การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกในผลเม่า (*Antidesma* sp.)

Analysis of antioxidant activities and phenolic contents in fruits of Mao (*Antidesma* sp.)

จารุวรรณ ดรเถื่อน[1*], อัมพร ภูศรีฐาน[1] และ พิเชษฐ เทบำรุง[2]

Jaruwan Donthuan[1*], Amporn Phusrithan[1] and Pichet Tebumrung[2]

บทคัดย่อ: จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดในผลเม่าสุก จำนวน 11 สายพันธุ์ ยิ่งไปกว่านี้ยังศึกษาปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกโดยใช้เครื่องhigh-performance liquid chromatography (HPLC) วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity (DPPH assay) ที่ระดับความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมด และปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกมีความแตกต่างกัน ($P < 0.05$) สายพันธุ์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดคือ เพชรโนนสูง สร้างค้อ 2 และภูโซง (53.81, 53.76 และ 53.17% DPPH inhibition ตามลำดับ) สายพันธุ์ที่มีปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด คือ ภูโซง สร้างค้อ 3 และแสงเพียร (23.13, 11.34 และ 9.99 mg GAE/g DW ตามลำดับ) และพบว่าส่วนใหญ่สารกลุ่มฟีนอลิกหลักที่พบในผลเม่า คือ coumaric acid (67.12 - 273.51 mg/100g DW), syringic acid (1.26- 10.75 mg/100g DW) และgallic acid (1.47 - 13.75 mg/100g DW)

คำสำคัญ: สารประกอบฟีนอลิก, เม่า (*Antidesma* sp.), สารต้านอนุมูลอิสระ

ABSTRACT: This research aimed to study the antioxidant activity and total phenolic contents of 11 fruit of Mao (*Antidesma* sp.) varieties. In addition, phenolic compounds extracted were quantity using high-performance liquid chromatography (HPLC). The antioxidant activity at 250 mg/L of extraction was evaluated using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity (DPPH assay). The results showed that there were differences ($P < 0.05$) in antioxidant activity, total phenolic contents and phenolic compounds among ripe Mao. The highest amounts of antioxidant activity were found in Pednonsung, Sang krow No.2 and Phuchong (53.81, 53.76 and 53.17% DPPH inhibition, respectively). The total phenolic contents of Phuchong, Sang krow No.3 and Sangpean (23.13, 11.34 and 9.99 mg GAE/ g DW, respectively) showed the highest value. The major phenolic compounds in most Mao accessions were coumaric acid (67.12 - 273.51 mg/100g DW), syringic acid (1.26 - 10.75 mg/100g DW) and gallic acid (1.47 - 13.75 mg/100g DW).

Keywords: Phenolic compound, Mao (*Antidesma* sp.), Antioxidant

[1] คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร จ.สกลนคร 47160
Faculty of Natural Resource, Rajamangala University of Technology Isan Sakonnakhon Campus, Sakon Nakhon, 47160

[2] คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร จ.สกลนคร 47160
Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Sakonnakhon Campus, Sakon Nakhon, 47160

* Corresponding author: jaruwand@hotmail.com

บทนำ

ปัจจุบันมนุษย์ได้ให้ความสำคัญต่อสุขภาพร่างกายมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการบริโภคอาหารเพื่อการป้องกันและรักษาโรค หรือเพื่อสร้างเสริมสุขภาพให้แข็งแรง สามารถต้านทานต่อโรคภัยต่างๆ ได้ เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ และโรคความดันโลหิตสูงเป็นต้น สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคดังกล่าวคือการเกิดอนุมูลอิสระซึ่งเกิดขึ้นตลอดเวลาในร่างกายจากการหายใจ จากกระบวนการเผาผลาญ ซึ่งเราเรียกว่าปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (oxidation) จากความเครียดหรือจากสิ่งแวดล้อม สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) จะสามารถช่วยลดความเสี่ยงจากการเกิดโรคต่างๆ ดังกล่าวนี้ได้ เนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระจะทำลายอนุมูลอิสระโดยการจับกับอนุมูลอิสระ ลดการเกิดปฏิกิริยา ณ จุดตั้งต้นหรือยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ สารต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดอนุมูลอิสระ และเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป คือ ไวตามินอี (tocopherol) กรดฟีนอลิก (phenolic acid) และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่พบในผลไม้ที่มีสีต่างๆ เช่น องุ่น และแอปเปิล เป็นต้น ทำให้เกิดงานวิจัยหาสารต้านอนุมูลอิสระในผลไม้ซึ่งเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ที่มีบทบาทสำคัญในการช่วยป้องกัน และชะลอการเกิดโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ (ลือชัย, 2551; Sies et al., 1992)

