

สมบัติทางกายภาพ ปริมาณฟีนอลิก และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเมาหลวง Physical Properties, Phenolic Contents and Antioxidant Activity of Mao Luang

อมรรัตน์ โมรราราช¹ และ ศุภฤชญา เหมะธูลิน^{2*}
Amonrut Morarach¹ and Sukrichaya Hemathulin^{2*}

¹สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

²สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

¹Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology,
Rajamangala University of Technology Tawan-ok

²Department of Food Science and Technology, Faculty of Natural Resources,
Rajamangala University of Technology ISan, Sakon Nakhon Campus

*E-mail: sukrichaya@hotmail.com

Received: Jun 30, 2021

Revised: Nov 11, 2021

Accepted: Nov 22, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ ปริมาณฟีนอลิก และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเมาหลวง (*Antidesma bunius*) ที่ปลูกในเขตเทือกเขาภูพาน จังหวัดสกลนคร นำเมาหลวงมาแยกเป็นเมาดำ และเมาแดง จากนั้นนำเมาทั้งสองชนิดมาเตรียมเป็น ผลเมาดำ ผลเมาแดง เนื้อเมาดำ เนื้อเมาแดง น้ำเมาดำ น้ำเมาแดง กากเมาดำ กากเมาแดง เมล็ดเมาดำ และเมล็ดเมาแดง เพื่อใช้ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ ซึ่งได้แก่ ความชื้น water activity (a_w) และสี ตรวจสอบปริมาณฟีนอลิกโดยวิธี Folin-Ciocalteu method และตรวจสอบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) assay และวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay จากการทดลองพบว่าส่วนต่าง ๆ ของเมาที่มีสีที่แตกต่างกันจากแดงไปจนถึงม่วง น้ำเมาแดงมีความชื้น และ a_w สูงที่สุด โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 94.29 และ 1.00 ตามลำดับ ส่วนของเมาที่มีปริมาณฟีนอลิก และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH assay และโดยวิธี FRAP assay สูงสุดสามอันดับแรก คือ เมล็ดเมาดำ ผลเมาดำ และน้ำเมาดำ นอกจากนี้แล้วแต่ละส่วนของเมาดำมีปริมาณฟีนอลิก และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าส่วนเดียวกันของเมาแดง การศึกษานี้ทำให้ทราบถึงความแตกต่างของการกระจายตัวของสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในส่วนต่าง ๆ ของเมาหลวง เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารและยาจากเมาหลวงต่อไป

คำสำคัญ: เมาหลวง น้ำเมา เนื้อเมา เมล็ดเมา กากเมา ปริมาณฟีนอลิก ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

The objective of this research was to study physical properties, phenolic contents and antioxidant activity of Mao Luang (*Antidesma bunius*) grown in Phu Phan mountain area, Sakon Nakhon province. Mao Luang was separated into black Mao and red Mao. Both of them were prepared as black Mao, red Mao, black Mao pulp, red Mao pulp, black Mao juice, red Mao juice, black Mao garbage, red Mao garbage, black Mao seed and red Mao seed. Their physical properties including moisture, water activity (a_w) and color were examined. Their phenolic contents were determined by Folin-Ciocalteu method and their antioxidant activity was determined by 2,2 - diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) assay and Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay. From the results, it was found that all Mao parts had different colors from red to purple. Red Mao juice had the highest moisture content and a_w of 94.29% and 1.00, respectively. Top three parts of Mao showing the highest phenolic contents and antioxidant activity by DPPH assay and FRAP assay were black Mao seed, black Mao and black Mao juice. In addition, each part of black Mao had higher phenolic content and antioxidant activity than the same part of red Mao. This study revealed differences in the distribution of phenolic compounds and antioxidant activity in different parts of the Mao Luang to be used as the basis for further development of food and drug products from Mao Luang.

Keywords: Mao Luang, Mao juice, Mao pulp, Mao seed, Mao garbage, Phenolic contents, Antioxidant activity

1. บทนำ

อนุมูลอิสระ (free radical) หมายถึง สารที่มีอิเล็กตรอนโดดเดี่ยว (unpaired electron) ในอะตอม หรือโมเลกุล สามารถทำปฏิกิริยาภายในร่างกายได้มากมาย มีงานวิจัยที่บ่งชี้ว่า อนุมูลอิสระมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับโมเลกุลชีวภาพที่เป็นองค์ประกอบภายในเซลล์ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสุขภาพ อนุมูลอิสระนับเป็นอีกสาเหตุสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคและความผิดปกติในร่างกายมนุษย์ [1] เช่น ก่อให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อ การอักเสบของเซลล์ โรคกระดูก โรคหัวใจ และหลอดเลือด โดยอนุมูลอิสระมีแหล่งที่มาทั้งจากภายนอกและภายในร่างกาย [2] ซึ่งในสภาพปกติ ร่างกายสามารถสร้างสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติได้ ซึ่งมีกลไกการต้านหลากหลายรูปแบบ เช่น การดักจับอนุมูลอิสระ เป็นการยับยั้งการทำงานของออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน การจับโลหะที่สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน การหยุดปฏิกิริยาการสร้างอนุมูลอิสระ การเสริมฤทธิ์ และการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังพบสารต้านอนุมูลอิสระธรรมชาติ (natural antioxidants) ในสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ [3], [4], [5] ในภาวะปกติร่างกายมนุษย์สามารถป้องกันการสะสมอนุมูลอิสระโดยการสร้างเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระเพื่อควบคุมปริมาณให้อยู่ในภาวะที่สมดุล ในขณะที่บางส่วนได้จากการรับประทานอาหารที่อุดมด้วยสารพฤกษเคมี ได้แก่ วิตามิน สารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) แคโรทีนอยด์ (carotenoids) แอนโทไซยานิน (anthocyanin) และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) เป็นต้น

