



การหาปริมาณและการต้านอนุมูลอิสระของแทนนินในสารสกัดหยาบใบพุทรา
Quantification and antioxidant activity of tannin in jujube leaves
(*Ziziphus mauritiana* Lam.)

สีตีรอกีเยาะ สาแมง¹, อัซลีนา เลฮัน¹ และ ปิยศิริ สุนทรนนท์ สินไชย^{2*}
Sitirokiyoh Samaeng¹, Azleena Lehsan¹ and Piyasiri Soontornnon Sinchai^{2*}

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาสารแทนนินในใบพุทรา (*zizyphus mauritiana* Lam.) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณสารแทนนินและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของแทนนินในสารสกัดหยาบใบพุทรา โดยใช้ 95% เอทานอล เป็นตัวทำละลาย และทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค UV-Vis spectrophotometry จากการศึกษาพบว่า สารสกัดหยาบใบพุทราที่มีปริมาณแทนนิน เท่ากับ 70.123 ± 1.782 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแทนนิก (Tannic acid) และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบพุทรา มีค่า IC_{50} เท่ากับ 19.353 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้สารมาตรฐาน Trolox เป็น positive control ซึ่งมีค่า IC_{50} เท่ากับ 2.81 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

คำสำคัญ: พุทรา, แทนนิน, สารต้านอนุมูลอิสระ, การสกัด

Abstract

This research study of the tannin in jujube leaves (*zizyphus mauritiana* Lam.). Purpose to finding content and the antioxidant activity of tannin in jujube leaves with 95% ethanol was solvent in this studied and was analyzed by UV-Vis spectrophotometry technique. The results revealed that the crude extracts from the jujube leaves had a tannin content of 70.123 ± 1.782 mg/ml compared with the standard curve of tannic acid solution and antioxidant activity of jujube leaves extract was IC_{50} of 19.353 μ g/ml with Trolox was positive control indicated IC_{50} of 2.81 μ g/ml.

Keyword: *Ziziphus mauritiana* Lam., tannin, antioxidants, extraction

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

² อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

*Corresponding author, E-mail: piyasiri.s@yru.ac.th



บทนำ

ร่างกายของมนุษย์เรามีการใช้ออกซิเจนในกระบวนการเมแทบอลิซึม ซึ่งเป็นกระบวนการเผาผลาญต่าง ๆ ในร่างกายของสิ่งมีชีวิต และเป็นผลให้เกิดอนุมูลอิสระของออกซิเจน (Reactive oxygen species. ROS) โดยอนุมูลอิสระจะทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เช่น โปรตีน และไขมันที่เป็นองค์ประกอบของ เยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์ต่าง ๆ โปรตีนที่เป็นเอนไซม์จนถึงสารเคมีต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบของโครโมโซมและดีเอ็นเอ ซึ่งนำไปสู่การเสื่อมสภาพและการตายของเซลล์ ตลอดจนความเปลี่ยนแปลงในทางลบเกี่ยวกับการแสดงออกของยีน ก่อให้เกิดความผิดปกติต่าง ๆ และเป็นสาเหตุให้เกิดโรค เช่น ผื่นคัน โรคไขข้ออักเสบ โรคเส้นเลือดตีบตัน โรคลำไส้ โรควัลเวอเรีย เนื่องจากโรคมะเร็ง ปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระเป็นปฏิกิริยาถูกโซ่ ทำให้สามารถทำปฏิกิริยาออกซิเดชันได้อย่างไม่สิ้นสุด จนกว่าอนุมูลอิสระหรือ ROS จะมีความเสถียร [4]

แทนนินเป็นสารให้รสฝาด (astringency) และรสขม (bitter) พบได้ในพืชหลายชนิด เช่น ใบชา ใบฝรั่ง ใบพลู ใบชุมเห็ด ผลไม้ดิบ เช่น กัลยาดิบ ในเปลือกและเมล็ดของผลไม้ เช่น เปลือกมังคุด องุ่น เม็ดในของมะขาม เปลือกมะพร้าวอ่อน และพบในไวน์แดง แทนนิน มีส่วนสำคัญ เป็นสารตั้งต้นในปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) ของผลไม้ที่มีฤทธิ์เป็นสารกันเสีย (preservative) ยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ แทนนิน มี 2 ชนิด คือ 1. คอนเดนส์แทนนิน (condensed tannins) หรือเรียกว่า โปรแอนโทไซยานิน (proanthocyanin) หรือ flavan-3-ols 2. สารไฮโดรไลซ์แทนนิน (hydrolysable tannins) คือแทนนินที่สามารถถูกแยกออกเป็นโมเลกุลเล็กๆ [5]