มะเม่า เม่า หรือหมากเม่า *(Antidesma* sp.) เป็นไม้ผลยืนต้นท้องถิ่น สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนของทวีปแอฟริกา เอเชีย ออสเตรเลีย และหมู่เกาะต่างๆ สำหรับประเทศไทยพบในจังหวัดสกลนครและจังหวัดใกล้เคียง โดยพบพืชสกุลเม่าจำนวน 3 ชนิด คือ เม่าหลวง (*Antidesma thwaitesianum* Muell. Arg.) เม่าไข่ปลา (*Antidesma ghaesembilla* Gaertn.*)* และเม่าหินหรือมะเม่าควาย (*Antidesma velutinosum* Bl.*)* เม่าที่นิยมนำมาบริโภคคือเม่าหลวง เนื่องจากเม่าหลวงมีรสชาติดี ผลและช่อผลมีขนาดใหญ่ ปริมาณน้ำคั้นมากกว่าเม่าไข่ปลา และเม่าหิน (สุจิตรา และคณะ, 2545) และพบว่าเม่าหลวงเป็นผลไม้ชนิดหนึ่งที่มีรายงานว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีองค์ประกอบของสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายและกรดอะมิโนมากถึง 18 ชนิด (อร่าม และวินัย, 2540) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอื่นๆ (พิเชษฐ และสุกัญญา, 2544; ลือชัย, 2551) จึงมีการนำผลไม้ชนิดนี้ไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ ไวน์ และน้ำผลไม้เป็นต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging capacity (DPPH assay) และศึกษาชนิดและปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกในเม่าโดยใช้เทคนิค HPLC เพื่อเป็นข้อมูลด้านโภชนาการของเม่า เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่างๆ จากเม่า และเป็นข้อมูลสำหรับเกษตรกรในการคัดเลือกสายพันธุ์เม่าที่เหมาะสม ในการนำไปเพาะปลูก

วิธีการศึกษา

การเตรียมตัวอย่างและการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากผลเม่า

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้ตัวอย่างผลเม่าสุก จำนวน 11 สายพันธุ์ ได้แก่ (1) สร้างค้อ1 (2) สร้างค้อ 2 (3) สร้างค้อ 3 (4) ฟ้าประทาน (5) ภูโซง (6) ตาควาย (7) แสงเพียร (8) ศอวรรณสังข์ (9) เพชรโนนสูง (10) ยายคำตา และ (11) ชมภูพาน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างผลเม่าสุกจากเกษตรกรปลูกเม่า อ. ภูพาน จ. สกลนคร โดยจะเก็บตัวอย่างในเดือนสิงหาคม เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ผลเม่าสุก นำผลเม่าสุกมาล้างทำความสะอาด เก็บใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ปิดผนึกถุง แล้วเก็บในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ - 18 องศาเซลเซียส นำผลเม่าสุกไปทำให้แห้งโดยวิธีแช่เยือกแข็ง บดให้ละเอียดเก็บใส่ถุงอลูมิเนียมฟอยด์ แล้วเก็บในตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ-18 องศาเซลเซียส (จันทร์เฉิดฉาย และคณะ, 2550) เพื่อรอการสกัด และตรวจวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมด ชนิดและปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิก

ทำการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระโดยชั่งตัวอย่างผลเม่าอบแห้งแบบแช่เยือกแข็งที่บดละเอียด 1.0 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ เติมตัวทำละลายเมทานอลผสมน้ำ (1:1) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ทำการสกัดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 ชั่วโมง กรองสารสกัดที่ได้ด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 1 แล้วปรับปริมาตรด้วยตัวทำ

ละลายให้มีปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร

วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay

การตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผลเม่าสุก โดยวิธีนี้จะอาศัยการติดตามความสามารถของตัวอย่างสารสกัดในการทำลายอนุมูลอิสระของ DPPH ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่ทำให้สารละลายมีสีม่วงและสามารถดูดกลืนแสงที่ 517 นาโนเมตร วิธีการตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยการทำปฏิกิริยาการจับกับอนุมูลอิสระ DPPH ใช้วิธีที่รายงานโดย ปวิชนันท์ (2546) แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผลเม่าสุกความเข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร

การวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu reagent

การวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากผลเม่าสุก จะใช้วิธีที่ดัดแปลงจากวิธีของ Alonso และคณะ (2002) โดยนำสารที่สกัดผลเม่าสุกมา 0.1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วย เอทิลแอลกอฮอล์ให้ครบ 10 มิลลิลิตร แล้วปิเปตสารละลายนี้มา 0.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำให้ครบ 10 มิลลิลิตรจากนั้นเติม Folin-Ciocalteu reagent ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 5 นาที เติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 10 % w/v ลงไป 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้องนาน 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 nm คำนวณหาความเข้มข้นของสารกลุ่มฟีนอลิกจากกราฟมาตรฐาน เทียบกับสารมาตรฐานกรดแกลลิก รายงานค่าเป็น mg GAE/g DW (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อกรัมของตัวอย่างแห้ง)

การวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิก

นำสารสกัดผลเม่าสุกที่สกัดด้วยเมทานอล:น้ำ (1:1) มาเจือจางลง 10 เท่าด้วยเมทานอล:น้ำ (1:1) จากนั้นกรองด้วยเมมเบรนขนาด 0.45 μm แล้ววิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกด้วย High performance liquid chromatography (HPLC) โดยใช้สภาวะในการวิเคราะห์ ดังนี้ 1) คอลัมน์ Inertsil ODS - 3 ขนาด 250 x 4.6 mm, 5 μm 2) ตัวตรวจวัดแบบdiode array detector ที่ความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร 3) เฟสเคลื่อนที่ประกอบด้วย acetic acid ความเข้มข้น 1% และacetonitrile โดยใช้ระบบการชะแบบ gradient ดังนี้ acetic acid ความเข้มข้น 1% ที่เวลา 0-1 นาที คือ 90%, 1 - 10 นาที 85%, 10 - 15 นาที 65%, 15 - 20 นาที 45%, 20 - 25 นาที 0%, 25 - 27 นาที 0%, 27 - 30 นาที 90% และ 30 - 35 นาที 90 % 4) อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที

การประเมินผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสัมบูรณ์ (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's multiple-range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P < 0.05$)

ผลการศึกษา

การตรวจวัดฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผลเม่าสุก

จากการตรวจสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผลเม่าสุก โดยแสดงค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง DPPH (%DPPH inhibition) ดังแสดงใน Table 1 พบว่าผลเม่าสุกแต่ละสายพันธุ์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ผลเม่าสุกแต่ละสายพันธุ์ที่ความเข้มข้น 250 mg/L มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในอยู่ในช่วง 13.15 ± 0.86 - 53.81 ± 1.04% ซึ่งสายพันธุ์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดคือ เพชรโนนสูง มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง DPPH เท่ากับ 53.81 ± 1.04% รองลงมาคือ สร้างค้อ 2 (53.76 ± 0.96%) ภูโซง (53.17 ± 1.10) และชมภูพาน (51.70 ± 1.18) ตามลำดับ และสายพันธุ์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุดคือ สร้างค้อ 3 (13.15 ± 0.86) รองลงมาคือ ฟ้าประทาน (38.78 ± 0.56)

การตรวจวัดปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดในผลเม่าสุก

ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมด (Table 1) ที่สกัดจากเม่าสุกแห้งโดยวิธีแช่เยือกแข็งในแต่ละสายพันธุ์มี

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งในผลเม่าสุกมีปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดอยู่ในช่วง 1.86 ± 0.09 - 23.13 ± 0.65 mg GAE/g DW (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิคต่อกรัมของตัวอย่างแห้ง) สายพันธุ์ภูโซง มีปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด คือ 23.13 ± 0.65 mg GAE/g DW รองลงมาคือ สร้างค้อ 3 (11.34 ± 0.88) แสงเพียร (9.99 ± 1.73) เพชรโนนสูง (6.26 ± 0.60) และสร้างค้อ 2 (5.21 ± 0.57) และสายพันธุ์ที่มีปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดต่ำที่สุดคือศอวรรณสังข์ (1.86 ± 0.09) รองลงมาคือ ฟ้าประทาน (2.45 ± 0.33)

Table 1 Total phenolic content and antioxidant activity in the 11 fruit of Mao (*Antidesma* sp.) varieties.

Accessions	Total phenolic content (mg GAE/g DW)	Antioxidant activity (%DPPH inhibition)
Yaykumta	2.52 ± 0.08^{e}	46.77 ± 0.97^{e}
Fapratan	2.45 ± 0.33^{e}	38.78 ± 0.56^{h}
Sorwannasung	1.86 ± 0.09^{e}	49.29 ± 0.73^{d}
Takhaw	4.05 ± 0.24^{d}	42.24 ± 1.14^{g}
Sangpean	9.99 ± 1.73^{b}	50.99 ± 0.85^{cd}
Phuchong	23.13 ± 0.65^{a}	53.17 ± 1.10^{ab}
Sang krow No.3	11.34 ± 0.88^{b}	13.15 ± 0.86^{i}
Sang krow No.2	5.21 ± 0.57^{cd}	53.76 ± 0.96^{a}
Sang krow No.1	4.82 ± 0.38^{d}	44.582 ± 1.43^{f}
Chomphupan	4.48 ± 0.45^{d}	51.70 ± 1.18^{bc}
Pednonsung	6.26 ± 0.60^{c}	53.81 ± 1.04^{a}

Remark: Means in a column followed by different letters are significantly different at $P < 0.05$

การวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิก

ประสิทธิภาพการวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกด้วย HPLC ดังแสดงใน **Table 2** พบว่า gallic acid, coumaric acid, catechin, caffeic acid, syringic acid, ferulic acid มีเวลาคงค้าง (retention time) เท่ากับ 4.55, 7.98, 11.38, 15.19, 16.39, และ 20.63 นาที ตามลำดับ มีช่วงความเป็นเส้นตรง เท่ากับ 0.10-50 mg/L ค่าขีดต่ำสุดในการตรวจวัด อยู่ในช่วง 0.01 mg/L (caffeic acid และ ferulic acid) ถึง 0.50 mg/L (coumaric acid) ทดสอบความแม่นยำโดยวิเคราะห์ความสามารถในการทำซ้ำ (repeatability) ซึ่งพบว่ามีความแม่นยำสูง สำหรับเวลาคงค้าง อยู่ในช่วง 0.20 (ferulic acid) ถึง 0.66 (catechin) พื้นที่ใต้พีค (peak area) อยู่ในช่วง 0.21 (caffeic acid) ถึง 4.24 (catechin) ปริมาณสารกลุ่ม ฟีนอลิกในผลเม่าสุกแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงใน **Table 3** โดยปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดอยู่ในช่วง 78.04 ± 3.53 - 301.73 ± 1.23 mg/100g DW (มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนักแห้ง) สายพันธุ์ที่มีปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด คือ ชมพูพาน รองลงมาคือ เพชรโนนสูง ฟ้าประทาน และ สร้างค้อ 2 ตามลำดับ ส่วนสายพันธุ์ที่มีปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดต่ำที่สุด คือ สร้างค้อ 3 รองลงมา คือตาควาย ชนิดของสารกลุ่มฟีนอลิกที่พบมากที่สุดในผลเม่า คือ coumaric acid มีปริมาณระหว่าง 67.12 ± 4.29 (สร้างค้อ 3) - 273.51 ± 1.62 (ชมพูพาน) รองลงมาคือ syringic acid มีปริมาณระหว่าง 1.26 ± 0.08 (ภูโซง) - 10.75 ± 0.19 (สร้างค้อ 1) และ gallic acid มีปริมาณระหว่าง 1.47 ± 0.51 (ศอวรรณสังข์) - 13.75 ± 0.22 (ชมพูพาน)