มะพลวง (*Antidesma bunius*) เป็นผลไม้พื้นเมืองในสายพันธุ์เบอร์รี่ มีขนาดผลใหญ่ ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง โดยผลมะพลวงเป็นแหล่งของแร่ธาตุ เช่น แคลเซียมและเหล็ก ประกอบด้วยวิตามิน B1 B2 B3 C และ E อีกทั้งมีกรดอะมิโนมากถึง 18 ชนิด [6] จากคุณค่าทางโภชนาการดังกล่าวจึงนิยมแปรรูปและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย เช่น น้ำมะพลวง น้ำมะพลวงเข้มข้น น้ำมะพลวงพร้อมดื่ม ยามมะพลวง ขนมะพลวงเคี้ยว และ

ไวน์ [7], [8], [9] นอกจากนี้ปัจจุบันยังพบงานวิจัยที่กล่าวถึง การวิเคราะห์สารโภชนาการและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของมะพลวง ซึ่งได้แก่ สารประกอบฟีนอลิก แอนโทไซยานิน ฟลาโวนอยด์ และวิตามินซี (ascorbic acid) เป็นต้น [10], [11], [12] ตลอดจนการวิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของมะพลวงหลายสายพันธุ์ [10], [11] ด้วยเหตุนี้ งานฟาร์มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร จึงมีความสนใจที่จะศึกษาสมบัติทางกายภาพ ปริมาณฟีนอลิก และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของมะพลวงสายพันธุ์ฟ้าประทาน ในเขตเทือกเขาภูพาน อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร โดยนำส่วนต่าง ๆ ของมะพลวงมาทำการศึกษา เพื่อให้ทราบถึงความแตกต่างของการกระจายตัวของสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในส่วนต่าง ๆ ของมะพลวง เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารและยาจากมะพลวงต่อไป

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1. การเตรียมส่วนต่าง ๆ ของมะ

มะที่ใช้เป็นมะพลวง สายพันธุ์ฟ้าประทานในเขตเทือกเขาภูพาน อำเภอภูพาน จังหวัดสกลนคร นำมะพลวงมาเข้าสู่กระบวนการคัดแยกเป็นมะดำ (black Mao) และมะแดง (red Mao) (Figure 1) ล้างทำความสะอาด ตีปั่นแยกเนื้อมะพลวงออกจากเมล็ดมะพลวง ด้วยเครื่อง pulper finisher นำเนื้อมะพลวงมาบีบ คั้น และกรองโดยเครื่อง hydraulic press กระบวนการดังกล่าว (Figure 2) ทำให้ได้ส่วนของมะพลวงนำไปใช้ในการทดลอง 10 ส่วน ได้แก่ ผลมะดำ (black Mao) ผลมะแดง (red Mao) เนื้อมะดำ (black Mao pulp) เนื้อมะแดง (red Mao pulp) เมล็ดมะดำ (black Mao seed) เมล็ดมะแดง (red Mao seed) น้ำมะดำ (black Mao juice) น้ำมะแดง (red Mao juice) กากมะดำ (black Mao garbage) และกากมะแดง (red Mao garbage) (Figure 1)

