

RESEARCH ARTICLE

Study on Physical Properties, Hydrolyzable Tannin Contents and Free Radical Scavenging Activities of *Phyllanthus emblica* Linn. from Kanchanaburi Province**Cholticha Niwaspragrit¹, Maitree Munyanont¹, Yamaratee Jaisin²,
Piyanee Ratanachamnong³**¹*Agricultural Technology Department, Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR)*²*Department of Pharmacology, Faculty of Medicine, Srinakharinwirot University*³*Department of Pharmacology, Faculty of Science, Mahidol University.***Abstract**

Phyllanthus emblica Linn. (Indian gooseberry) is an indigenous fruit crop growing in all region of Thailand. The fruit has antioxidant properties and have been used as both food and herbal medicine. The objectives of this work were to study the physical properties, hydrolysable tannin contents and antioxidant activity of 12 selected clones of Indian gooseberry from Kanchanaburi province. The results of the study showed significant differences ($p<0.05$) in all physical properties including fruit diameter (2.46 ± 0.2 - 3.38 ± 0.1 cm), fruit height (2.43 ± 0.1 - 3.03 ± 0.1 cm), fresh weight (8.47 ± 1.1 - 20.67 ± 1.8 g), percentage of flesh weight (85.48 ± 1.8 - $92.38\pm1.0\%$) and percentage of flesh dry matter (13.21 ± 2.6 - $17.14\pm1.2\%$). Among all clones of Indian gooseberry, PK1, PK8 and PK16 had the highest fruit fresh weights. The results also demonstrated significant differences ($p<0.05$) in the contents of hydrolyzable tannin and antioxidant activity among 12 selected clones of Indian gooseberry. The contents of hydrolyzable tannin and DPPH radical scavenging activity in all Indian gooseberry varied from 192.8 ± 8.2 - 445.9 ± 8.4 mg tannic acid equivalents/g of dry weight and antioxidant activity (IC_{50}) varied from 0.194-0.807. PK5 have highest hydrolyzable tannin contents and antioxidant properties. It was concluded that antioxidant properties of Indian gooseberry varied in accordance with tannin contents of the fruits.

Key Words: Indian gooseberry, Physical Properties, hydrolyzable tannin, Free radical scavenging

การศึกษาลักษณะทางกายภาพ ปริมาณสารไฮโดรไลซ์แทนนินและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของมะขามป้อมจากจังหวัดกาญจนบุรี

ชลธิชา นิवासประกฤติ¹ ไมตรี มั่นยานนท์¹ ยามาระตี จัยสิน² และปิยานี รัตนชานอง³

¹ฝ่ายเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วว.)

²ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาวชิราลงกู

³ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

มะขามป้อม (Indian gooseberry) เป็นไม้ผลพื้นเมืองที่พบในทุกภาคของประเทศไทยนิยมนำมาเป็นอาหารและยาสมุนไพร เนื่องจากมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพ ปริมาณสารไฮโดรไลซ์แทนนินและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของมะขามป้อม เพื่อใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมจากจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 12 สายต้น ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของผลมะขามป้อมพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกลักษณะที่ทำการศึกษา ($p < 0.05$) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (2.46 ± 0.2 - 3.38 ± 0.1 ซม.) ความสูงผล (2.43 ± 0.1 - 3.03 ± 0.1 ซม.), น้ำหนักสดต่อผล (8.47 ± 1.1 - 20.67 ± 1.8 ก.) ร้อยละน้ำหนักสดเนื้อ (85.48 ± 1.8 - $92.38 \pm 1.0\%$) และร้อยละน้ำหนักแห้งเนื้อ (13.21 ± 2.6 - $17.14 \pm 1.2\%$). สายต้น PK1, PK8 และ PK16 มีน้ำหนักสดต่อผลสูงที่สุด ส่วนปริมาณสารไฮโดรไลซ์แทนนินและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสายต้น PK1-12 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนินมีค่าระหว่าง 192.8 ± 8.2 - 445.9 ± 8.4 มิลลิกรัมของกรดแทนนิกต่อกรัมน้ำหนักแห้ง และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH (IC_{50}) มีค่าระหว่าง 0.194 - 0.807 โดยสายต้น PK5 มีปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนินและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสายต้นอื่นๆ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของมะขามป้อมจะแปรผันตามปริมาณของสารไฮโดรไลซ์แทนนิน

