติม Folin-Cicalteu reagent 10% 100 μl และ Sodium bicarbonate 80 μl โดยมีปริมาตรรวม 200 μl บ่มในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 750 nm ด้วยเครื่อง Microplate reader คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด เปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก รายงานผลเป็น Gallic acid equivalent (GAE)

วิเคราะห์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนส (Tyrosinase inhibition assay) (Chan et al., 2008)

ปิเปตสารสกัดหยาบใบพลูลงใน 96-well Microplates 10 μl เติม L-DOPA 20 μl และ Sodium phosphate buffer pH 6.8 150 μl แล้วเติมเอนไซม์ Tyrosinase ความเข้มข้น 1000 U/ml ใน phosphate buffer pH 6.8 20 μl บ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 490 nm ด้วยเครื่อง Microplate reader โดยมี phosphate buffer pH 6.8 เป็น Blank และใช้ Vitamin C เป็นสารมาตรฐาน คำนวณหาค่า Tyrosinase inhibition จากสมการ

$$\% \text{ inhibition} = \frac{\text{Control OD} - \text{Test OD}}{\text{Control OD}} \times 100$$

วิเคราะห์ผลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least significant difference (LSD) ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Statistix version 8.0 (NH Analytical Software, USA.)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลของการสกัดใบพลูด้วยเทคนิค MAE ต่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

การใช้เทคนิค MAE สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดสารออกฤทธิ์ของพืชสมุนไพร โดยพลังงานไมโครเวฟถูกส่งตรงไปยังสมุนไพรด้วยอันตรกิริยาระดับโมเลกุล (molecular interaction) ของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านการเปลี่ยนแปลงพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าไปเป็นพลังงานความร้อน เมื่อใช้น้ำเป็นตัวสกัด น้ำสามารถดูดซึมพลังงานไมโครเวฟได้สูงแต่กระจายพลังงานได้ต่ำ เกิดปรากฏการณ์ superheating ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อมีน้ำในของแข็ง (สมุนไพร) ทำให้อุณหภูมิในพืชสมุนไพรสูงขึ้น ส่งผลให้เกิดการแตกของเซลล์โดยน้ำภายในเซลล์และปล่อยสารสำคัญออกมาออกนอกเซลล์ (ธนภัทร, 2560)

จากการศึกษาผลของการใช้เทคนิค MAE ที่สภาวะแตกต่างกันในการสกัดใบพลูด้วยน้ำ DI ต่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ พบว่า สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการสกัดคือใช้ใบพลูสด 20 ก. ให้คลื่นไมโครเวฟกำลังไฟ 500 วัตต์เป็นเวลา 30 วินาที โดยให้ค่าสูงสุดในการตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging assay ($419.72 \pm 8.55 \mu\text{mol TEAC/ml}$ crude extract) และ FRAP assay ($265.53 \pm 10.46 \mu\text{mol FeSO}_4/\text{ml}$ crude extract) (Table 1) ให้ผลปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงสุด ($1,565.53 \pm 87.70 \mu\text{mol GEA}/\text{ml}$ crude extract) โดยแตกต่างกับสภาวะอื่นอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) และให้ค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไทโรซิเนสสูงสุด ($77.65 \pm 2.84 \%$) (Table 2)

Table 1 Antioxidant activity of betle leaves extracts obtained with MAE.

Samples	MAE conditions (Microwave power / Time)	DPPH scarvenging ($\mu\text{mol TEAC} / \text{ml}$ crude extract)	FRAP assay ($\mu\text{mol FeSO}_4 / \text{ml}$ crude extract)
20 g DW	350 W , 50 s	378.61 ± 17.02^A	244.35 ± 9.72^{AB}
	500 W , 30 s	268.05 ± 25.95^B	203.76 ± 21.77^C
20 g FW	350 W , 50 s	300.83 ± 25.87^B	207.69 ± 24.50^{BC}
	500 W , 30 s	419.72 ± 8.55^A	265.53 ± 10.46^A
30 g FW	350 W , 50 s	417.50 ± 6.67^A	183.57 ± 3.55^C
	500 W , 30 s	414.72 ± 8.22^A	120.63 ± 11.68^D
F-test		**	**
LSD 0.01		43.14	38.46
% CV		4.75	7.55

Values are means of three replicates. Different letters show significantly difference at $p < 0.01$.