แทนนินเป็นสารประกอบที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในหลายด้าน อาทิ ด้านอนุมูลอิสระ ด้านการอักเสบ ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและเซลล์มะเร็งทั้งในหลอดทดลองและในร่างกาย และสามารถจับกับโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ได้หลายชนิด ทั้งโปรตีน สารอัลคาลอยด์ รวมทั้งอนุมูลอิสระ เมื่อจับแล้วทำให้สารชนิดนั้นเกิดความเสถียร [1]

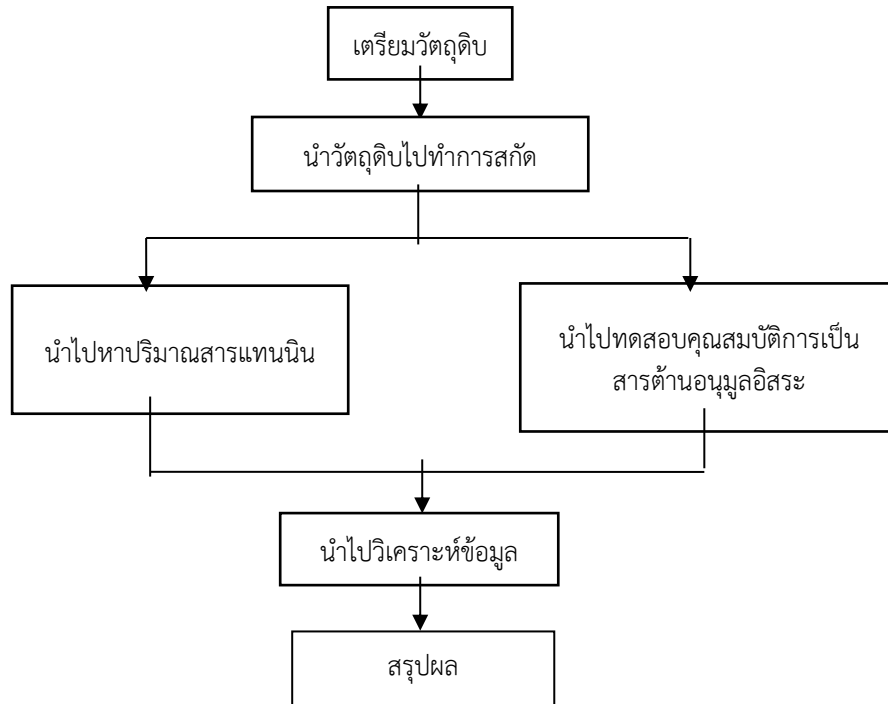
พุทรา มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Ziziphus mauritiana* Lam. มีชื่อสามัญ jujube อยู่ในวงศ์ Rhamnaceae จัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ใบ เป็นใบเดี่ยว เรียงสลับกัน ใบมีลักษณะกลมโต หรือรูปไข่แกมวงรี ท้องใบจะมีขนสีน้ำตาลหรือสีขาว หลังใบมีสีเขียวเข้ม ตามต้นและกิ่งก้านมีหนาม ดอกออกเป็นกระจุกที่ซอกใบ เป็นช่อมีสีเขียวอ่อนหรือสีเหลืองเล็กๆ กลีบดอกเหลืองอ่อน ผลเป็นทรงกลมรี โดยพุทราที่มีสรรพคุณมากมายเกือบทุกส่วนของต้น ทั้งใบ ผล ราก เปลือก ใบ เป็นต้น อาทิเช่น เปลือกต้น,ใบ มีรสฝาดอมเปรี้ยว มีสรรพคุณใช้แก้อาการจุกเสียด แก้อท้องเสีย แก้อท้องร่วง แก้อาเจียน ผลดิบ มีรสฝาด มีสรรพคุณใช้เป็นยาบำรุง และแก้ไข้ ช่วยระงับอาการคนเป็นโรคประสาทอ่อน ๆ ผลสุก มีรสหวาน ฝาด และเปรี้ยว มีสรรพคุณใช้ขับเสมหะ แก้ไอ และเป็นยาระบาย ผลแห้งหรือใบ หากนำไปต้มไฟ หรือคั่ว/อบให้แห้งก่อน จึงนำมาใช้ชงน้ำดื่ม จะมีสรรพคุณใช้แก้ไอ ราก ใช้ต้มดื่มเพื่อรักษาหรือแก้ไข้ได้ [2]

