



การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ
ของสารสกัดใบกาฝากมะม่วงบนต้นส้มโอ

DETERMINATION OF PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT
ACTIVITY OF *DENDROPHTHOE PENTANDRA* MIQ. LEAF
ON POMELO TREE

พชรวรรณ คำไพเราะ

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

2567

©ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ
ของสารสกัดใบกาฝากมะม่วงบนต้นส้มโอ
DETERMINATION OF PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT
ACTIVITY OF *DENDROPHTHOE PENTANDRA* MIQ. LEAF
ON POMELO TREE

พชรวรรณ คำไพเราะ

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง
มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

2567

©ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง



หน้าอนุมัติการค้นคว้าอิสระ

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

การค้นคว้าอิสระเรื่อง การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบ
กาฝากมะม่วงบนต้นส้มโอ

Determination of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of
Dendrophthoe pentandra Miq. Leaf on Pomelo Tree

ผู้ประพันธ์ พชรวรรณ คำไพบเราะ

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัญญาวัฒน์ ปินตาทอง

ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรिता สังข์ทอง

กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาณุพงษ์ ใจวุฒิ

กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัทวัฒน์ สีขาว

กรรมการ

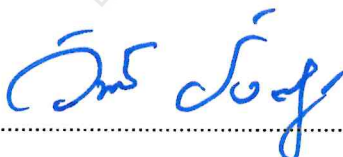
อาจารย์ที่ปรึกษา



.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรिता สังข์ทอง)

คณบดี



.....(รองศาสตราจารย์ ดร.วันดี รังสิจิตรประภา)

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระและรายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เนื่องจากได้รับความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรีตา สังข์ทอง อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้การช่วยเหลือ ชี้แนะแนวทางจนทำให้งานวิจัยนี้สามารถลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณอาจารย์ผู้คณะกรรมการสอบทุกท่านที่สละเวลาอันมีค่าของท่านเพื่อมาเป็นกรรมการในการสอบครั้งนี้ และให้คำแนะนำการสอบในครั้งนี้สามารถลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณสำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอางและเจ้าหน้าที่ทุกคน ที่มอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเครื่องสำอางและให้การช่วยเหลือจนงานวิจัยฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้อย่างดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณครอบครัวและคุณแฟนที่คอยผลักดันและให้การสนับสนุนในการเรียนครั้งนี้เป็นอย่างดี ขอขอบคุณนักดุ๊กที่ตัดกาฝากที่สวนมาให้ใช้ในงานวิจัย ขอขอบคุณน้อง ๆ กลุ่ม 4 ที่คอยให้การช่วยเหลือระหว่างการเรียน คอยให้กำลังใจและยังน่ารักกับพี่อยู่เสมอ ขอขอบคุณศิลปินคนโปรด DAY6 และ eaJ Park ที่คอยส่งพลังงานดี ๆ มาให้อยู่เสมอ ทุกท่านที่กล่าวมาเป็นบุคคลสำคัญที่ทำให้การค้นคว้าอิสระนี้สำเร็จลุล่วง

พชรวรรณ คำไพเราะ

ชื่อเรื่องการค้นคว้าอิสระ	การวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของ สารสกัดใบกาฝากมะม่วงบนต้นส้มโอ
ชื่อผู้ประพันธ์	พชรวรรณ คำไพเราะ
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง)
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรिता สังข์ทอง

บทคัดย่อ

กาฝากมะม่วง (*Dendrophthoe pentandra* Miq) เป็นพืชปรสิตชนิดหนึ่ง พบได้ทั่วไปในประเทศทางแถบเอเชีย กาฝากมะม่วงสามารถสังเคราะห์แสงเพื่อผลิตอาหารด้วยตัวเองได้ แต่ในขณะเดียวกันก็จะใช้รากเจาะลงไปในท่อน้ำเลี้ยงอาหารของต้นไม้อื่น เพื่อดูดสารอาหารมาเป็นของตัวเองด้วยเช่นกัน เมื่อต้นไม้ที่ถูกแย่งสารอาหารเป็นเวลานานจนเกินไป จะส่งผลให้ต้นไม้ยืนต้นตายในที่สุด กาฝากมะม่วงจึงเป็นพืชที่ส่งผลเสียต่อพืชชนิดอื่นเป็นอย่างมาก ในตำราแผนโบราณหรือตำราสมุนไพรได้กล่าวไว้ว่า ทุกส่วนของกาฝากมะม่วงสามารถใช้บำบัดรักษาอาการต่าง ๆ ได้ เช่น ลดความดันโลหิต รักษาบาดแผล บำรุงโลหิต แก้โรคทางเดินปัสสาวะ เป็นต้น ซึ่งไม่มีความเป็นพิษต่อตับและไตของมนุษย์ งานวิจัยนี้สนใจวิเคราะห์หาองค์ประกอบที่สำคัญและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบกาฝากมะม่วง โดยสกัดสารสกัดใบกาฝากมะม่วงด้วยตัวทำละลายที่ต่างกัน 4 ชนิด ได้แก่ เฮกเซน เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอล ด้วยเทคนิค Maceration พบว่า ตัวทำละลายเอทานอลให้ปริมาณสารสกัดใบกาฝากมะม่วงมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เท่ากับ ร้อยละ 9.5807 ± 0.4632 และตัวทำละลายเฮกเซนให้ปริมาณสารสกัดใบกาฝากมะม่วงน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เท่ากับ ร้อยละ 1.4905 ± 0.098 จากนั้นนำสารสกัดมาวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกรวม พบว่า สารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลมีปริมาณสารฟีนอลิกรวมมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เท่ากับ 1820.88 ± 22.08 มิลลิกรัมแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง และสารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนมีปริมาณสารฟีนอลิกรวมน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เท่ากับ 227.90 ± 2.98 มิลลิกรัมแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง เมื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวม พบว่า สารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยเอทานอลมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวมที่สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เท่ากับ 7726.70 ± 143.63 มิลลิกรัมเคอเซทินต่อกรัมตัวอย่าง และสารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวมน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เท่ากับ 3167.69 ± 114.99 มิลลิกรัมเคอเซทินต่อกรัมตัวอย่าง เมื่อนำมาวิเคราะห์

หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่า สารสกัดเอทานอลมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด โดยมีค่า IC_{50} ต่ำที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เท่ากับ 87.15 ± 2.47 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสารสกัด เฮกเซนมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุด แต่มีค่า IC_{50} ที่สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เท่ากับ $1,848.47 \pm 48.03$ ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร นอกจากนี้ การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วย เทคนิค LC Q-TOF พบสารสำคัญในกลุ่มซาโปนิน อัลคาลอยด์ เทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ และ ฟีนอลิก โดยพบสารอนุพันธ์ของเคอเซทินและไมริเซทินหลายชนิด เช่น Quercetin 7-(6"-galloylglucoside) Quercetin 3-(2-caffeoylglucuronoside) และ Myricetin 3-(2",3"-digalloylrhamnoside) เป็นต้น ซึ่งเป็นสารที่มีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระอย่างโดดเด่น ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า ใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยเอทานอลเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ จากธรรมชาติที่มีศักยภาพสูง เหมาะสำหรับการนำไปพัฒนาในผลิตภัณฑ์ทางเภสัชกรรมหรือ ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารในอนาคต

คำสำคัญ: กาฝากมะม่วง, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, เคอเซทิน, ไมริเซทิน



Independent Study Title Determination of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of *Dendrophthoe pentandra* Miq. Leaf on Pomelo Tree

Author Patcharawan Khompairou

Degree Master of Science (Cosmetic Science)

Advisor Assistant Professor Sarita Sangthong, Ph. D.

ABSTRACT

Dendrophthoe pentandra Miq., is a hemiparasitic plant widely found across Asia. Although it possesses the ability to perform photosynthesis, the plant also penetrates the host's vascular system to absorb nutrients and water, often resulting in the gradual decline and eventual death of the host tree. In traditional medicine, every part of *D. pentandra* has been employed to treat a variety of conditions, including hypertension, wound healing, blood enrichment, and urinary disorders, and is considered non-toxic to the human liver and kidneys. This study aimed to investigate the phytochemical constituents and antioxidant properties of *D. pentandra* leaf extracts obtained using four different solvents as hexane, ethyl acetate, acetone, and ethanol via the maceration technique. Among these, ethanol yielded the highest extractive content ($9.5807 \pm 0.4632\%$), while hexane provided the lowest ($1.4905 \pm 0.098\%$), with statistically significant differences ($p < 0.05$). Quantitative analysis revealed that the ethanol extract also contained the highest total phenolic content (1820.88 ± 22.08 mg GAE/g) and the highest total flavonoid content (7726.70 ± 143.63 mg QE/g), both significantly greater than those from other solvents ($p < 0.05$). In contrast, the hexane extract exhibited the lowest levels of these compounds. Assessment of antioxidant activity using the DPPH assay demonstrated that the ethanol extract exhibited the strongest radical scavenging activity, with the lowest IC_{50} value (87.15 ± 2.47 μ g/mL), whereas the hexane extract showed the weakest activity ($IC_{50} = 1848.47 \pm 48.03$ μ g/mL), also with statistical significance ($p < 0.05$). Further analysis using LC Q-TOF identified a variety of bioactive compound groups, including saponins,

alkaloids, terpenoids, flavonoids, and phenolics. Notably, several derivatives of quercetin and myricetin were detected, such as Quercetin 7-(6"-galloylglucoside), Quercetin 3-(2-caffeoylglucuronoside), Quercetin 3,7-diglucuronide, and Myricetin 3-(2",3"-digalloylrhamnoside), all of which are known for their potent antioxidant properties. These findings highlight the potential of ethanol extract of *D. pentandra* leaves as a rich source of natural antioxidants, offering promising applications in nutraceutical and pharmaceutical formulations.