Table 2 HPLC calibration curve of phenolic compounds with respect to retention time, linear range, coefficient of determination, detection limits and repeatability percentages.

Compounds	Retention time (min)	Linear range (mg/L)	Calibration curve	Detection limit (mg/L)	Coefficient of determination	Repeatability (%)	
						Retention time	peak area
Gallic acid	4.55	0.10-50	y = 40185x	0.02	0.9990	0.31	2.66
Coumaric acid	7.98	0.10-50	y = 1344.x	0.50	0.9980	0.43	2.42
Catechin	11.38	0.10-50	y = 11122x	0.10	0.9970	0.66	4.24
Caffeic acid	15.19	0.10-50	y = 42587x	0.01	0.9990	0.49	0.21
Syringic acid	16.39	0.10-50	y = 50497x	0.02	1.0000	0.51	0.65
Ferulic acid	20.63	0.10-50	y = 55069x	0.01	1.0000	0.20	0.40

Table 3 Phenolic compound content (mg/100g DW) in the 11 fruit of Mao (*Antidesma* sp.) accessions at the ripe stage.

Accessions	Catechin	Gallic acid	Coumaric acid	Caffeic acid	Syringic acid	Ferulic acid	Total HPLC phenolic compound
Yaykumta	1.42 ± 0.03^{f}	2.02 ± 0.03^{f}	109.82 ± 1.91^{f}	0.69 ± 0.01^{e}	2.31 ± 0.08^{f}	0.72 ± 0.02^{de}	116.98 ± 1.89^{e}
Fapratan	1.78 ± 0.15^{e}	2.08 ± 0.19^{ef}	160.09 ± 3.76^{c}	0.50 ± 0.02^{ef}	5.71 ± 0.88^{b}	2.65 ± 0.39^{b}	172.82 ± 4.12^{c}
Sorwannasung	3.07 ± 0.03^{b}	1.47 ± 0.51^{f}	132.83 ± 2.82^{e}	0.33 ± 0.01^{fg}	3.59 ± 0.04^{d}	0.82 ± 0.48^{de}	142.12 ± 3.60^{d}
Takhaw	1.86 ± 0.12^{e}	2.85 ± 0.26^{e}	83.48 ± 6.38^{h}	0.12 ± 0.01^{g}	3.09 ± 0.06^{e}	1.63 ± 0.16^{c}	93.02 ± 6.15^{g}
Sangpean	0.12 ± 0.01^{g}	6.55 ± 0.21^{c}	95.29 ± 1.70^{g}	5.04 ± 0.22^{b}	1.50 ± 0.09^{g}	1.66 ± 0.29^{c}	110.16 ± 1.72^{f}
Phuchong	1.92 ± 0.10^{e}	6.57 ± 0.89^{c}	94.29 ± 4.12^{g}	5.90 ± 0.42^{a}	1.26 ± 0.08^{g}	0.76 ± 0.12^{de}	110.70 ± 4.30^{f}
Sang krow No.3	3.88 ± 0.23^{a}	2.19 ± 0.01^{ef}	67.12 ± 4.29^{i}	0.54 ± 0.07^{ef}	3.00 ± 0.02^{e}	1.32 ± 0.62^{cd}	78.04 ± 3.53^{h}
Sang krow No.2	2.40 ± 0.17^{d}	10.46 ± 0.82^{b}	140.66 ± 1.83^{d}	5.26 ± 0.39^{b}	5.25 ± 0.06^{b}	3.95 ± 0.35^{a}	167.98 ± 1.71^{cd}
Sang krow No.1	0.23 ± 0.05^{g}	3.86 ± 0.35^{d}	144.38 ± 4.03^{d}	2.21 ± 0.09^{d}	10.75 ± 0.19^{a}	4.16 ± 0.44^{a}	165.59 ± 4.49^{cd}
Chomphupan	2.65 ± 0.34^{c}	13.75 ± 0.22^{a}	273.51 ± 1.62^{a}	3.49 ± 0.19^{c}	5.65 ± 0.33^{b}	2.67 ± 0.32^{b}	301.73 ± 1.23^{a}
Pednonsung	1.21 ± 0.09^{f}	2.05 ± 0.18^{f}	184.45 ± 1.03^{b}	0.81 ± 0.05^{e}	4.73 ± 0.09^{c}	0.56 ± 0.07^{e}	193.85 ± 1.20^{b}