จากข้อมูลข้างต้นเห็นได้ว่า ทั้งแทนนินและพุทราที่มีสรรพคุณมากมาย ผู้วิจัยนี้จึงสนใจศึกษาปริมาณและการต้านอนุมูลอิสระของแทนนินจากใบพุทรา เพื่อให้เกิดองค์ความรู้เบื้องต้นและสามารถต่อยอดงานวิจัยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณของสารแทนนินจากสารสกัดใบพุทรา
2. เพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารแทนนินจากสารสกัดใบพุทรา

กรอบแนวคิด



วิธีดำเนินการวิจัย

1. สกัดหาปริมาณสารแทนนิน

ประยุกต์ของ [3] , [7] นำสารสกัดที่ได้จากการเตรียมเจือจางในอัตราส่วน 1:20 1:50 และ 1:100 โดยใช้ตัวทำละลาย absolute ethanol เป็นตัวทำละลาย นำสารสกัดที่เจือจางแล้ว ปริมาตร 200 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่น 2.8 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เติม Folin-Ciocalteu reagent 500 ไมโครลิตร เขย่าแล้ววางทิ้งไว้ 6 นาที เติม 7% Na₂CO₃ 2 มิลลิลิตร เขย่า ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 90 นาที และจากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 700 นาโนเมตร ซึ่งใช้ absolute ethanol เป็น blank หาปริมาณ สารแทนนิน ในสารสกัดโดยเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับกราฟมาตรฐานซึ่งเตรียมจากสารละลาย tannic acid 5 ความเข้มข้น คือ 50, 150, 200, 500 และ 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

2. การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

1) วิธี DPPH radical scavenging activity [6] เตรียมสารละลายมาตรฐาน DPPH 1.125 mM โดยใช้สารมาตรฐาน DPPH หนัก 0.0111 กรัมละลายด้วยเมทานอลในบีกเกอร์ คนให้สารละลายจนหมดแล้วเทลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้พอดีด้วย 80% เมทานอลจากนั้นดูด 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้พอดีด้วย 80% เมทานอลอีกครั้ง จะได้ DPPH 1.125 mM จากนั้นเตรียมสารละลายมาตรฐาน Trolox โดยใช้ ethanol เป็นตัวทำละลาย เตรียม 5 ความเข้มข้นทั้งสองสารละลายมาตรฐานแล้วเตรียมสารสกัดแทนนิน 5 ความเข้มข้น

2) วิธีการวัดค่าการดูดกลืนแสง UV [6] เติมสารละลาย Methanolic DPPH radical ลงใน cuvette ปริมาตร 2.9 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารละลาย มาตรฐานหรือสารสกัดตัวอย่างที่เตรียมไว้แต่ละความเข้มข้น ปริมาตร 100 ไมโครลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากันและ นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm โดยใช้ absolute ethanol เป็น Blank และ Trolox เป็น positive control คำนวณหา % radical scavenging และรายงานผล ในรูป IC₅₀ โดยคำนวณ % radical scavenging จากสมการ

$$\% \text{ radical scavenging} = [(A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}}] \times 100 \quad (1)$$

โดยที่ A_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่าง

A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของ DPPH



3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

เมื่อได้ค่าต่าง ๆ จากการทดลอง ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ โดยการหาค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อทดสอบค่าที่ได้จากการทดลองว่ามีความคลาดเคลื่อนมากน้อยแค่ไหน ถ้าผลที่ได้จากการวิเคราะห์ใกล้เคียงกันแสดงว่า ไม่มีความคลาดเคลื่อนที่รุนแรงเกิดขึ้นในการวิเคราะห์ ซึ่งจะใช้สูตรในการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ย

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad (2)$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง
 $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3)$$