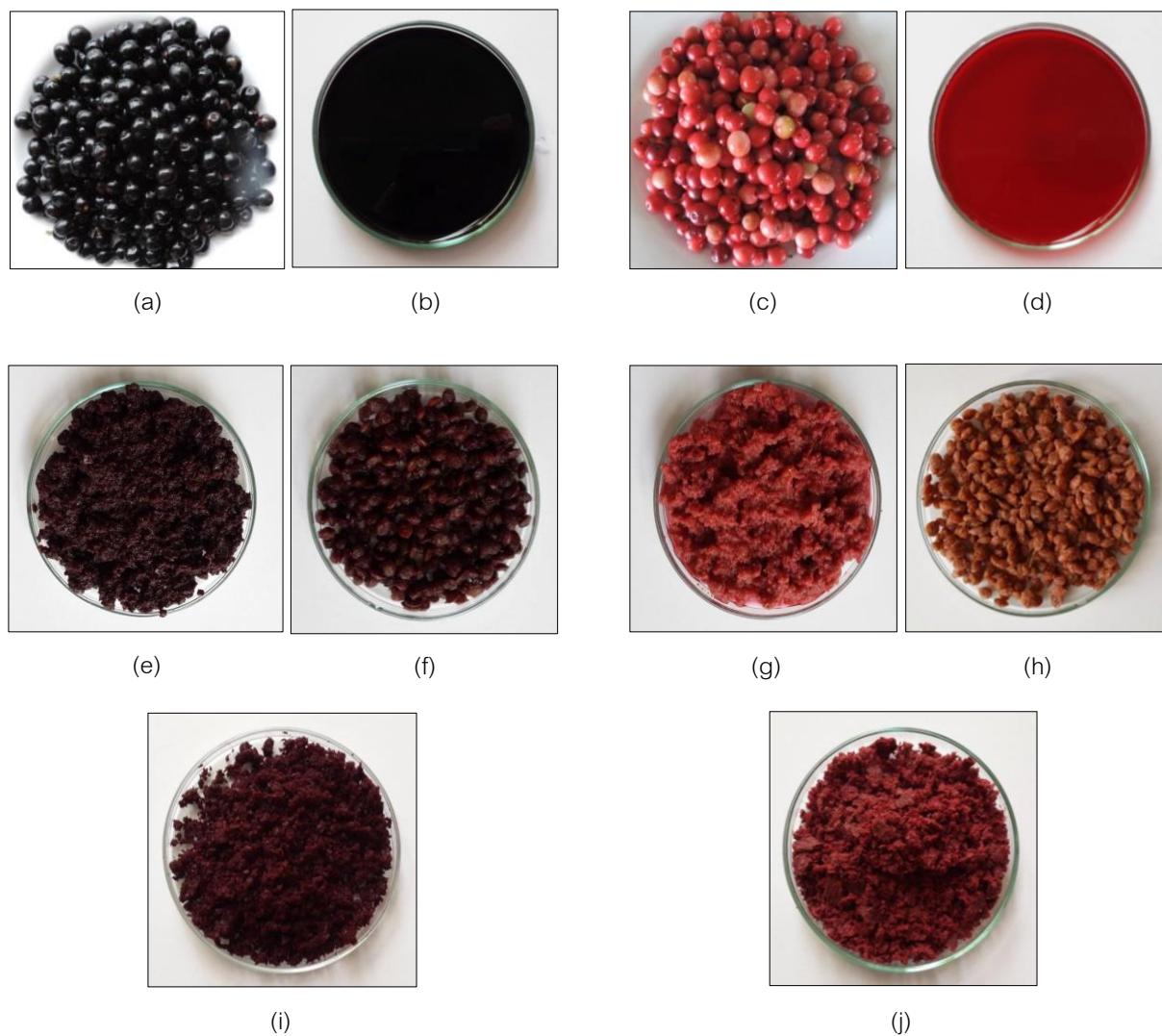


Figure 1 Ten parts of Mao used in the study: black Mao (a), black Mao juice (b), red Mao (c), red Mao juice (d), black Mao pulp (e), black Mao seed (f), red Mao pulp (g), red Mao seed (h), black Mao garbage (i) and (j) red Mao garbage

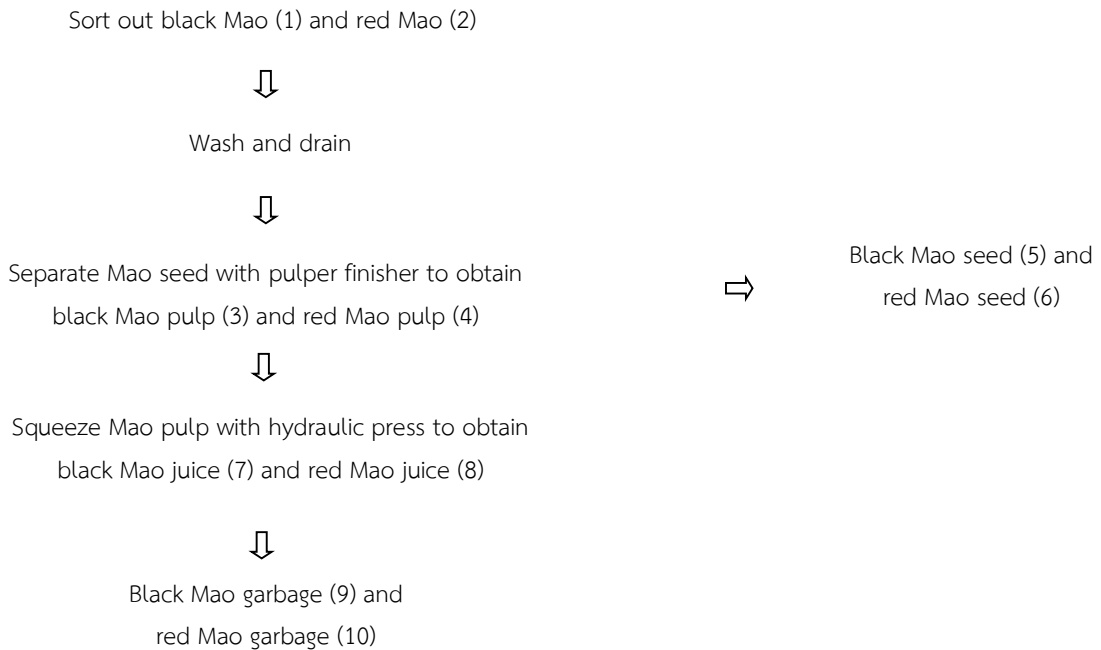


Figure 2 The process of preparing 10 parts of Mao samples

2.2. การศึกษาสมบัติทางกายภาพ

2.2.1. การวัดความชื้น

การวัดความชื้นของส่วนต่าง ๆ ของเม่าทำตามวิธีการมาตรฐานที่กำหนดโดย The Association of Official Agricultural Chemists (AOAC) [13]