คำสำคัญ: มะขามป้อม ลักษณะทางกายภาพ ไฮโดรไลซ์แทนนิน ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

บทนำ

มะขามป้อม (Indian gooseberry) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Phyllanthus emblica* Linn. อยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae เป็นสมุนไพรที่พบทั่วไปในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และทั่วทุกภาคของประเทศไทย ใช้เป็นยาอายุรเวท มีสรรพคุณแก้หวัด ลดไข้ แก้ไอ ขับเสมหะ บำรุงร่างกายและอื่นๆ มีรายงานการศึกษาสารสกัดจากผลมะขามป้อมมีฤทธิ์ในการฟื้นฟูตับที่ถูกทำลายจากพิษเอทานอล และสารสกัดจากเปลือกของต้นมะขามป้อมมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Candida albicans* ในช่องปาก^{1,4}

อนุมูลอิสระ (Free Radical) คือ โมเลกุลของสารที่ขาดอิเล็กตรอน ไป 1 ตัว ทำให้เกิดความไม่เสถียร ต้องไปแย่งจับกับอิเล็กตรอนของสารอื่นเพื่อให้ตัวมันเองเกิดความเสถียร ส่วนสารที่ถูกแย่งอิเล็กตรอนไปก็จะไปแย่งอิเล็กตรอนไปจากสารอื่นต่อไปเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ และอนุมูลอิสระเองยังสามารถไปรวมตัวกับสารบางชนิดในร่างกายก่อให้เกิดเป็นสารพิษที่ทำลายเนื้อเยื่อ หรืออาจไปเปลี่ยนแปลงข้อมูลทางพันธุกรรมภายในเซลล์ ในภาวะที่อนุมูลอิสระมากเกินไปจะก่ออันตรายแก่ร่างกาย เรียกว่า oxidative stress ซึ่งก่อให้เกิดโรคหลายชนิด เช่น หลอดเลือดหัวใจอุดตัน (arterosclerosis) มะเร็ง (cancer) ผิวหนังเกิดรอยเหี่ยวย่น (wrinkle) และเกิดเป็นจุดสี (lipofuscin spot) โรคความจำเสื่อม (Alzheimer's disease) โรคพาร์กินสัน⁵⁻⁸

สารแทนนินเป็นหนึ่งในสารกลุ่มโพลีฟีนอล (Polyphenol compounds) ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

Hydrolyzable tannins มีคุณสมบัติในการละลายในน้ำ สารสำคัญในแทนนินชนิดนี้จะเป็นกลุ่ม gallic acids อีกชนิดหนึ่งคือ Condense tannins หรือ Proanthocyanidins เป็นแทนนินที่ละลายน้ำยาก สารสำคัญในแทนนินชนิดนี้จะเป็นกลุ่ม flavones⁹⁻¹⁰ แทนนินสามารถจับกับโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์ได้หลายชนิดทั้งโปรตีน สารอัลคาลอยด์ รวมทั้งอนุมูลอิสระ เมื่อจับแล้วทำให้สารชนิดนั้นเกิดความเสถียร จึงมีงานวิจัยมากมายที่ศึกษาเกี่ยวกับประโยชน์ของแทนนิน เช่น ลูกพลับ เมล็ดองุ่น ชา น้ำทับทิม ที่เน้นให้เห็นถึงคุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของสารแทนนิน¹¹⁻¹³ โดยเฉพาะในมะขามป้อมซึ่งเป็นผลไม้ที่มีแทนนินสูงพบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย เป็นสมุนไพรรักษาอาการอักเสบติดเชื้อมของเนื้อเยื่อ รักษาอาการท้องร่วง มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ¹⁴ ลดการเกิดออกซิเดชันของวิตามินซี ซึ่งเป็นสารสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระ¹⁵⁻¹⁸ งานวิจัยชิ้นนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพ ปริมาณสารไฮโดรไลซ์แทนนินและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของมะขามป้อม จำนวน 12 สายต้นจากแปลงปลูกของเกษตรกรในจังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งเกษตรกรได้ทำการคัดเลือกและขยายพันธุ์มาจากต้นที่ขึ้นอยู่ตามธรรมชาติ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการคัดเลือกสายต้น แนะนำและส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเป็นการค้าในการนำไปใช้ประโยชน์เป็นยาและอาหารแปรรูปต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาลักษณะทางกายภาพของ

มะขามป้อม

สุ่มเก็บตัวอย่างผลมะขามป้อมในระยะผลแก่จำนวน 10 ผล ในแต่ละสายต้นจากแปลงปลูกของเกษตรกรในจังหวัดกาญจนบุรี รวมทั้งสิ้น 12 สายต้น (clones) ในช่วงเดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 ทำการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางผลและความสูงผลจากขั้วผลถึงก้นผลด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ ซึ่งน้ำหนักสดต่อผล แยกเมล็ด ซึ่งน้ำหนักสดเนื้อ คำนวณร้อยละของน้ำหนักสดต่อผล ดังนี้

ร้อยละของน้ำหนักสดเนื้อ

$$= (\text{น้ำหนักสดเนื้อ} / \text{น้ำหนักสดต่อผล}) \times 100$$

ซึ่งน้ำหนักแห้งเนื้อ หลังจากอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง คำนวณร้อยละของน้ำหนักแห้งเนื้อ ดังนี้

ร้อยละของน้ำหนักแห้งเนื้อ

$$= (\text{น้ำหนักแห้งเนื้อ} / \text{น้ำหนักสดเนื้อ}) \times 100$$

การเตรียมตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์

นำตัวอย่างผลมะขามป้อมสด 1 กิโลกรัม ล้างด้วยน้ำสะอาด แยกเมล็ดทิ้งและนำเนื้อมะขามป้อมที่ได้มาบด คั้นน้ำแล้วกรอง นำเข้ากระบวนการ freeze drying เป็นเวลา 20 ชั่วโมง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

การวิเคราะห์หาปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนิน (Hydrolyzable tannin contents)

วิเคราะห์โดยวิธี Folin-Ciocalteu method ดัดแปลงจากวิธีของ Singleton และ Rossi (1965) สารตัวอย่างที่มีไฮโดรไลซ์แทนนินจะทำปฏิกิริยากับ Folin-Ciocalteu reagent เกิดเป็น tungsten และ molybdenum blue ซึ่งให้สีน้ำเงินและดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 735 นาโนเมตร เติมสารตัวอย่างความเข้มข้น 5 mg/ml ปริมาตร 30 μ l ในน้ำกลั่น 2,370 μ l และเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu ปริมาตร 150 μ l ผสมให้เข้ากันทิ้งไว้ 1 นาที จากนั้นเติมโซเดียมคาร์บอเนตอิ่มตัวปริมาตร 450 μ l ผสมให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ในที่มืดนาน 40 - 60 นาที นำมาวิเคราะห์ค่าดูดกลืนแสงโดยเครื่อง UV-vis-spectrophotometer นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของ กรดแทนนิก tannic acid แสดงผลเป็นมิลลิกรัมของ กรดแทนนิก ต่อ กรัม น้ำหนักแห้ง (mgTAE/gDW)¹⁹

การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (Free radical scavenging assay)

ทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในหลอดทดลอง โดยใช้สารตัวอย่างทำปฏิกิริยากับสาร DPPH ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่เสถียรมีสีม่วง²⁰ จะดูดกลืนแสงได้ดีที่ความยาวคลื่น 515-517 nm เมื่อ DPPH[•] ทำปฏิกิริยากับสารตัวอย่างที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ สีของสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทำให้การดูดกลืนแสงลดลง โดยเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระที่ใช้เป็นมาตรฐานคือ ascorbic acid และ trolox

การวิเคราะห์ดัดแปลงจากวิธีของ Liu et al. (1997) โดยนำสารตัวอย่างที่ละลายด้วย 95% เมทานอล ปริมาตร 20 μ l เติมลงใน 0.1 M DPPH solution จำนวน 180 μ l ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง เขย่านาน 15 วินาที วัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่อง automated microplate reader นำค่าที่ได้มาคำนวณหา IC_{50}^{21}

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธี One-Way ANOVA แปลงข้อมูลร้อยละของน้ำหนักรีดเนื้อและร้อยละของน้ำหนักแห้งเนื้อโดยวิธี arcsine transformation ก่อนนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยวิธี Pearson's correlation