Keywords: Mistletoe, Antioxidant, Quercetin, Myricetin

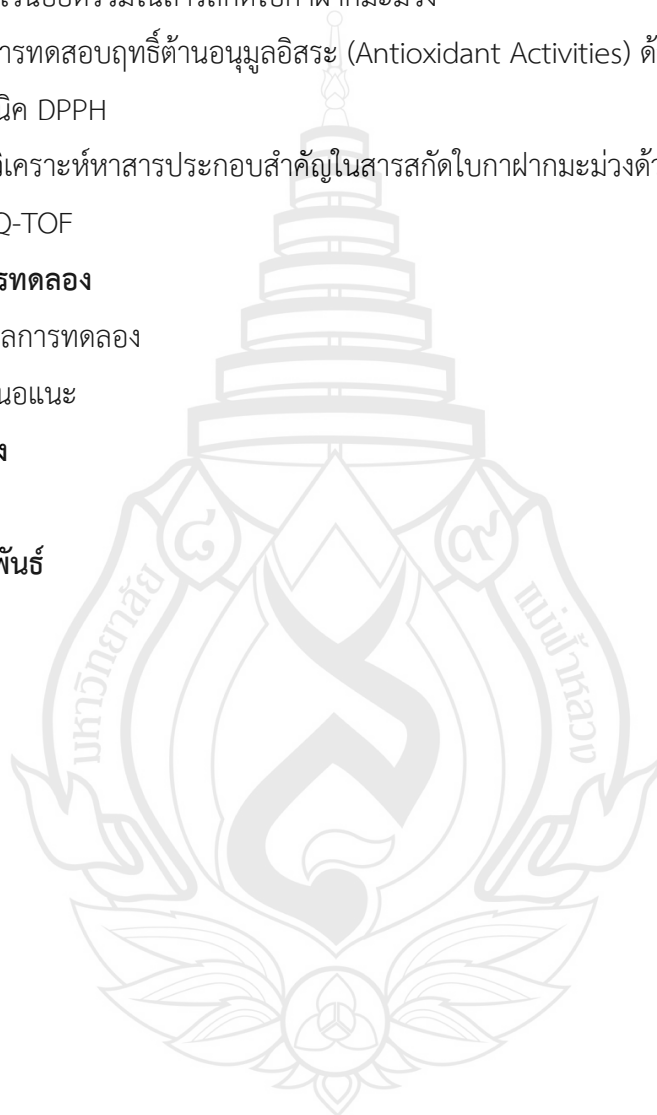


สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
1.1 ที่มาของปัญหาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2 ทบทวนวรรณกรรม	4
2.1 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant Agent)	4
2.2 กาฝากมะม่วง (<i>Dendrophthoe pentandra</i> Miq)	7
2.3 การสกัด	10
2.4 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยเทคนิค DPPH	11
2.5 การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิก ด้วยเทคนิค Folin-Ciocalteu	11
2.6 การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ ด้วยเทคนิค Aluminium Chloride Colorimetric	12
2.7 เทคนิค Quadrupole Time-of-Flight (Q-TOF) Mass Spectrometer	12
3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	13
3.1 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย	13
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย	13
3.3 การสกัดสารสกัดใบกาฝาก	14
3.4 การทดสอบหาปริมาณสารฟีนอลิกรวม (Total Phenolic Content; TPC)	15
3.5 การทดสอบหาปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวม (Total Flavonoid Content; TFC)	16
3.6 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidation Activities)	17
3.7 การหาลำดับประกอบของสารสกัดใบกาฝากด้วยเทคนิค LC Q-TOF	17
4 ผลการทดลองและการอภิปราย	19
4.1 ผลการสกัดใบกาฝาก	19

สารบัญ

บทที่	หน้า
4.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกรวม และการวิเคราะห์หาปริมาณสาร ฟลาโวนอยด์รวมในสารสกัดใบกาฝากมะม่วง	20
4.3 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant Activities) ด้วย เทคนิค DPPH	23
4.4 การวิเคราะห์หาสารประกอบสำคัญในสารสกัดใบกาฝากมะม่วงด้วยเทคนิค LC Q-TOF	25
5 สรุปผลการทดลอง	36
5.1 สรุปผลการทดลอง	36
5.2 ข้อเสนอแนะ	36
รายการอ้างอิง	37
ภาคผนวก	47
ประวัติผู้ประพันธ์	60



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ตัวอย่างโมเลกุลอนุมูลอิสระ (Reactive oxygen species : ROS) และโมเลกุลที่ไม่ใช่อนุมูลอิสระ (Non-free radical species)	5
4.1 แสดงปริมาณของสารสกัดใบกาฝากมะม่วง	19
4.2 แสดงปริมาณสารฟีนอลิกรวมและสารฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดใบกาฝากมะม่วง	21
4.3 แสดงค่า IC_{50} ของสารสกัดใบกาฝากมะม่วง	24
4.4 แสดงสารที่พบในสารสกัดใบกาฝากมะม่วง	27



สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 โครงสร้างทางเคมีพื้นฐานของสารพลาโนนอยด์	7
2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกาฝาก <i>Dendrophthoe pentandra</i> Miq.	7
3.1 (ก) ใบกาฝากขณะตากแห้ง (ข) ใบกาฝากแห้งบดละเอียด	14
3.2 (ก) เครื่อง Incubator shaker (ข) เครื่อง Rotary evaporator	15



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เกษตรกรรมเป็นสิ่งที่อยู่คู่กับประเทศไทยมาช้านาน เนื่องจากประเทศไทยนั้นตั้งอยู่บนเขตภูมิประเทศที่เอื้ออำนวยต่อการทำการเกษตร ประชากรในประเทศส่วนใหญ่จึงประกอบอาชีพทางการเกษตรหรือเกี่ยวข้องกับการเกษตรมาโดยตลอด (กิตติศักดิ์ ทองมีทิพย์, 2564) ภาคการเกษตรนั้นมีความสำคัญต่อประเทศไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นพื้นฐานของแหล่งวัตถุดิบและการผลิต หรือเป็นแหล่งปัจจัยสี่ซึ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ในปัจจุบันภาคการเกษตรนั้นได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากสภาวะโลกร้อน ส่งผลให้โลกมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น และเกิดความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นนั้นส่งผลกระทบต่อภาคการเกษตรมากมาย ได้แก่ ภัยแล้ง น้ำท่วม และการแพร่กระจายของวัชพืช แมลงศัตรูพืชและโรคพืช (دنุวัศ สาศริก และคณะ, 2561)