2.2.2. การวัดค่า water activity

การวัดค่า water activity (a_w) ของส่วนต่าง ๆ ของเม่าวัดด้วยเครื่อง AQUALAB 4TE (Meter Group, Pullman, WA, USA) ตามวิธีการของ Rongtong และคณะ [14]

2.2.3. การวัดสี

การวัดสีของส่วนต่าง ๆ ของเม่าวัดด้วยเครื่อง Hunter Lab ColorFlex EZ spectrophotometer (The Stotto Group, Leicestershire, UK) ตามวิธีการของ Campbell และคณะ [15] และรายงานเป็นค่า L^* , a^* , b^* , C^* และ hue angle (h°) ในการวัดสีจะวัดทั้งตัวอย่างสด และตัวอย่างแห้ง ซึ่งทำให้แห้งด้วยเครื่อง Freeze Dryer รุ่น Heto PowerDry PL9000 (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA)

2.3. การวัดปริมาณฟีนอลิก

การวัดปริมาณฟีนอลิกของส่วนต่าง ๆ ของเม่าใช้วิธี Folin-Ciocalteu method โดยใช้ gallic acid (GA) เป็นสารมาตรฐาน [15]

2.4. การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ

การศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของส่วนต่าง ๆ ของเม่าใช้ 2 วิธี คือวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) assay โดยใช้ ascorbic acid เป็นสารมาตรฐาน [16] และวิธี Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay โดยใช้ ferrous sulfate ($FeSO_4$) เป็นสารมาตรฐาน [17]

2.5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การศึกษานี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการทดลองที่ได้ด้วย Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Statistics version 28

3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวัดความชื้นและค่า water activity ของส่วนต่าง ๆ ของเม่า พบว่า น้ำเม่าแดง (RMJ) และเนื้อเม่าแดง (RMP) มีความชื้น และ water activity สูงสุด โดยมีค่าความชื้นเท่ากับร้อยละ 94.29 และ 93.61 ตามลำดับ (Figure 3 a) และมีค่า water activity (a_w) เท่ากับ 1.00 และ 0.99 ตามลำดับ (Figure 3 b) ขณะที่เมล็ดเม่าดำ (BMS) และเมล็ดเม่าแดง (RMS) มีความชื้นต่ำสุด นอกจากนี้ยังพบว่ากากเม่าดำ (BMG) และกากเม่าแดง (RMG) มีความชื้นสูงถึง

ร้อยละ 47.08 และ 53.62 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการบีบคั้นน้ำเมาและกรองโดยเครื่อง hydraulic press ไม่สามารถคั้นน้ำออกได้จนหมด สอดคล้องกับผลการทดลองของ Promkhan และคณะ [7] ที่ระบุว่าร้อยละของผลผลิตที่ได้จากการคั้นน้ำเมาด้วยเครื่องดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 53.24 ที่เหลือร้อยละ 46.76 คือ ส่วนของกากและเมล็ด ทั้งนี้ขึ้นกับสายพันธุ์และปริมาณเมาเริ่มต้นที่นำเข้าสู่กระบวนการผลิต

จากการวัดสีพบว่าส่วนต่าง ๆ ของเมามีสีที่แตกต่างกันโดยทุกส่วนของเมา ยกเว้นน้ำเมาดำ (BMJ) มีค่า h^o อยู่ในช่วง 5.13-37.41 ซึ่งมีสีในช่วงแดงถึงม่วงแดง (Figure 4) ส่วนน้ำเมาดำ (BMJ) มีสีม่วงที่เข้มข้น จึงทำให้มีค่า h^o ที่สูงขึ้น โดยมีค่าเท่ากับ 350.02 สีดังกล่าวของเมาเกิดจากแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีแดง ม่วง น้ำเงิน สารดังกล่าวพบมากในผลไม้ตระกูลเบอร์รี่ [18] เมื่อนำตัวอย่างเมาไปอบแห้งด้วยวิธีการ Freeze dry แล้วนำไปวัดสี พบว่าทุกส่วนของเมาที่มีสีที่ซีดลงเมื่อเทียบกับตัวอย่างสด โดยสังเกตได้

จากค่า h^o ที่ลดลงมาอยู่ในช่วง 2.26-66.69 (Figure 4) การซีดลงของสีที่พบนี้อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นรงควัตถุหลักในเมา เมื่อตัวอย่างเมาได้รับความร้อนจากกระบวนการทำแห้ง การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแอนโทไซยานินทำให้ความคงตัวของแอนโทไซยานินจะลดลง ซึ่งส่งผลต่อสีของเมา [19] ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Mori และคณะ [20] ที่ศึกษาผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อการสูญเสียปริมาณแอนโทไซยานินในองุ่นแดง โดยศึกษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งผลการศึกษาพบว่าเมื่อเก็บรักษาอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส องุ่นมีแอนโทไซยานินในปริมาณมาก แต่เมื่ออุณหภูมิของการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเป็น 35 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินในองุ่นมีปริมาณลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากการสลายตัวของแอนโทไซยานินเมื่ออุณหภูมิในการเก็บสูงขึ้น