Remark: Means in a column followed by different letters are significantly different at $P < 0.05$

วิจารณ์

ผลเม่าสุกแต่ละสายพันธุ์มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกที่แตกต่างกัน เนื่องมาจากความแตกต่างทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อปริมาณและชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระ (Josuttis et al., 2012) ผลการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในผลเม่าสุก พบว่าสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jorjong et al. (2015) ที่รายงานว่าสายพันธุ์สร้างค้อ 2 และภูโซง มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าสายพันธุ์อื่น และสายพันธุ์ฟ้าประทานมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำกว่าสายพันธุ์อื่น ส่วนผลการศึกษาปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมด พบว่าสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jorjong et al. (2015) ที่รายงานว่าสายพันธุ์ภูโซง และสร้างค้อ 3 มีปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าสายพันธุ์อื่น และสายพันธุ์ฟ้าประทานมีปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดต่ำกว่าสายพันธุ์อื่น อย่างไรก็ตาม พบว่าปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดในเม่าสุก 11 สายพันธุ์ ไม่มีความสัมพันธ์กับ %DPPH inhibition แสดงว่าอาจมีสารสำคัญชนิดอื่นๆ ที่มีผลต่อความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมด ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC เนื่องจากในผลเม่าประกอบด้วยสารกลุ่มฟีนอลิกหลักชนิดอื่นๆ ซึ่งไม่ได้ศึกษาในงานวิจัยนี้ ดังรายงานวิจัยของ ลือชัย (2551) ซึ่งพบว่าprocyanidin B2 และ procyanidin B1 เป็นสารกลุ่มฟีนอลิกหลักที่พบมากที่สุดในผลเม่า เมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ตระกูลเบอรี่ชนิดอื่น พบว่าเม่าสุกมีปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมด

(1.86 ± 0.09 - 23.13 ± 0.65 mg GAE/g DW) อยู่ในช่วงที่รายงานในแบล็คเบอรี่ และสตรอเบอรี่ (2.72-9.44 mg GAE /g DW) (Huang et al., 2012) และเครนเบอรี่ (3.14 mg GAE /g DW) (Namiesnik et al., 2013) และยังพบว่าผลเม่าสุกมีปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดสูงกว่าผลไม้ท้องถิ่นในประเทศเม็กซิโก จำนวน 19 สายพันธุ์ เช่น น้อยหน่า มะเฟือง แก้วมังกร และมะม่วงหิมพานต์ เป็นต้น (14.21-373.27 mg GAE/100 g FW) (Moo-Huchin et al., 2014)