กาฝาก (Parasitic Plant) เป็นพืชปรสิตที่อาศัยอยู่บนต้นไม้อื่นซึ่งพบได้ทั่วไป ทั้งต้นไม้อาศัยอยู่ในป่าตามธรรมชาติและต้นไม้อื่นในสวนที่ชาวบ้านปลูกขึ้นเพื่อทำการเกษตร ในตำราแผนโบราณหรือตำราสมุนไพรได้กล่าวไว้ว่า ทุกส่วนของกาฝากนั้นสามารถใช้เป็นยาช่วยบำบัดรักษาอาการต่าง ๆ ได้ เช่น ลดความดันโลหิต รักษาบาดแผล บำรุงโลหิต และรักษาโรคทางเดินปัสสาวะ เป็นต้น ซึ่งกาฝากนั้นไม่มีความเป็นพิษต่อดับและโตของมนุษย์ (พรสุดา เรืองเสวียด และคณะ, 2558) กาฝากนั้นจะใช้รากเจาะลงไปบนท่อลำเลียงน้ำและอาหารของต้นไม้อื่น เพื่อแย่งสารอาหารและแร่ธาตุที่สำคัญมาเป็นของตนเอง ส่งผลให้ต้นไม้นั้นขาดสารอาหาร เมื่อถึงไ้เป็นระยะเวลานานจะทำให้ต้นไม้นั้นยืนต้นตายลงไปในที่สุด การขยายพันธุ์ของกาฝากนั้นจะอาศัยนก โดยอาศัยการผสมกันของเกสรตัวผู้และตัวเมียจากเกสรที่ติดอยู่บริเวณปากหรือเท้าของนกที่ได้สัมผัสกับเกสรของดอกในต้นก่อนหน้านี้ เมื่อนกมาสัมผัสกับเกสรของดอกในต้นอื่น ๆ จะทำให้เกิดการผสมพันธุ์ขึ้น หรืออาศัยการถ่ายมูลของนกที่กินเมล็ดของกาฝากเข้าไป เมื่อนกถ่ายมูลลงบนกิ่งของต้นไม้อื่นจะทำให้เกิดเป็นต้นอ่อนกาฝากขึ้นบนต้นไม้นั้น กาฝากที่พบมากที่สุดในประเทศไทยมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Dendrophthoe pentandra* Miq. อยู่ในวงศ์ Loranthaceae มีลักษณะเป็นพุ่ม ลำต้นแข็งเป็นปุ่มติดกับต้นไม้อื่นที่ถูกลำเลียง ลักษณะของใบเป็นใบเดี่ยวเรียงตัวตรงข้ามกัน ออกดอกบริเวณข้อและง่ามใบ ลักษณะของดอกเป็นช่อกระจุก มีสีเขียวปนเหลืองหรือส้ม รูปร่างคล้ายระฆัง ในงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า มีการพบสาร Quercitrin

ในสารสกัดใบกาฝาก ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง และมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อแบคทีเรียอีกด้วย (Hardiyanti et al., 2019) กาฝากเป็นพืชที่มีสารฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์เป็นองค์ประกอบ ซึ่งปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์ที่อยู่ในสารสกัดนั้นส่งผลโดยตรงต่อฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (Yismairai et al., 2019) และเนื่องจากกาฝากดำรงชีวิตด้วยการอาศัยสารอาหารจากต้นไม้อื่น ทำให้กาฝากแต่ละต้นมีสารประกอบบางชนิดและฤทธิ์ทางชีวภาพที่ต่างกันเล็กน้อยขึ้นอยู่กับต้นไม้ที่กาฝากอาศัยอยู่ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจที่จะวิเคราะห์หาสารสำคัญและฤทธิ์ทางชีวภาพของกาฝากที่อาศัยอยู่บนต้นส้มโอ เนื่องจากส้มโอเป็นพืชที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และมีสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่สำคัญเป็นองค์ประกอบ เช่น Naringin Hesperidine และ Neohesperidin เป็นต้น (Mukkumrai et al., 2021)

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 วิเคราะห์หาตัวทำละลายที่ดีที่สุดในการสกัดสารสำคัญจากใบกาฝากมะม่วง
- 1.2.2 วิเคราะห์หาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดใบกาฝากมะม่วง
- 1.2.3 วิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดที่อยู่ในสารสกัดใบกาฝากมะม่วง
- 1.2.4 วิเคราะห์หาสารประกอบทางเคมีที่สำคัญในสารสกัดใบกาฝากมะม่วง

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

การเตรียมสารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่อาศัยอยู่บนส้มโอซึ่งสกัดด้วยเทคนิคการหมัก (Maceration) โดยใช้ตัวทำละลายที่มีขั้วแตกต่างกัน จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปวิเคราะห์หาฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยเทคนิค DPPH และวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Content ; TPC) ด้วยเทคนิค Folin-Ciocalteu และวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total Flavonoid Content ; TFC) ด้วยเทคนิค Aluminium Chloride Colorimetric จากนั้นวิเคราะห์หาสารประกอบทางเคมีที่สำคัญในสารสกัดใบกาฝากมะม่วงโดยใช้เทคนิค Liquid Chromatography-Quadrupole Time-of-Flight Mass Spectrometer (LC Q-TOF)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้สารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และมีสารกลุ่มฟีนอลิกและสารกลุ่มฟลาโวนอยด์เป็นองค์ประกอบในสารสกัด
- 1.4.2 พบสารประกอบทางเคมีที่สำคัญในใบกาฝากมะม่วง



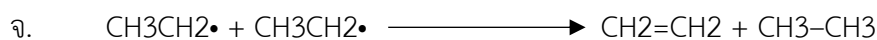
บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant Agent)