เมื่อ σ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 x_i = ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งที่ i
 \bar{x} = ค่าเฉลี่ย
 n = จำนวนครั้งของการวิเคราะห์กับสารตัวอย่างอันเดียวกัน

ผลการวิจัย

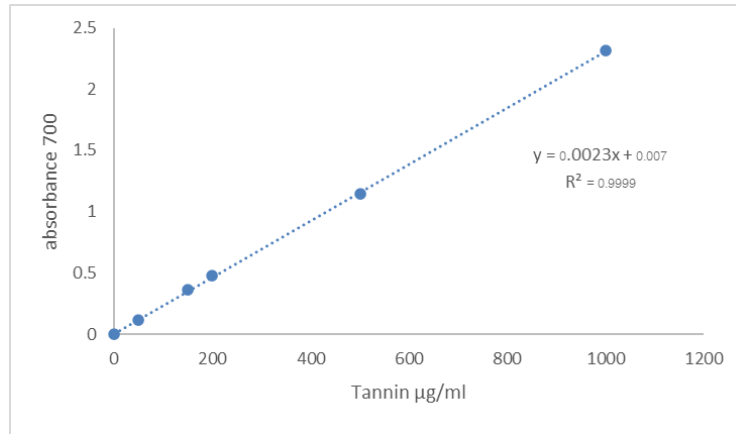
งานวิจัยชิ้นนี้ศึกษาเกี่ยวกับสารแทนนินในใบพุทรา โดยใช้ตัวทำละลาย 95% ethanol เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณแทนนิน และใช้ตัวทำละลาย Absolute Ethanol เพื่อทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของแทนนินในใบพุทรา

1. ปริมาณสารแทนนินในสารสกัด

จากผลการหาปริมาณสารแทนนินในสารสกัดหยาบใบพุทรา โดยเทียบกับ กราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแทนนิก พบว่า ในสารสกัดมีปริมาณสารแทนนินในสารสกัดหยาบใบพุทรา เท่ากับ 70.123 ± 1.78 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (ดังแสดงในตารางที่ 2) ซึ่งปริมาณที่ได้มาจากการคำนวณสมการของกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแทนนิก โดยใช้วิธีนำค่าการดูดกลืนแสงของสารมาตรฐานกรดแทนนิก ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ มาเขียนเป็นกราฟมาตรฐานดังตารางที่ 1 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าการดูดกลืนแสงของสารมาตรฐาน Tannic acid ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

[Tannic acid] ($\mu\text{g/ml}$)	Absorbance at 700 nm
0	0
50	0.117
150	0.362
200	0.480
500	1.144
1000	2.311



ภาพที่ 1 กราฟมาตรฐานที่ใช้หาปริมาณแทนนินในสารสกัด

ตารางที่ 2 ปริมาณสารแทนนินในสารสกัดหยาบบุพทรา จากกราฟมาตรฐาน Tannic acid

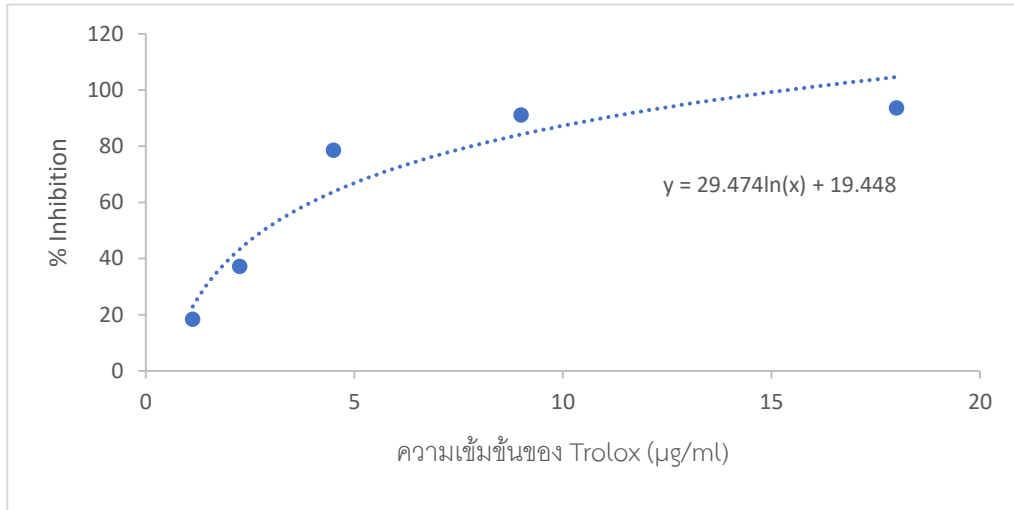
สารสกัด	A ₇₀₀ (nm)	ปริมาณแทนนินในสารสกัด (mg/ml)
ครั้งที่ 1	3.258	70.674
ครั้งที่ 2	3.299	71.565
ครั้งที่ 3	3.141	68.130
เฉลี่ย	3.233	70.123 ±1.782