สรุป

ผลเม่าสุก จำนวน 11 สายพันธุ์ มีปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เนื่องจากความแตกต่างทางพันธุกรรม โดยสายพันธุ์ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารกลุ่มฟีนอลิกทั้งหมดสูง คือ เพชรโนนสูง สร้างค้อ 2 และภูโซง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณ ขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนครที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย และบุคลากรทุกท่านที่อำนวยความสะดวก ขอบคุณเกษตรกรปลูกเม่าทุกท่านที่ อ.ภูพาน จ.สกลนครที่อนุเคราะห์พันธุ์เม่าในการวิจัยและทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จันทร์เฉิดฉาย สังเกตกิจ, จารุวรรณ ภัทรสรรเพชญ, กรุณรัตน์ สกุลนามรัตน์, Geoffrrey Savage และ Leo Vanhanen. 2550. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในผักและผลไม้พื้นบ้านไทยบางชนิดและศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระ. โครงการประชุมสัมมนาเพื่อประเมินผลการพัฒนาบุคลากรสายวิทยาศาสตร์การอาหาร ปี 2550, 22-23 ก.ย. 2550; โรงแรมริมปาว อ. เมือง, กาฬสินธุ์.

ปวิชนันท์ รักษ์สัจ. 2546. การสกัดสารแอนติออกซิแดนท์จากเปลือกถั่วเขียว. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พิเชษฐ เทบำรุง และ สุกัญญา สายธิ. 2544. การสกัดแอนโธไซยานินส์จากมะเม่า. ใน: เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 17, 14-16 มกราคม 2543; ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์, กรุงเทพฯ.

ลือชัย บุตคุป. 2551. การศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในเม่าหลวงสายพันธุ์ทางการค้าจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เพื่อการผลิตเครื่องดื่มและไวน์แดง. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุจิตรา ไชยฤกษ์, อำนวย คำตื้อ, สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์, สังคม เตชะวงค์เสถียร และอร่าม คุ้มกลาง. 2545. ปริมาณคาร์โบไฮเดรต และไนโตรเจนที่สะสมในใบและกิ่งในหนึ่งปีของเม่าหลวง (*Antidesma thwaitesianum Muell. Arg.*). วารสารวิจัย มข. (บศ.). 2(1): 1-6.

อร่าม คุ้มกลาง และ วินัย แสงแก้ว. 2540. มะเม่าไม้ผลท้องถิ่นที่ต้องพัฒนา. วารสารเทคโนโลยีชาวบ้าน. 9(168): 40-42.

Alonso, M.A., D.A. Guillen, C.G. Barroso, B. Puertas, and A. Garcia. 2002. Determination of antioxidant activity of wine byproducts and its correlation with polyphenolic contents. J. Agric. Food Chem. 50(21): 5832-5836.

Huang, W., H. Zhang, W. Liu, and C. Li. 2012. Survey of antioxidant capacity and phenolic composition of blueberry, blackberry, and strawberry in Nanjing. J. Zhejiang Univ. Sci. B. 13: 94-102.

Jorjong, S., L. Butkhup, and S. Samappito. 2015. Phytochemicals and antioxidant capacities of Mau-Luang (*Antidesma bunius* L.) cultivars from Northeastern Thailand. Food Chem. 181: 248-255.

Josuttis, M., C. Carlen, P. Crespo, R. Nestby, T.B. Toldam-Andersen, H. Dietrich, and E.A. Kruger. 2012. Comparison of bioactive compounds of Strawberry fruit from Europe affected by genotype and latitude. J. Berry Res. 2: 73-95.

Moo-Huchin, V.M., I. Estrada-Mota, R. Estrada-Leon, L. Cuevas-Glory, E. Ortiz-Vazquez, M.L. Vargas y Vargas, D. Betancur-Ancona, and E. Sauri-Duch. 2014. Determination of some physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of tropical fruits from Yucatan, Mexico. Food Chem. 152: 508-515.

Namiesnik, J., K. Vearasilp, M. Kupska, K. S. Ham, S. G. Kang, Y. K. Park, et al. 2013. Antioxidant activities and bioactive components in some berries. Eur. Food Res. Technol. 237: 819-829.

Sies, H., W. Stahl, and A. Sundquist. 1992. Antioxidant functions of vitamins, vitamin E and C, beta-carotene and other carotenoids. Ann. N. Y. Acad. Sci. 368: 7-19.