ออกซิเจนเป็นตัวการสำคัญของปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันและกระบวนการทำงานของเอนไซม์ในสิ่งมีชีวิต เป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการเผาผลาญพลังงานของสิ่งมีชีวิต โดยออกซิเจนนั้นสามารถถ่ายโอนอิเล็กตรอนจากอะตอมหนึ่งสู่อะตอมหนึ่งได้ จึงทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอนที่อยู่ในระบบการไหลของอิเล็กตรอน (Electron flow) เพื่อผลิตพลังงานในรูป ATP แต่หากในระบบการไหลของอิเล็กตรอนนั้นเกิดการถ่ายโอนอิเล็กตรอนแบบไม่ครบคู่ จะทำให้เกิดเป็นอนุมูลอิสระขึ้น ซึ่งอนุมูลอิสระคือ อะตอม โมเลกุล หรือ ไอออนที่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวไม่ครบคู่ มีความไม่เสถียรสูงมาก และไวต่อการทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่น ๆ โดยอนุมูลอิสระมักเกิดจากองค์ประกอบของ 3 ธาตุหลัก ได้แก่ ออกซิเจน ไนโตรเจน และ ซัลเฟอร์ เนื่องจากอนุมูลอิสระนั้นมีปฏิกิริยาตอบสนองอย่างรวดเร็ว และมักจะโจมตีโมเลกุลที่อยู่ใกล้กับเซลล์นั้น ๆ ทำให้เกิดความเสียหายอย่างมีอาจหลีกเลี่ยงได้ (Gulcin, 2020) การผลิตโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวไม่ครบคู่เป็นจำนวนมาก จะส่งผลเสียโดยตรงต่อเซลล์ในร่างกายมนุษย์ที่ประกอบไปด้วยโปรตีน ไขมัน RNA และ DNA โดยอะตอมออกซิเจนที่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวไม่ครบคู่จะเข้าโจมตีบริเวณเบสของกรดนิวคลีอิก สายของกรดอะมิโนในโปรตีน และพันธะคู่ของไขมันไม่อิ่มตัว (Lu et al., 2010) การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในร่างกายมนุษย์ ส่งผลให้เกิดโรคได้ เช่น การอักเสบ การอุดตันของไขมันในเส้นเลือด และการแก่ชรา เป็นต้น (Shahidi & Zhong, 2015) เนื่องจากอนุมูลอิสระนั้นมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวไม่ครบคู่ ทำให้ต้องคอยแย่งจับกับอิเล็กตรอนของโมเลกุลอื่นเพื่อทำให้ประจุของตัวเองเกิดความเสถียร ส่งผลให้โมเลกุลที่โดนแย่งอิเล็กตรอนไปนั้นเกิดประจุใหม่ขึ้น ทำให้เกิดความไม่เสถียรและไปแย่งจับกับอิเล็กตรอนที่อยู่ในโมเลกุลอื่นต่อไปเรื่อย ๆ เกิดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (Antolovich et al., 2001) อนุมูลอิสระมีกลไกการทำปฏิกิริยาที่แตกต่างกัน ได้แก่ การให้หรือรับอิเล็กตรอน (ก) การแยกไฮโดรเจน (ข) ปฏิกิริยาการทำลายตัวเอง (ค) ปฏิกิริยาการเติม (ง) และความไม่สมส่วน (จ) (Gulcin, 2020)





ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างโมเลกุลอนุมูลอิสระ (Reactive oxygen species : ROS) และโมเลกุลที่ไม่ใช่อนุมูลอิสระ (Non-free radical species)

โมเลกุลอนุมูลอิสระ		โมเลกุลที่ไม่ใช่อนุมูลอิสระ	
อนุมูลไฮดรอกซิล	$\text{HO}\cdot$	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	H_2O_2
อนุมูลซูเปอร์ออกไซด์	$\text{O}_2\cdot^-$	ซิงเกิ้ลตออกซิเจน	$^1\text{O}_2$
อนุมูลไฮโดรเปอร์ออกซิล	$\text{HOO}\cdot$	โอโซน	O_3
อนุมูลลิพิด	$\text{L}\cdot$	ลิพิดไฮโดรเปอร์ออกไซด์	LOOH
อนุมูลลิพิดเปอร์ออกซิล	$\text{LOO}\cdot$	ไฮโปคลอไรต์	HOCl
อนุมูลเปอร์ออกซิล	$\text{ROO}\cdot$	เปอร์ออกซีไนเตรต	ONOO^-
อนุมูลลิพิดอัลคอกซิล	$\text{LO}\cdot$	ไดไนโตรเจนไดรอกไซด์	N_2O_3
อนุมูลไนโตรเจนไดรอกไซด์	$\text{NO}_2\cdot$	กรดไนตริก	HNO_2
อนุมูลไนตริกออกไซด์	$\text{NO}\cdot$	ไนตริกคลอไรด์	NO_2Cl
ไนโตรซิลที่มีประจุบวก	NO^+	ไนโตรซิลที่มีประจุลบ	NO^-
อนุมูลไทลิล	$\text{RS}\cdot$	กรดเปอร์ออกซีไนเตรต	ONOOH
อนุมูลโปรตีน	$\text{P}\cdot$	ไนตรัสออกไซด์	N_2O

ปัจจัยภายในร่างกายที่เกี่ยวข้องกับการสร้างอนุมูลอิสระ ได้แก่ กระบวนการเผาผลาญของไมโทคอนเดรียผ่านเอนไซม์แซนทีนออกซิเดส (Xanthine Oxidase : XO) กระบวนการอักเสบ ภาวะขาดเลือด และการออกกำลังกาย เป็นต้น ในส่วนของปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้องกับการสร้างอนุมูลอิสระนั้น ได้แก่ มลภาวะของสิ่งแวดล้อม การสูบบุหรี่ รังสี ยา โอโซน ยาฆ่าแมลง และตัวทำละลายบางชนิดที่ใช้ในอุตสาหกรรม เป็นต้น (Gulcin, 2020)