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพผลมะขามป้อมจากจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 12 สายต้น (ตารางที่ 1) พบว่า ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ความสูงผล น้ำหนักสดต่อผล ร้อยละของน้ำหนักรีดเนื้อ และร้อยละของน้ำหนักแห้งเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) สัดส่วนระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางผล และความสูงผล เป็นสัดส่วนที่ใช้ประกอบในการบ่งชี้ลักษณะของผลเป็นผลทรงกลมหรือแป้น พบว่าโดยสายต้น PK17 มีเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของผลมากที่สุด ส่วนสายต้น PK11 มีเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงผลน้อยที่สุด

เมื่อศึกษาร้อยละของน้ำหนักรีดเนื้อ และน้ำหนักแห้งเนื้อซึ่งจะบ่งบอกถึงการเจริญเติบโต พบว่าสายต้น PK3 มีร้อยละของน้ำหนักรีดเนื้อและน้ำหนักแห้งเนื้อสูงสุด และสายต้น PK4 มีร้อยละของน้ำหนักรีดเนื้อน้อยที่สุด ขณะที่สายต้น PK5 มีร้อยละน้ำหนักแห้งเนื้อต่ำที่สุด ผลการศึกษาข้างต้นความสอดคล้องกับรายงานของนครและคณะ (2554) ที่ศึกษามะขามป้อมจำนวน 17 สายพันธุ์จากจังหวัดน่าน พบความแตกต่างทางกายภาพเนื่องจากพันธุ์กรรมที่แตกต่างกัน³

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของผลมะขามป้อมทั้ง 12 สายต้นจากจังหวัดกาญจนบุรี

สายต้น (Clone)	เส้นผ่า ศูนย์กลางผล (Fruit diameter, cm) ^{1/}	ความสูงผล (Fruit height , cm)	น้ำหนักสดผล (Fresh weight, g)	ร้อยละของ น้ำหนักสดเนื้อ (Percentage of flesh weight)	ร้อยละของ น้ำหนักแห้งเนื้อ (Percentage of flesh dry matter)
PK1	2.9±0.1 ^d	2.5±0.1 ^{fg}	13.2±0.8 ^{ef}	89.3±0.6 ^{bc}	15.2±0.3 ^c
PK3	3.1±0.2 ^c	2.8±0.1 ^{cd}	15.5±2.2 ^{cd}	92.4±1.0 ^a	17.1±1.2 ^a
PK4	3.1±0.2 ^{cd}	2.6±0.2 ^{ef}	14.5±2.2 ^{de}	85.5±1.8 ^e	13.3±0.6 ^e
PK5	3.1±0.2 ^c	2.7±0.2 ^{de}	15.3±3.5 ^{cd}	88.5±2.0 ^{bc}	13.2±2.6 ^e
PK8	3.3±0.2 ^{ab}	2.8±0.1 ^{cd}	17.6±2.4 ^b	88.5±3.5 ^{bc}	15.0±1.0 ^c
PK9	3.1±0.2 ^c	2.6±0.2 ^{ef}	14.5±2.9 ^{de}	87.5±2.7 ^{cd}	15.5±3.7 ^c
PK10	3.2±0.2 ^{bc}	2.9±0.3 ^{ab}	16.8±3.0 ^{bc}	90.0±2.0 ^b	13.6±0.9 ^{de}
PK11	2.5±0.2 ^f	2.4±0.1 ^g	8.5±1.1 ^g	85.6±5.8 ^{de}	16.9±1.0 ^{ab}
PK12	2.8±0.1 ^e	2.8±0.2 ^{bc}	12.5±1.7 ^f	89.0±1.7 ^{bc}	14.7±0.4 ^{cd}
PK13	3.1±0.1 ^c	2.9±0.1 ^{bc}	16.4±2.0 ^{bc}	88.2±0.6 ^{bc}	15.6±0.5 ^{bc}
PK16	3.3±0.1 ^{ab}	2.6±0.1 ^{ef}	16.9±1.7 ^{bc}	89.3±2.0 ^{bc}	15.7±1.0 ^{bc}
PK17	3.4±0.1 ^a	3.0±0.1 ^a	20.7±1.8 ^a	87.6±2.5 ^{cd}	14.9±0.8 ^c
F-test	**	**	**	**	**

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีของ Duncan multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p<0.05$)