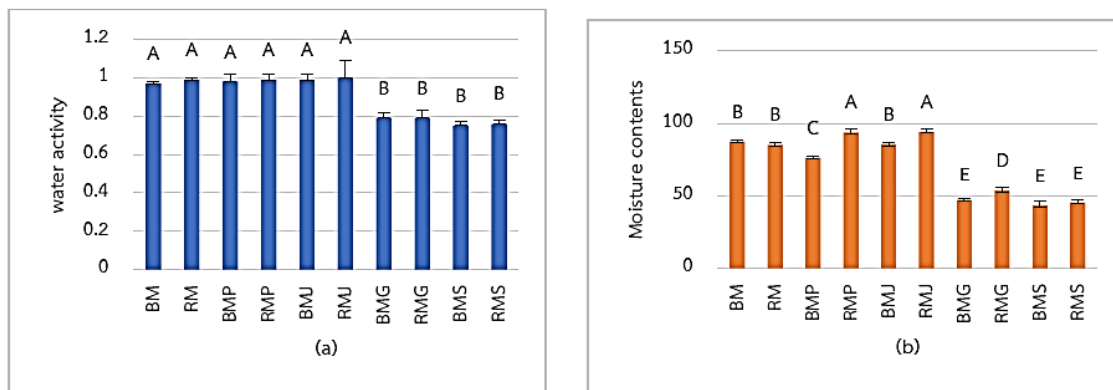


Figure 3 Water activity (a) and moisture contents (b) of 10 parts of Mao: black Mao (BM), red Mao (RM), black Mao pulp (BMP), red Mao pulp (RMP), black Mao juice (BMJ), red Mao juice (RMJ), black Mao seed (BMG), red Mao seed (RMG), black Mao garbage (BMS) and red Mao garbage (RMS). Different letters over bars for each graph indicate significant difference at $P \leq 0.05$