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารที่ช่วยยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ออกซิเดชัน หรือช่วยให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดขึ้นช้าลงกว่าปกติ (Antolovich et al., 2002) กลไกการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ออกซิเดชัน ของสารต้านอนุมูลอิสระคือการรับหรือให้อะตอมไฮโดรเจนแก่สารอนุมูลอิสระ เพื่อให้สารอนุมูลอิสระเกิดความเสถียร (Munteanu & Apetrei, 2021) สารต้านอนุมูลอิสระช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน โดยจะเข้าจับกับออกซิเจนในโมเลกุลอนุมูลอิสระ และช่วยยับยั้งไม่ให้เซลล์เหล่านั้นถูกทำลาย เมื่อสารต้านอนุมูลอิสระให้อิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระแล้ว โมเลกุลของมันจะไม่กลายเป็นอนุมูลอิสระตัวใหม่ ส่งผลให้การเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ออกซิเดชันนั้นสิ้นสุด สารต้านอนุมูลอิสระแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ สารต้านอนุมูลอิสระแบบไม่ใช่อินทรีย์ (Non-

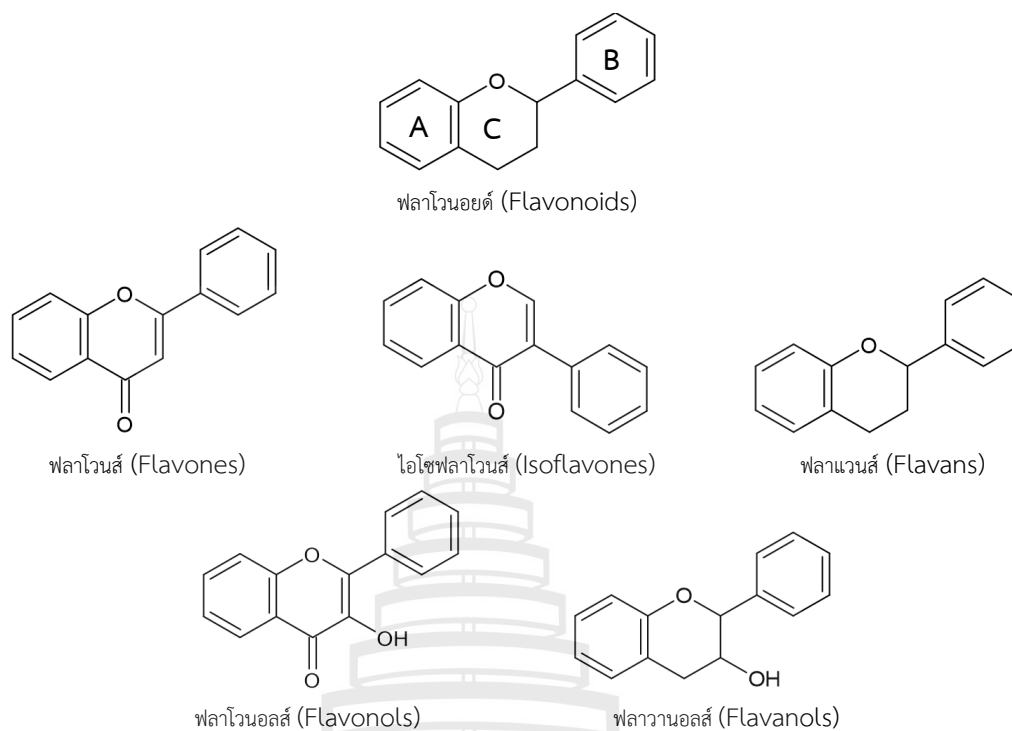
enzymatic antioxidant) ทำหน้าที่ในการขัดขวางปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระ ตัวอย่างของสารต้านอนุมูลอิสระแบบไม่ใช่อินทรีย์ ได้แก่ วิตามินอี วิตามินซี สารโพลีฟีนอลในพืช สารแคโรทีนอยด์ เป็นต้น และสารต้านอนุมูลอิสระอีกประเภทหนึ่ง คือ สารต้านอนุมูลอิสระแบบเป็นอินทรีย์ (Enzymatic antioxidant) ทำหน้าที่แตกตัวและกำจัดอนุมูลอิสระ โดยการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันให้กลายเป็นสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และกลายเปลี่ยนเป็นน้ำในที่สุด ตัวอย่างของสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นอินทรีย์ ได้แก่ Superoxide Dimutases (SODs) Catalase และ Glutathione Peroxidases เป็นต้น เมื่อจำแนกสารต้านอนุมูลอิสระตามแหล่งกำเนิด สามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ สารต้านอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิกที่ได้จากพืช และสารต้านอนุมูลอิสระที่เกิดจากสังเคราะห์ขึ้น ได้แก่ Butylated Hydroxyanisole (BHA) Butylated Hydroxytoluene (BHT) และ Tertbutyl Hydroquinone (TBHQ) เป็นต้น (Dontha, 2016)

2.1.1 สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic Compound)

สารประกอบฟีนอลิก เป็นสารทุติยภูมิที่ได้รับจากพืช มีวงอะโรมาติกและหมู่ไฮดรอกซิลเป็นองค์ประกอบในโครงสร้างโมเลกุล สารประกอบฟีนอลิกนั้นมีความสามารถในการให้อะตอมไฮโดรเจนหรือให้อิเล็กตรอน และยังสามารถในการสร้างพันธะเชิงซ้อนกับโลหะ เช่น เหล็ก ทองแดง เป็นต้น ด้วยคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้สารฟีนอลิกเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (Vuolo et al., 2019) สารฟีนอลิกที่พบในธรรมชาติมีมากกว่า 8,000 ชนิด สามารถจำแนกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้ดังนี้ กลุ่มกรดฟีนอลิก (Phenolic acid) กลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) กลุ่มสตีลเบน (Stilbenes) กลุ่มลิกนินส์และโพลีเมอร์ของลิกนินส์ (Butkhup, 2011)

2.1.2 สารฟลาโวนอยด์ (Flavonoid Compound)