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01($p<0.01$) โดยวิธี ANOVA

การศึกษาหาปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนินในมะขามป้อมพบว่า มีปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนินที่แตกต่างกัน โดย PK5 มีปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนินสูงที่สุด และ PK13 มีปริมาณไฮโดรไลซ์แทนนินน้อยที่สุด จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของมะขามป้อมซึ่งรายงานเป็นค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ต้านปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระได้ครึ่งหนึ่ง (IC_{50}) พบว่า PK5 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงสุด ขณะที่ PK10 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

DPPH ต่ำที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Poltanov *et al.* (2009) ที่พบว่าสารสกัดจากผลมะขามป้อม 4 สายพันธุ์ มีคุณสมบัติและประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกัน เช่นเดียวกับรายงานของอุดมลักษณ์และคณะ (2553) ที่พบว่า มะขามป้อม 12 สายพันธุ์ จากจังหวัดกาญจนบุรี บุรีรัมย์ ประจวบคีรีขันธ์ และมหาสารคาม มีปริมาณสารฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกัน^{3,14}

ตารางที่ 2 ปริมาณสารไฮโดรไลซ์แทนนินและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH (IC_{50}) ของมะขามป้อมทั้ง 12 สายต้นจากจังหวัดกาญจนบุรี

สายต้น (Clones)	ปริมาณสารไฮโดรไลซ์แทนนิน (mgTAE/gDW) ^{1/}	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH (IC_{50})
PK1	260.6±12.2 ^d	0.546
PK3	319.7±11.2 ^b	0.302
PK4	223.1±6.8 ^c	0.568
PK5	445.9±8.4 ^a	0.194
PK8	220.3±10.7 ^{ef}	0.639
PK9	212.5±16.3 ^{ef}	0.615
PK10	205.7±17.4 ^{fg}	0.708
PK11	279.7±15.1 ^c	0.547
PK12	316.1±11.9 ^b	0.382
PK13	192.8±8.2 ^g	0.807
PK16	226.6±7.3 ^e	0.709
PK17	264±17.9 ^{cd}	0.571
Ascorbic acid	–	0.076
Trolox	–	0.130
F-test	**	**

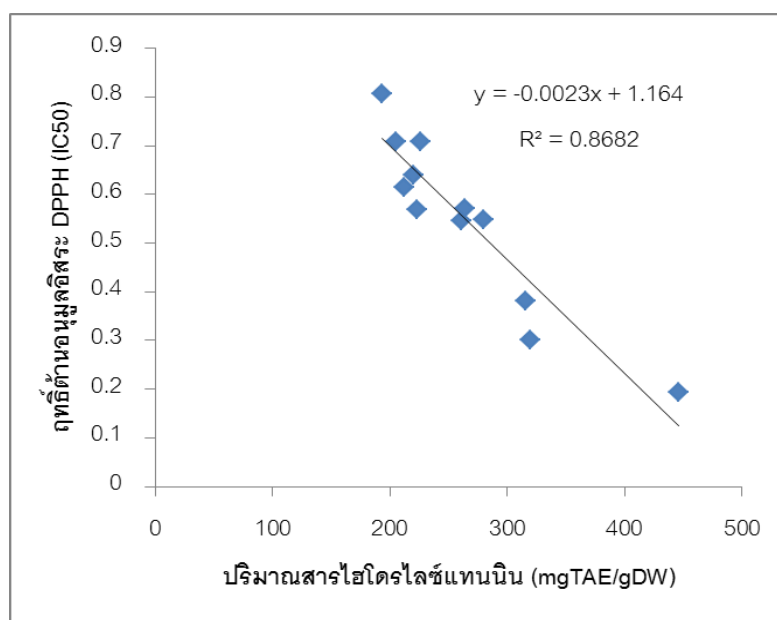
^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธีของ Duncan multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p<0.05$)

** ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ($p<0.01$) โดยวิธี ANOVA

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH กับคุณลักษณะอื่นๆ ของมะขามป้อม 12 สายต้นจากจังหวัดกาญจนบุรี

	ความสูงผล	น้ำหนักสดผล	ร้อยละของน้ำหนักสดผล	ร้อยละของน้ำหนักแห้งผล	ปริมาณสารไฮโดรไลซ์แทนนิน	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ
เส้นผ่าศูนย์กลางผล	0.627*	0.965**	0.289	-0.326	-0.243	0.260
ความสูงผล		0.768**	0.392	-0.234	-0.075	0.098
น้ำหนักสดผล			0.305	-0.286	-0.207	0.251
ร้อยละของน้ำหนักสดผล				0.221	0.188	-0.247
ร้อยละของน้ำหนักแห้งผล					-0.144	0.085
ปริมาณสารไฮโดรไลซ์แทนนิน						-0.932**

*, ** ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p < 0.05$) และ 0.01 ($p < 0.01$) ตามลำดับ



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ของปริมาณสารไฮโดรไลซ์แทนนินกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และคุณลักษณะอื่นๆ ของมะขามป้อม พบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH มีความสัมพันธ์แปรผันตามกับปริมาณสารไฮโดรไลซ์แทนนิน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ -0.932 (ตารางที่ 3) เนื่องจากการรายงานฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ด้วยค่า IC_{50} จึงทำให้ค่า r มีค่าเป็นลบ โดยค่า IC_{50} ต่ำแสดงถึงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูง²² กล่าวคือ ปริมาณสารไฮโดรไลซ์แทนนินที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ค่า IC_{50} ยิ่งลดลง ซึ่งหมายถึงมะขามป้อมที่มีปริมาณสารไฮโดรไลซ์แทนนินสูง ส่งผลให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงขึ้นตามไปด้วย อาจเนื่องมาจากสารไฮโดรไลซ์แทนนินเป็นสารหนึ่งในกลุ่มสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งมีรายงานว่ามีการต้านอนุมูลอิสระ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสรุปได้ว่า มะขามป้อมจากจังหวัดกาญจนบุรีทั้ง 12 สายต้นมีลักษณะทางกายภาพและเคมีที่แตกต่างกัน โดยเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงผล แปรผันตรงกับน้ำหนักผล และสายต้นที่มีปริมาณสารไฮโดรไลซ์แทนนินสูง จะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงเช่นกัน โดยทุกสายต้นมีค่า IC_{50} สูงกว่าสารมาตรฐานทั้ง ascorbic acid และสาร

มาตรฐาน trolox เมื่อพิจารณาคุณสมบัติที่แตกต่างกันสายต้นที่มีขนาดผล ทั้งเส้นผ่าศูนย์กลาง ความสูงและน้ำหนักสดต่อผลค่อนข้างสูง เช่น สายต้น PK8 PK16 PK17 อาจเหมาะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์แปรรูปในอุตสาหกรรมอาหารที่ต้องการผลขนาดใหญ่ เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค ส่วนสายต้นที่ให้ผลขนาดเล็ก แต่มีปริมาณสารไฮโดรไลซ์แทนนินสูง เช่น สายต้น PK3 PK5 PK12 อาจเหมาะสมกับอุตสาหกรรมยาหรือเครื่องสำอาง ที่ให้ความสำคัญกับปริมาณสารสำคัญมากกว่าขนาดของผล ทั้งนี้ควรศึกษาเพิ่มเติมเรื่องการเขตเกษตรกรรม พื้นที่ปลูกและสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกที่แตกต่างกันที่อาจส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมีของมะขามป้อมควบคู่