2.ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของแทนนินจากสารสกัดหยาบบุพทรา

จากผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบพุทรา ด้วยวิธี DPPH assay โดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm เปรียบเทียบกับ Trolox ซึ่งเป็นสารมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่าสารมาตรฐาน Trolox ที่เวลา 30 นาทีแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสารสกัด ใบพุทรา ซึ่งให้ค่า IC₅₀ เท่ากับ 2.81 µg/ml ส่วนสารสกัดจากใบพุทราให้ค่า IC₅₀ เท่ากับ 19.353 µg/ml ที่ ดังตารางที่ 3 และ ภาพที่ 2 และของสารสกัดใบพุทรา ดังตารางที่ 4 และภาพที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm และ % Inhibition ของสารมาตรฐานTrolox ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

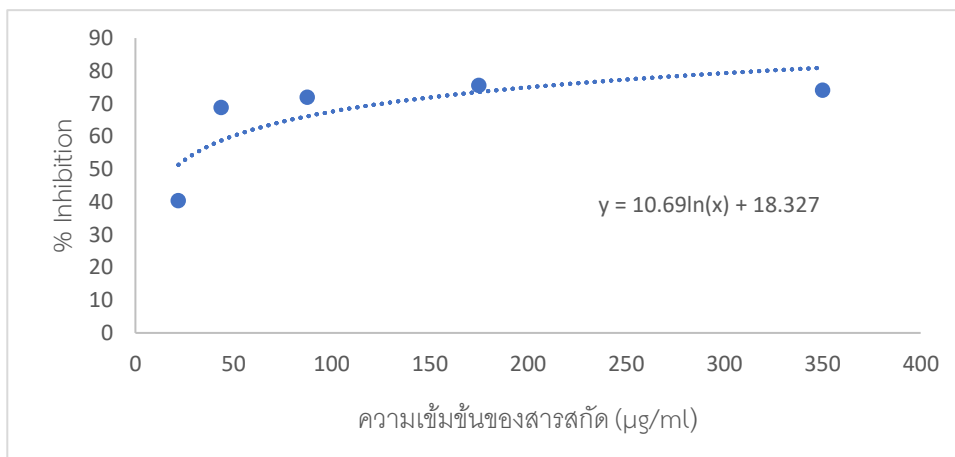
A _{control}	[Extract] (µg/ml)	เวลา 30 นาที		สมการ	IC ₅₀ (µg/ml)
		A _{sample}	%IHB		
	1.125	0.398	18.4		
	2.25	0.306	37.2		
0.488	4.5	0.104	78.6	y = 29.474ln(x) + 19.448	2.81
	9	0.043	91.1		
	18	0.031	93.6		



ภาพที่ 2 %Inhibition ของสารมาตรฐาน Trolox

ตารางที่ 4 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm และ % Inhibition ของสารสกัดจากใบพุทราความเข้มข้นต่าง ๆ

A _{control}	[Extract] (µg/ml)	เวลา 30 นาที		สมการ	IC ₅₀ (µg/ml)
		A _{sample}	%IHB		
	21.875	0.214	40.389		
	43.75	0.112	68.802		
0.359	87.5	0.101	71.866	$y = 10.69\ln(x) + 18.327$	19.353
	175	0.088	75.487		
	350	0.093	74.094		