ฟลาโวนอยด์เป็นสารประกอบฟีนอลิกประเภทหนึ่งที่พบได้มากที่สุดในผักและผลไม้ ซึ่งมีฤทธิ์ทางชีวภาพมากที่สุด โครงสร้างทางเคมีของสารฟลาโวนอยด์ประกอบด้วยวงฟีนิล (Phenyl ring) 2 วง คือ วงฟีนิล A และ B จับกับวงไพแรน C (Heterocyclic pyran) ซึ่งอยู่ตรงกลางระหว่างวงฟีนิลทั้ง 2 วง (Rosa et al., 2019) การเปลี่ยนแปลงของวงไพแรนทำให้สามารถแบ่งสารฟลาโวนอยด์ออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ แอนโทไซยานินส์ (Anthocyanins) ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีสี พบมากในสีของพืช ผัก และผลไม้ และแอนโทแซนทินส์ (Anthoxanthins) เป็นสารประกอบที่ไม่มีสี แอนโทแซนทินส์สามารถจำแนกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ กลุ่มฟลาโวนส์ (Flavones) กลุ่มฟลาแวนส์ (Flavans) กลุ่มไอโซฟลาโวนส์ (Isoflavones) กลุ่มฟลาโวนอลส์ (Flavonols) กลุ่มฟลาแวนอลส์ (Flavanols) และอนุพันธ์ในรูปไกลโคไซด์ (Glycoside Derivatives) (Butkhup, 2011)



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างทางเคมีพื้นฐานของสารฟลาโวนอยด์

2.2 กาฝากมะม่วง (*Dendrophthoe pentandra* Miq)



ภาพที่ 2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของกาฝาก *Dendrophthoe pentandra* Miq.

กาฝากมะม่วง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *Dendrophthoe pentandra* Miq ชื่อพ้อง คือ *Loranthus pentandrus* L. เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Loranthaceae มีลักษณะเป็นไม้พุ่มเบียน ลำต้น

แข็ง ยอดอ่อน ใบเดี่ยวเรียงสลับ สีเขียวหม่น ด้านล่างใบมีสีเข้มกว่าด้านท้องใบ 4-5 คู่ มีดอกแบบช่อ กระจะซึ่งจะออกตามข้อ ประมาณ 5-6 ดอก แต่ละดอกมีใบประดับรองรับ 1 ใบ กลีบดอก 5 กลีบ มีสีเขียว สีเหลือง และสีส้ม เมื่อดอกบานจะมีรูปร่างคล้ายระฆัง ปลายแยก 5 แฉกแล้วม้วนกลับ ก้านเกสรเพศผู้มี 5 อัน ก้านเกสรเพศเมียมี 1 อัน มีผลรูปไข่ (พรสุตา เรื่องเสียด และคณะ, 2558)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกาฝากมะม่วง

การศึกษาหาสารพิษเคมีเบื้องต้นและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยวิธีการต้มในน้ำ และสกัดด้วยเอทานอลแล้วสกัดแยกส่วนด้วยเฮกเซน เอทิลอะซิเตต และเอทานอล จากการทดสอบหาสารพิษเคมีเบื้องต้น พบว่า สารสกัดทั้งหมดมีสารฟลาโวนอยด์และไตรเทอร์พีนอยด์เป็นองค์ประกอบ สารแทนนินพบในสารสกัดทั้งหมดยกเว้นสารสกัดแยกส่วนเฮกเซน สารซาโปนินพบในสารสกัดทั้งหมดยกเว้นสารสกัดแยกส่วนเฮกเซนและเอทิลอะซิเตต เมื่อนำสารสกัดทั้งหมดไปทดสอบหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยเทคนิค DPPH พบว่า สารสกัดแยกส่วนเอทิลอะซิเตต สารสกัดจากเอทานอล และสารสกัดจากน้ำมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มากที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 6.4 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร 6.8 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ 11.4 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (Fitrilia et al., 2015)

การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของใบกาฝากมะม่วงที่อาศัยอยู่บนต้นไม้ที่ต่างกัน 4 ชนิด ได้แก่ ต้นคิเปิล (*Stelechocarpus burahol*) ต้นมะกอกฝรั่ง (*Spondias dulcis*) ต้นน้อยหน่า (*Annona squamosa*) และต้นชา (*Camellia sinensis*) ที่สกัดด้วยเมทานอลและน้ำ ถูกนำไปทดสอบความเป็นพิษด้วยเทคนิค Brine Shrimp Lethality Test (BSLT) พบว่า สารสกัดใบกาฝากทั้งหมดไม่มีความเป็นพิษ เมื่อทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยเทคนิค DPPH พบว่า สารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยเมทานอลเท่านั้นมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ โดยกาฝากที่อาศัยอยู่บนต้นคิเปิลนั้นมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 21.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อนำไปทดสอบฤทธิ์ในการต้านโรคเบาหวาน ด้วยการยับยั้งเอนไซม์ α -glucosidase พบว่า สารสกัดใบกาฝากมะม่วงทั้งหมดมีฤทธิ์ในการต้านโรคเบาหวานอีกด้วย (Artanti et al., 2012)

การสกัดและแยกสาร Quercitrin จากใบกาฝากมะม่วงที่อาศัยอยู่บนต้นลองกอง (*Lansium domesticum* Corr.) แล้วนำไปทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยเทคนิค DPPH พบว่า สาร Quercitrin ที่สกัดได้นั้นมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่สูงมาก ค่า IC_{50} เท่ากับ 3.59 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และทดสอบฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย พบว่า สาร Quercitrin ที่สกัดได้นั้นมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้อย่างดี โดยเชื้อที่สามารถยับยั้งได้นั้น ได้แก่ เชื้อ *Escherichia coli* (*E.coli*) *Salmonella typhi* (*S.typhi*) *Staphylococcus aureus* (*S.aureus*) และ *Pseudomonas* (*Pseudomonas* sp.) (Hardiyanti et al., 2019)