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ นายสุนทร ดุริยะ ประพันธ์ และนายทักษิณ อาชาวาคม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เจ้าหน้าที่หน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้คำปรึกษาการวิจัย และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) ที่สนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. กรทิพย์ ภัทรธนากร, จินนภา บุญเฉลียว, ศุภกิจ ชัยเพชร, สุนันท์ทิพย์ สีแสง, สกุลรัตน์ รัตนเกียรติ และพรพรรณ เหล่าวัชรสุวรรณ. การพัฒนาดำรับน้ำยาบ้วนปากจากสารสกัดเปลือกต้นมะขามป้อม (*Phyllanthus emblica* L.) สำหรับโรคติดเชื้อแคนดิดาในช่องปาก. The 5th Annual Northeast Pharmacy Research Conference of 2013 “Pharmacy Profession: Moving Forward to ASEAN Harmonization” Faculty of Pharmaceutical Science, February 16–17, 2013. Khon Kaen University, Thailand. 151–4 น.
2. นคร เหลืองประเสริฐ, วิสิฐ กิจสมพร, นवल ปรานค์ ไชยตะขบ, วีระศรี เมฆตรัง และอุดมลักษณ์ สุขอัติตะ. คุณภาพผลและความหลากหลายทางพันธุกรรมของมะขามป้อมพื้นเมืองอำเภอป่าเกอเป้อ จังหวัดน่าน. เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49: สาขาพืช 1–4 ก.พ. 2554. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 465–72 น.
3. อุดมลักษณ์ สุขอัติตะ, ประภัสสร รักถาวร, นคร เหลืองประเสริฐ, นवल ปรานค์ ไชยตะขบ และนิภา เชื้อนควบ. สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากมะขามป้อม 12 สายพันธุ์. วารสารสำนักการแพทย์ทางเลือก 2553; 3(1):20–7.
4. Pramyothin P, Samosorn P, Pongshompoo S, Chaichantipyuth C. The protective effects of *Phyllanthus emblica* Linn. extract on ethanol induced rat hepatic injury. J Ethnopharmacol. 2006; 107(3):361–4.
5. Lin MT and Beal MF. Mitochondrial dysfunction and oxidative stress in neurodegenerative diseases. Nature. 2006; 19(443):787–95.
6. Lin YR, Chen HH, Ko CH, Chan MH. Neuroprotective activity of honokiol and magnolol in cerebellar granule cell damage. Eur J Pharmacol. 2006; 537(1–3):64–9.
7. Papus MA. Antioxidants Status, Diet, Nutrition and Health U. S. A: CRC Press, 1998.
8. Dexter DT, Holley AE, Flitter WD, Slater TF, Wells FR, Daniel SE, et al. Increased levels of lipid hydroperoxides in the parkinsonian substantia nigra: an HPLC and ESR study. Mov Disord. 1994; 9(1):92–7.
9. Díez MT, García del Moral P, Resines JA, Arín MJ. Determination of phenolic compounds derived from hydrolysable tannins in biological matrices by RP-HPLC. J Sep Sci. 2008; 31(15):2797–803.
10. Roux DG, Maihs EA, Paulus E. Condensed tannins. 9. Distribution of flavonoid compounds in the heartwoods and barks of some interrelated wattles. Biochem J. 1961; 78(4):834–9.
11. Gil MI, Tomás-Barberán FA, Hess-Pierce B, Holcroft DM, Kader AA. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. J Agric Food Chem. 2000; 48:4581–9.
12. Gu HF, Li CM, Xu YJ, Hu WF, Chen MH, Wan QH. Structural features and antioxidant activity of tannin from persimmon pulp. Food Res Int. 2008; 41(2):208–17.
13. Tian Y, Zou B, Li CM, Yang J, Xu SF, Hagerman AE. High molecular weight persimmon tannin is a potent antioxidant both *ex vivo* and *in vivo*. Food Res Int. 2012; 45:26–30.

14. Poltanov EA, Shikov AN, Dorman HJ, Pozharitskaya ON, Makarov VG, Tikhonov VP, et al. Chemical and antioxidant evaluation of Indian gooseberry (*Emblica officinalis* Gaertn., syn. *Phyllanthus emblica* L.) Supplements. *Phytother Res.* 2009; 23:1309-15.
15. Raghu HS, Ravindra P. Antimicrobial activity and phytochemical study of *Phyllanthus emblica* Linn. *IJPSR.* 2010; 1(1):30-3.
16. Mota MLR, Thomas G, Barbosa Filho JM. Anti-inflammatory actions of tannins isolated from the bark of *Anacardium occidentale* L. *J. Ethnopharmacol.* 1985; 13(3):289-300.
17. Mehmood MH, Siddiqi HS, Gilani AH. The antidiarrheal and spasmolytic activities of *Phyllanthus emblica* are mediated through dual blockade of muscarinic receptors and Ca²⁺ channels. *J Ethnopharmacol.* 2011; 133(2):856-65.
18. Damodaran M and Nair KR . A tannin from the Indian gooseberry (*Phyllanthus emblica*) with a protective action on ascorbic acid. *Biochem J.* 1936; 30(6):1014-20.
19. Singleton VL and Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 1965; 16:144-158.
20. Abdel-Hameed ESS. Total phenolic contents and free radical scavenging activity of certain Egyptian *Ficus* species leaf samples. *Food Chem.* 2009; 114:1271-7.
21. Liu F, Ooi VE, Chang ST. Free radical scavenging activities of mushroom polysaccharide extracts. *Life Sci.* 1997; 60(10):763-71.
22. Zhou HC, Lin YM, Wei SD, Tam NFY. Structural diversity and antioxidant activity of condensed tannins fractionated from mangosteen pericarp. *Food Chem.* 2011; 129: 1710-20.