ภาพที่ 3 % Inhibition การยับยั้งของสารสกัดจากใบพุทรา



สรุปผลการวิจัย

1. จากการศึกษาหาปริมาณแทนนิน พบว่า ในสารสกัดจากใบพุทรา มีปริมาณสารแทนนิน เท่ากับ 70.123 ± 1.782 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร
2. จากการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารแทนนินในสารสกัดหยาบใบพุทรา เพื่อศึกษาความสามารถในการดักจับอนุมูลอิสระ DPPH พบว่าสารแทนนินในสารสกัดหยาบใบพุทรา มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ คือ มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 19.353 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อนำมาเทียบกับสารมาตรฐาน Trolox ซึ่งมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 2.81 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ถือว่ามีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ต่างกันพอสมควร

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารแทนนินจากกราฟมาตรฐานกรดแทนนิก พบว่า สารแทนนินในสารสกัดหยาบใบพุทรา มีปริมาณแทนนิน 70.123 ± 1.782 mg/ml ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของชลธิชา นิवासประภฤติ, ไมตรี และคณะ (2556) ที่ศึกษาลักษณะทางกายภาพ ปริมาณสารไฮโดรไลซ์แทนนินและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของมะขามป้อม เพื่อใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมจากจังหวัดกาญจนบุรีจำนวน 12 สายต้น ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณสารไฮโดรไลซ์แทนนินและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสายต้น PK1-12 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.05$) โดยปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนินมีค่าระหว่าง $192.8 \pm 8.2 - 445.9 \pm 8.4$ มิลลิกรัมของกรดแทนนิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH (IC₅₀) มีค่าระหว่าง 0.194 - 0.807 โดยสายต้น PK5 มีปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนินและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสายต้นอื่น ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของมะขามป้อมจะแปรผันตามปริมาณของสารไฮโดรไลซ์แทนนิน

และจากการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารแทนนินในสารสกัดหยาบใบพุทรา พบว่าสารแทนนินในสารสกัดหยาบใบพุทรา มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ คือ มีค่า IC₅₀ เท่ากับ 19.353 $\mu\text{g/ml}$ ซึ่งมีความใกล้เคียงกับสารมาตรฐาน Trolox มีค่า IC₅₀ ของ Trolox เท่ากับ 2.81 $\mu\text{g/ml}$ สรุปได้ว่า สารแทนนินในสารสกัดหยาบใบพุทรา มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ต่ำกว่าสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์

ข้อเสนอแนะและการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการทดสอบ สารกลุ่มฟลาโวนอยด์เพิ่มเติม เพื่อศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระอื่น ๆ
2. ในการวิจัยวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาหาปริมาณ และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารแทนนินจากสารสกัดหยาบใบพุทราเท่านั้น ผู้ที่สนใจต้องการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ ควรศึกษาหาประเภทของสารแทนนินเพิ่มเติม
3. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เช่น สบู่สมุนไพรจากสารสกัดใบพุทรา

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชลธิชา นิवासประภฤติ และคณะ. (2556). การศึกษาลักษณะทางกายภาพปริมาณสารไฮโดรไลซ์แทนนิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของมะขามป้อมจากจังหวัดกาญจนบุรี. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- [2] ดวงจันทร์ เกรียงสุวรรณ. (2549). พุทรา (บทความวิทยุรายการสาระความรู้ทางการเกษตร). ค้นเมื่อ 11 กรกฎาคม 2563 จาก http://nates.psu.ac.th/radio/radio_article/radio48-49/48-490017.htm
- [3] เนตรนภา เมยกลาง และเฉลิม เรื่องวิริยะชัย. (2557). การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในเครื่องต้มน้ำผลไม้. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- [4] ปิยาภัทร ไตรสนธิ. (2550). ผลของความสูงพื้นที่และสายพันธุ์ต่อกิจกรรมในการต้านอนุมูลอิสระของตะไคร้ต้น. วิทยาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาพืชสวน. เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2550
- [5] พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตน์าปนนท์. (มปป.) Tannin / แทนนิน. ค้นเมื่อ 11 กรกฎาคม 2563 จาก <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2376/tannin>



- [6] สุชาดา มานอก และปวีณา ลิ้มเจริญ. (2558). การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดสมุนไพรรอบในตำรับยาหอมเทพจิตร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสมเด็จพระเจ้าพระยา.
- [7] Vasundhara Saxena and others. (2013). A comparative study on quantitative estimation of tannins in terminalia chebula, terminalia belerica, terminalia arjuna and saraca indica using spectrophotometer. Vidyawati College of pharmacy, Jhansi UP.