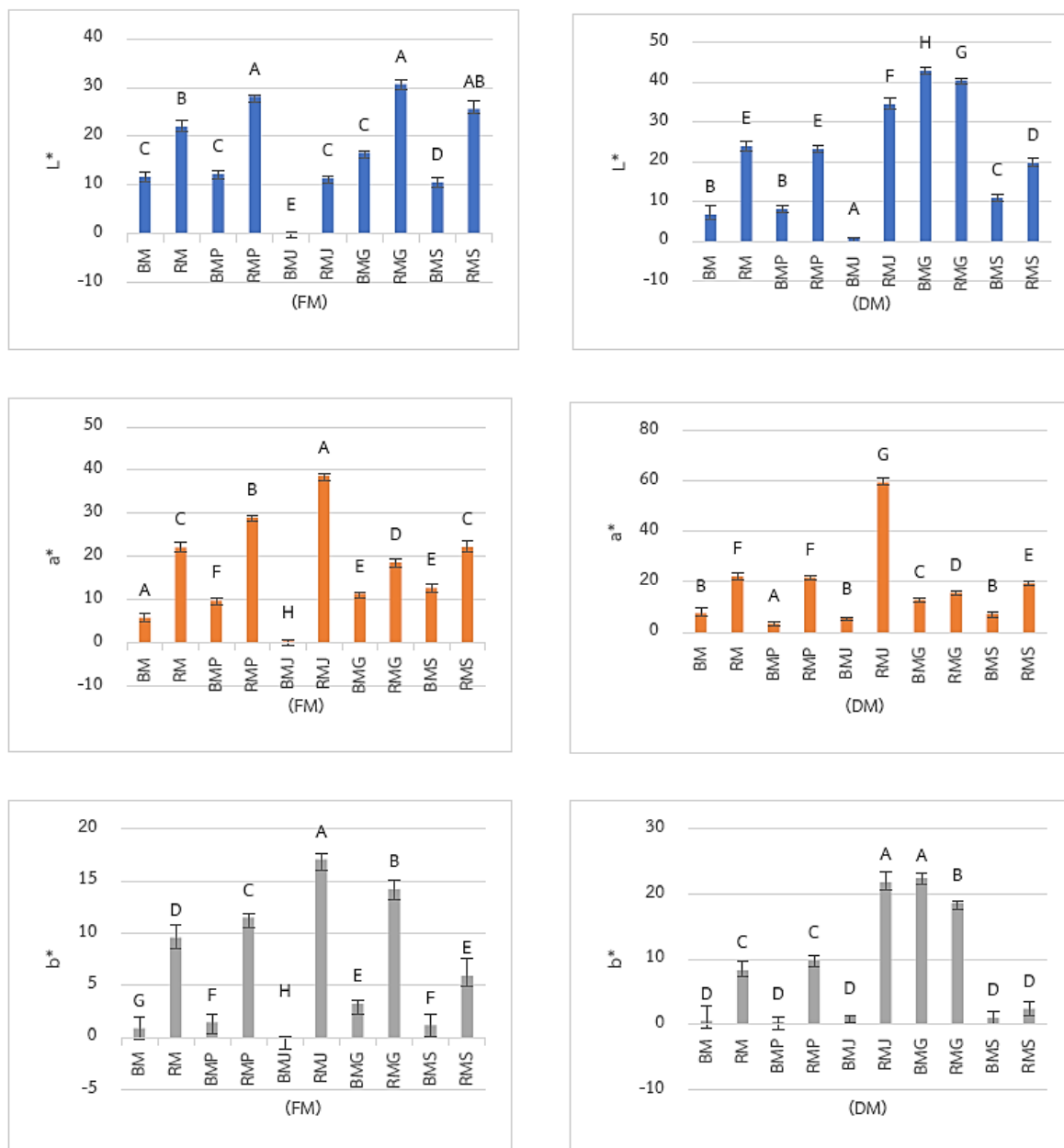


Figure 4 The color values (L^* , a^* , b^* , C^* and h°) of fresh Mao (FM) and dried Mao (DM): black Mao (BM), red Mao (RM), black Mao flesh (BMF), red Mao flesh (RMF), black Mao juice (BMJ), red Mao juice (RMJ), black Mao seed (BMG), red Mao seed (RMG), black Mao garbage (BMS) and red Mao garbage (RMS). Different letters over bars for each graph indicate significant difference at $P \leq 0.05$

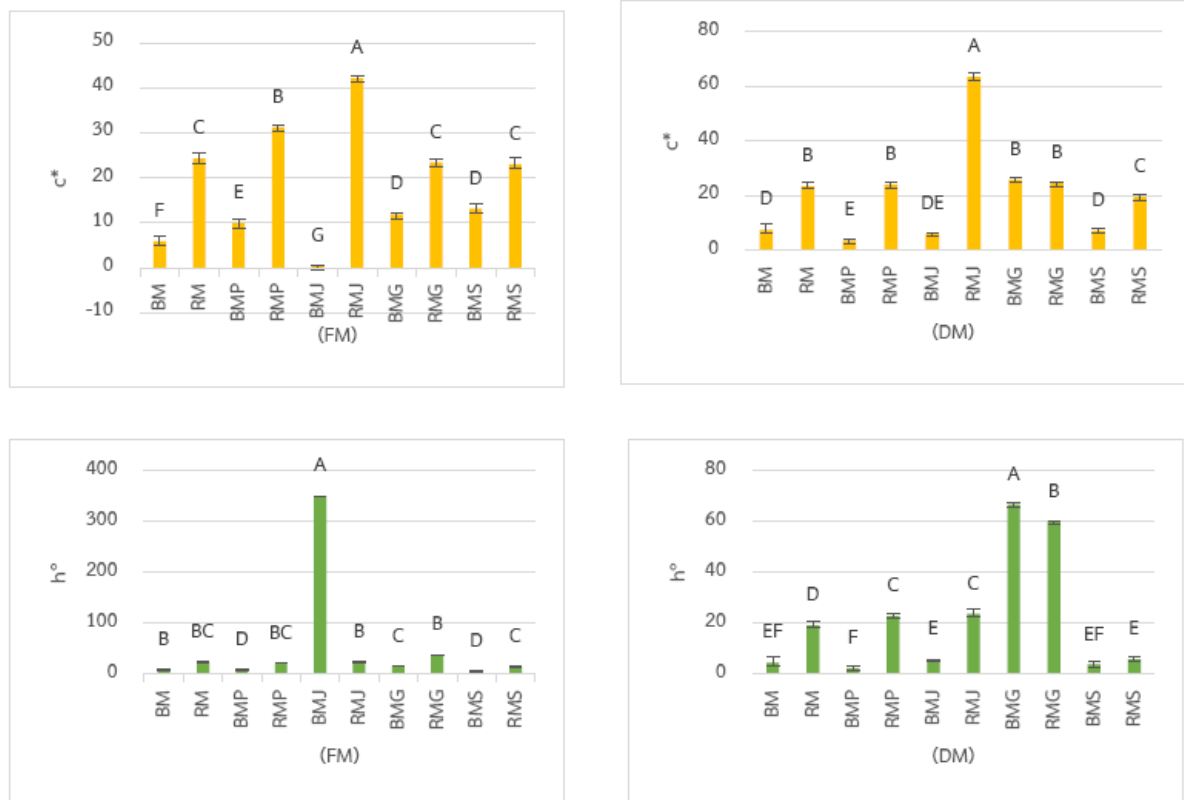


Figure 4 The color values (L^* , a^* , b^* , C^* and h°) of fresh Mao (FM) and dried Mao (DM): black Mao (BM), red Mao (RM), black Mao flesh (BMF), red Mao flesh (RMF), black Mao juice (BMJ), red Mao juice (RMJ), black Mao seed (BMG), red Mao seed (RMG), black Mao garbage (BMS) and red Mao garbage (RMS). Different letters over bars for each graph indicate significant difference at $P \leq 0.05$ (continued)

การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกโดยวิธี Folin-Ciocalteu method ใช้หลักการแตกตัวของฟีนอลิกเป็นโปรตอนและไอออนลบของ phenolate ซึ่งไอออนลบจะไปรีดิวซ์ Folin-Ciocalteu reagent ได้เป็นสารละลายสีน้ำเงิน [21] จากการทดลองพบว่าเมล็ดแมงคุด (BMS) มีปริมาณฟีนอลิกสูงที่สุด ตามด้วยผลแมงคุด (BM) และน้ำแมงคุด (BMJ) โดยมีค่าเท่ากับ 428.45, 365.19 และ 343.57 mg gallic acid equivalents (GAE)/100g ตัวอย่างแห้ง ตามลำดับ (Figure 5) อย่างไรก็ตามจากการทดลองนี้พบว่าแมงคุดมีฟีนอลิกในปริมาณที่น้อยกว่าผลไม้ชนิดอื่น เช่น องุ่น และผลไม้นิเวศกุลเบอร์รี่ (berries) [22] ทั้งนี้เนื่องจากจะขึ้นกับชนิดของผลไม้แล้ว ยังอาจขึ้นกับวิธีการสกัดและวิธีการวิเคราะห์ นอกจากนี้ในการศึกษานี้ยังพบว่าเมล็ดแมงคุด (BMS) ผลแมงคุด (BM) และน้ำแมงคุด (BMJ) ซึ่งมีปริมาณฟีนอลิกสูงสุดเป็น 3 อันดับแรก ยังมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุดเป็น 3 อันดับแรกด้วยเช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นวิธี DPPH assay หรือ FRAP assay (Figure 5) โดยเมื่อใช้วิธี DPPH assay พบว่า น้ำแมงคุด (BMJ) มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ตามด้วยเมล็ดแมงคุด (BMS) และผลแมงคุด (BM) โดยมีค่าเท่ากับ 59.71, 37.93 และ 31.78 mg ascorbic acid/100g ตัวอย่างแห้ง ตามลำดับ และเมื่อใช้วิธี FRAP assay พบว่า ผลแมงคุด

(BM) มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ตามด้วยเมล็ดแมงคุด (BMS) และน้ำแมงคุด (BMJ) โดยมีค่าเท่ากับ 24.63, 21.77 และ 21.41 $\mu\text{M FeSO}_4/100\text{g}$ ตัวอย่างแห้ง ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อใช้วิธี FRAP assay ยังพบว่าเนื้อแมงคุด (BMP) มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างจากเมล็ดแมงคุด (BMS) และน้ำแมงคุด (BMJ) โดยมีค่าเท่ากับ 21.28 $\mu\text{M FeSO}_4/100\text{g}$ ตัวอย่างแห้ง ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าปริมาณฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของส่วนต่าง ๆ ของแมงคุดมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยที่ผ่านมาที่พบว่าปริมาณฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน โดย Jorjong และคณะ [17] ศึกษาปริมาณฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแมงคุด 14 สายพันธุ์ที่ปลูกทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบว่าแมงคุดสายพันธุ์คำโหลมีปริมาณฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH assay และ FRAP assay สูงที่สุด นอกจากนี้ Sakhunkhu และคณะ [23] ได้รายงานไว้ว่าใบแมงคุดมีปริมาณฟีนอลิกและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าดอกแมงคุด

4. บทสรุป

การศึกษาสมบัติทางกายภาพ ปริมาณฟีนอลิก และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของเม่าหลวง โดยเปรียบเทียบส่วนของเม่าทั้งหมด 10 ส่วน ได้แก่ ผลเม่าดำ ผลเม่าแดง เนื้อเม่าดำ เนื้อเม่าแดง เมล็ดเม่าดำ เมล็ดเม่าแดง น้ำเม่าดำ น้ำเม่าแดง กากเม่าดำ และกากเม่าแดง พบว่าส่วนของเม่าทุกส่วน ยกเว้นน้ำเม่าดำ มีค่า h° อยู่ในช่วง 5.13-37.41 ซึ่งมีสีในช่วงแดงถึงม่วงแดง ส่วนน้ำเม่าดำมีสีม่วงที่เข้มข้น จึงทำให้มีค่า h° ที่สูงขึ้น แต่เมื่อนำตัวอย่างเม่ามาผ่านการทำให้แห้ง พบว่าสีของตัวอย่างซีดลง สังเกตได้จากค่า h° ที่มีค่าลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำเม่าแดงมีค่าความชื้น และ a_w สูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 94.29 และ 1.00 ตามลำดับ ส่วนของเม่าที่มีปริมาณฟีนอลิก และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจากการศึกษาโดยวิธี DPPH assay และวิธี FRAP assay สูงสุดสามอันดับแรก คือ เมล็ดเม่าดำ ผลเม่าดำ และน้ำเม่าดำ นอกจากนี้ยังพบว่าแต่ละส่วนของเม่าดำมีปริมาณฟีนอลิก และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าส่วนเดียวกันของเม่าแดง ดังนั้นเม่าดำ โดยเฉพาะเมล็ดเม่าดำ ผลเม่าดำ และน้ำเม่าดำ จึงเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมในการนำไปใช้พัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารและยา เพื่อเพิ่มการใช้ประโยชน์ของเม่าต่อไป