สภาวะที่เหมาะสมในการสกัดใบพลูนี้คล้ายกับการสกัดพืชสมุนไพรหลายชนิด ดังการศึกษาของ Liu et al. (2016) ที่ใช้เทคนิค MAE สกัดสมุนไพร *Sophora japonica* L. เมื่อตรวจวัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ 5 ชนิด พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดของสารแต่ละชนิดแตกต่างกัน คือใช้กำลังไฟอยู่ในช่วง 250-300 วัตต์ ระยะเวลาที่เหมาะสมคือ 70-80 วินาที และยังพบว่าการสกัดซ้ำ 2-3 รอบ จะมีประสิทธิภาพดีกว่าการสกัดเพียงรอบเดียว ขณะที่ Koonchanok et al. (2012) พบว่า สภาวะที่เหมาะสมของการใช้เทคนิค

MAE ในการสกัดใบผักบุ้งสด (*Ipomoea aquatic* var. *aquatic*) คือ ใช้อัตราส่วนตัวอย่างต่อสารสกัดเท่ากับ 1:5 ใช้กำลังไฟของไมโครเวฟ 850 วัตต์เป็นเวลา 60 วินาที และในการศึกษานี้ได้ปรับสภาวะที่กำลังไฟสูงให้มีระยะเวลาในการรับคลื่นไมโครเวฟน้อย และปรับให้กำลังไฟต่ำแต่มีระยะเวลาในการสัมผัสคลื่นนานขึ้น เนื่องจากการให้ความร้อนสูงเกินไปอาจส่งผลต่อกลุ่มของสารออกฤทธิ์โดยเฉพาะสารที่เสื่อมสภาพเมื่อได้รับความร้อนสูงหรือนานเกินไป (Tatke and Y. Jaiswal, 2011)

Table 2 Total phenolic compound and tyrosinase inhibition of betle leaves extracts obtained with MAE.

Samples	MAE conditions (Microwave power / Time)	Total Phenolic compound ($\mu\text{mol GEA} / \text{ml crude extract}$)	Tyrosinase (%)
20 g DW	350 W , 50 s	408.87 $\pm$ 55.00 ^D	22.16 $\pm$ 5.94 ^B
	500 W , 30 s	142.87 $\pm$ 14.20 ^E	37.28 $\pm$ 11.58 ^B
20 g FW	350 W , 50 s	986.20 $\pm$ 60.80 ^C	70.89 $\pm$ 3.25 ^A
	500 W , 30 s	1,565.53 $\pm$ 87.70 ^A	77.65 $\pm$ 2.84 ^A
30 g FW	350 W , 50 s	1,228.20 $\pm$ 73.70 ^B	76.15 $\pm$ 3.17 ^A
	500 W , 30 s	925.53 $\pm$ 9.50 ^C	77.28 $\pm$ 5.36 ^A
F-test		**	**
LSD 0.01		144.50	15.33
% CV		6.61	10.20

Values are means of three replicates. Different letters show significantly difference at $p < 0.01$.

ในการศึกษาการสกัดพืชนี้มีขั้นตอนการแช่สมุนไพรในสารสกัดเป็นเวลา 15 นาที ก่อนสกัดด้วยเทคนิค MAE โดยมีวัตถุประสงค์เพิ่มประสิทธิภาพการสกัด ดังการศึกษาของ Pan et al. (2001) ที่พบว่า การแช่สมุนไพรในตัวทำละลายก่อนทำการสกัดด้วย MAE ช่วยให้สารสกัดที่ได้มีปริมาณสารสำคัญเพิ่มขึ้น และ Dhobi et al. (2009) พบว่าการแช่สมุนไพร (*Silybum marianum*) เป็นเวลา 20 นาทีก่อนสกัดโดยเทคนิค MAE สามารถเพิ่มปริมาณ silybinin ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

จากศึกษาของ AliAlabret et al. (2013) ที่ตรวจหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดใบ *Datura metel* L. ทั้งสดและแห้ง แล้วตรวจวัดการต้านอนุมูลอิสระ (DPPH) หาปริมาณสารอัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ ซาโปนินและแทนนิน จากผลการ ศึกษาไม่พบความแตกต่างกันระหว่างการใช้ตัวอย่างสดและแห้ง แต่พบว่าเมื่อปริมาณสารตัวอย่างที่ใช้สกัดเพิ่มขึ้น ทำให้ได้สารเหล่านี้เพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างกับผลการศึกษานี้ที่พบว่า การใช้ใบพลูสด 20 ก. กำลังไฟไมโครเวฟ 500 วัตต์ 30 วินาที ให้ค่าสูงสุด ซึ่งอาจเกิดจากการใช้เทคนิค MAE ช่วยในการสกัด และสภาวะที่เหมาะสมกับชนิดของตัวอย่างที่ใช้จึงมีประสิทธิภาพสูงกว่าสภาวะอื่น