5. References

- [1] Sutin, S. 2016. Vitamins and free radicals. *Huachiew Chalermprakiet Science and Technology Journal*. 1(2): 80-92. (in Thai)
- [2] Lobo, V. and et al. 2010. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Reviews*. 4(8): 118-126.
- [3] Zymanczyk-Duda, E. and et al. 2018. Natural antioxidants-properties and possible applications. *Journal of Applied Biotechnology and Bioengineering*. 5(4): 251-258.
- [4] Vorarat, S., Intharapithakand, W. and Phrompittayarat, W. 2017. Comparison of analytical method for antioxidant activity between an image processing technique and microplate-DPPH assay. *Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University*. 19(3): 147-153. (in Thai)



Figure 5 Phenolic contents and antioxidant activity by DPPH assay and FRAP assay of 10 parts of Mao. Different letters over bars for each graph indicate significant difference at $P \leq 0.05$

- [5] Sreeramulu, D. and et al. 2013. Natural antioxidant activity of commonly consumed plant foods in India: effect of domestic processing. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**. 2013: 369479.
- [6] Anuck, I., Jatin, S. and Sanjay, B. 2017. Nutritional value, phytochemicals and antioxidant properties of two wild edible fruits (*Eugenia operculata* Roxb. and *Antidesma bunius* L.) from Assam, North-East India. **Mediterranean Journal of Nutritional and Metabolism**. 10(1): 29-40.
- [7] Promkhan, S., Sappaso, S. and Saythi, S. 2008. Effect of vacuum drying conditions on Mao powder quality. In: **Proceedings of the 5th Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus Conference**, 8-9 December 2008. Nakhon Pathom, Thailand. (in Thai)
- [8] Hemathulin, S. and Sombun, K. 2015. The functional Mao (*Antidesma bunius*) jelly drink with mucilage. **Khon Kaen Agriculture Journal**. 43(1): 299-334. (in Thai)
- [9] Hematurin, S. 2014. Utilization of purple corn cob mixed with Mao (*Antidesma bunius*). **Khon Kaen Agriculture Journal**. 42(3): 300-305. (in Thai)
- [10] Suravanichnirachorn, W. and et al. 2018. Effect of carrier type and concentration on the properties, anthocyanins and antioxidant activity of freeze-dried Mao [*Antidesma bunius* (L.) Spreng] powders. **Agriculture and Natural Resources**. 52: 354-360.
- [11] Butkhup, L. and Samappito, S. 2011. Phenolic constituents of extract from Mao Luang seed and skin-pulp residue and its antiradical and antimicrobial capacities. **Journal of Food Biochemistry**. 35(6): 1671-1679.
- [12] Jitjaroen, W. and et al. 2018. Chemical and chroatic properties of Mao-berry fruit as a key parameter for beverage industry. **International Journal of Food Engineering**. 4(4): 293-298.
- [13] AOAC. 2000. **Official Method of Analysis of AOAC International**. 17th edition, the Association Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD: AOAC International.
- [14] Rongtong, B. and et al. 2018. Determination of water activity, total soluble solids and moisture, sucrose, glucose and fructose contents in osmotically dehydrated papaya using near-infrared spectroscopy. **Agriculture and Natural Resources**. 52: 557-564.
- [15] Campbell, J. and et al. 2021. Evaluation of biochemical juice attributes and color-related traits in muscadine grape population. **Food**. 10: 1101.
- [16] Krongyut, O. and Sutthanut, K. 2019. Phenolic profile, antioxidant activity, and anti-obesogenic bioactivity of Mao Luang fruits (*Antidesma bunius* L.). **Molecules**. 24(22): 4109.
- [17] Jorjong, S., Butkhup, L. and Samappito, S. 2015. Phytochemicals and antioxidant capacities of Mao-Luang (*Antidesma bunius* L.) cultivars from Northeastern Thailand. **Food Chemistry**. 15(181): 248-255.
- [18] Khoo, H.E. and et al. 2017. Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. **Food & Nutrition Research**. 61(1): 1361779.
- [19] Pajareon, S. 2019. Stability of anthocyanin extract from riceberry rice branencapsulated with rice bran protein concentrate under different pH and heating conditions. **RMUTSB Academic Journal**. 7(2): 205-215. (in Thai)
- [20] Mori, K., Sugaya, S. and Gemma, H. 2005. Decreased anthocyanin biosynthesis in grape berries grown under elevated night temperature condition. **Scientia Horticulturae**. 105: 319-330.

- [21] Thonginla, V., Wanwimolruk, C. and Chuaybamroong, P. 2014. Correlation between antioxidant capacities of fruits analyzed with DMPD and phenolic contents, vitamin C, vitamin E and beta-carotene. **Burapha Science Journal**. 19(2): 93-104.
- [22] Schmidt, M., John, W.J. and Mary, A. 2006. Effects of food processing on blueberry antiproliferation and antioxidant activity. **Journal of Food Science**. 70(6): 389-394.
- [23] Sakhunkhu, S., Hanbunjit, C. and Chaiyarit, M. 2014. The studied on Male Mao Luang (*Antidesma* sp.) genetic diversity in Sakon-Nakhon by AFLP techniques and comparisons of quantities and activities of antioxidants substance in leaves and flowers of Male Mao luang (*Antidesma* sp.) genetic diversity in Sakon-Nakhon. **Khon Kaen Agriculture Journal**. 42(Suppl. 1): 465-472.