สรุป

การสกัดพืชสมุนไพรโดยใช้เทคนิค MAE จำเป็นต้องมีการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ต้องการ เนื่องจากสภาวะที่ใช้ในการสกัด เช่น กำลังไฟของไมโครเวฟ ระยะเวลาที่ได้รับคลื่นลักษณะตัวอย่าง (สดหรือแห้ง) และปริมาณสมุนไพรที่ใช้มีผลต่อสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพแตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่า สภาวะที่เหมาะสมของการสกัดใบพลูโดยใช้เทคนิค MAE สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดสมุนไพรได้แม้จะสกัดโดยใช้น้ำ DI ดังนั้นการสกัดสมุนไพรโดยใช้เทคนิค MAE นี้ จึงเป็นวิธีที่มีประโยชน์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวางทั้งในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่หรือเล็กไปจนถึงในครัวเรือน เนื่องจากเป็นวิธีที่ประหยัด ใช้เวลาน้อย มีขั้นตอนการสกัดง่ายและปลอดภัย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านสถานที่และเครื่องมือ

เอกสารอ้างอิง

- ธนภัทร ทรงศักดิ์. 2559. การสกัดสารสำคัญจากพืชสมุนไพร ด้วยคลื่นไมโครเวฟ. ศูนย์การศึกษาต่อเนื่องทางเภสัชศาสตร์. แหล่งข้อมูล: <https://goo.gl/MVtX23>. ค้นเมื่อ 24 กันยายน 2560.
- AliAlabr, T. H., A. H. S. Musalami, M. A. Hossain, A. M. Weli, and Q. A. Riyami. 2013. Comparative study of phytochemical screening, antioxidant and antimicrobial capacities of fresh and dry leaves crude plant extracts of *Datura metel* L. J. King Saud Uni Sci. 26(3): 237-243.
- Benzie, I.F.F., and Y. T. Szeto. 1999. Total Antioxidant Capacity of Teas by the Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay. J. Agric. Food Chem. 47(2): 633-636.
- Chan, E.W.C., Y.Y.Lim, L.F.Wong, F.S.Lianto, S.K.Wong, K.K.Lim, C.E.Joe, and T.Y.Lim. 2008. Antioxidant and tyrosinase inhibition properties of leaves and rhizomes of ginger species. Food Chem. 109(3): 477-483.
- Dhobi, M., V. Mandal, and S. Hemalatha. 2009. Optimization of microwave assisted extraction of bioactive flavonolignan-Silybinin. J. Chem. Metrl. 3: 13-23.
- Koonchanok, B., T. Cheunchob, N. Saewan, and N. Thitipramote. 2012. Optimization of microwave-assisted extraction of bioactive compounds from leaves and stems of Thai water spinach (*Ipomoea aquatic* var. *aquatic*). 1st Mae Fah Luang University International Conference 2012, Thailand.
- Liu, J. L., L. Y. Li, and G. H. He. 2016. Optimization of Microwave-Assisted Extraction Conditions for Five Major Bioactive Compounds from Flos Sophorae Immaturus (Cultivars of *Sophora japonica* L.) Using Response Surface Methodology. Molecules. 21: 296-322.
- Mishra, K., H. Ojha, and N.K. Chaudhury. 2012. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: Critical review and results. Food Chem. 130: 1036-1043.
- Pan, X., G. Niu and H. Liu, 2001. Microwave-assisted extraction of tanshinones from *Salvia miltiorrhiza bunge* with analysis by high-performance liquid chromatography. J. Chromatogr A. 922: 371-375.
- Rowa, L.C.M., and J.C. Hob. 2009. The Antimicrobial Activity, Mosquito Larvicidal Activity, Antioxidant Property and Tyrosinase Inhibition of *Piper betle*. J. Chin Chem Soc. 56: 653-658.
- Salleh, W.M.N.W., F. Ahmad, and K. Yen. 2014. Antioxidant and Anti-tyrosinase Activities from *Piper officinarum* C.DC (Piperaceae). J. App Pharma Sci. 4(05): 087-091.
- Tatke, P., and Y. Jaiswal. 2011. An Overview of Microwave Assisted Extraction and its Applications in Herbal Drug. J. Med Plants. 5: 21-31.