การศึกษาความเป็นพิษของใบกาฝากมะม่วงที่อาศัยอยู่บนต้นกานพลู ซึ่งสกัดด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ ได้แก่ น้ำ เอทานอล เอทิลอะซิเตต และเฮกเซน นำไปทดสอบความเป็นพิษด้วยเทคนิค Brine Shrimp Lethality Test (BSLT) พบว่า สารสกัดแยกส่วนเฮกเซนนั้นสามารถยับยั้งความเป็นพิษของเซลล์ได้ดีที่สุด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 55.31 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์ลิวคิเมียชนิด K562 และ เซลล์มะเร็งชนิด MCM-B2 ได้อีกด้วย โดยสารสกัดแยกส่วนเฮกเซนที่ความเข้มข้น 125 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งเซลล์ลิวคิเมียชนิด K562 และเซลล์มะเร็งชนิด MCM-B2 ได้ถึงร้อยละ 38.69 และ 41.5 ตามลำดับ (Elsyana et al., 2016)

การศึกษาหาปริมาณสารฟลาโวนอยด์และฤทธิ์ต้านการอักเสบของกาฝากมะม่วงจากไร่ชาที่สกัดด้วยเอทานอลและสกัดแยกส่วนด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ ได้แก่ เฮกเซน เอทิลอะซิเตตที่เป็นกรด เอทิลอะซิเตตที่เป็นด่าง และน้ำ เมื่อทดสอบหาสารฟลูคาเอมิเบื้องต้น พบว่า สารสกัดทั้งหมดมีสารฟลาโวนอยด์เป็นองค์ประกอบ สารแทนนินพบเฉพาะในสารสกัดแยกส่วนน้ำ สารโพลีฟีนอลพบเฉพาะในสารสกัดแยกส่วนเอทิลอะซิเตตที่เป็นด่างและน้ำ สารควิโนนพบในสารสกัดทั้งหมดยกเว้นสารสกัดแยกส่วนเฮกเซน เมื่อคำนวณปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในสารสกัดจะได้ร้อยละ 0.068 โดยน้ำหนัก เมื่อทดสอบความสามารถในการลดอาการบวมน้ำบริเวณเท้าของหนู พบว่า สารสกัดทั้งหมดที่มีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบ ซึ่งสารสกัดแยกส่วนเอทิลอะซิเตตที่เป็นกรดมีฤทธิ์ในการต้านการอักเสบที่ดีที่สุด (Mustarichie et al., 2015)

การศึกษาหาสารฟลูคาเอมิเบื้องต้น ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารฟีนอลิกในกาฝากมะม่วงที่อาศัยบนต้นมะรุ้มซึ่งสกัดด้วยเอทานอลแล้วสกัดแยกส่วนด้วยเฮกเซน เอทิลอะซิเตต และน้ำ พบว่า ในสารสกัดแยกส่วนเอทิลอะซิเตตมีสารอัลคาลอยด์ ฟลาโวนอยด์ ซาโปนิน และสารโพลีฟีนอลเป็นองค์ประกอบ ในสารสกัดแยกส่วนเฮกเซนมีสารอัลคาลอยด์และสารเทอร์ปีนอยด์เป็นองค์ประกอบ และในสารสกัดแยกส่วนน้ำมีสารซาโปนินและสารโพลีฟีนอลเป็นองค์ประกอบ เมื่อทดสอบหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยเทคนิค DPPH พบว่า สารสกัดแยกส่วนเอทิลอะซิเตตมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 7.08 ± 0.39 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และเมื่อทดสอบหาปริมาณสารฟีนอลิกด้วยเทคนิค Folin-Ciocalteu พบว่า สารสกัดแยกส่วนเอทิลอะซิเตตมีปริมาณสารฟีนอลิกมากที่สุด เท่ากับ 67.40 ± 0.82 มิลลิกรัมแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง (Kristiningrum et al., 2018)

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกาฝากมะม่วงที่อาศัยอยู่บนต้นไม้ที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ ต้นมะม่วง (*Mangifera indica*) ต้นขงโค (*Bauhinia pupurea*) และต้นคิเปิล (*Stelechocarpus burahol*) ที่สกัดด้วยเมทานอล เมื่อทดสอบหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยเทคนิค DPPH พบว่าสารสกัดทั้งหมดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงที่สุด คือ สารสกัดกาฝากมะม่วงที่อาศัยอยู่บนต้นคิเปิล โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 10.33 ± 1.6 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เมื่อทดสอบหาปริมาณสารฟีนอลิกด้วยเทคนิค Folin-Ciocalteu พบว่า สารสกัดกาฝากมะม่วงที่อาศัยอยู่บนต้นคัสเปอมีปริมาณสารฟีนอลิกมากที่สุด คือ 431.6 ± 0.56 มิลลิกรัมแกลลิกต่อ100กรัมตัวอย่าง เมื่อนำไปทดสอบหาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ด้วยเทคนิคอะลูมิเนียมไตรคลอไรด์ พบว่า สารสกัดกาฝากมะม่วงที่อาศัยอยู่บนต้นมะม่วงมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์มากที่สุด เท่ากับ 72.08 ± 3.92 กรัมแควอเซทินต่อ100กรัมตัวอย่าง (Yismairai et al., 2019)

การวิเคราะห์หาสารฟลักซ์เคมีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบและดอกกาฝากมะม่วงที่อาศัยอยู่บนต้นขงโคที่สกัดด้วยเมทานอล เมื่อทดสอบหาสารฟลักซ์เคมีเบื้องต้น พบว่า สารสกัดทั้งสองมีสารอัลคาลอยด์ สารฟีนอลิก สารฟลาโวนอยด์ สารซาโปนิน และสารเทอร์ปีนอยด์เป็นองค์ประกอบเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่ปริมาณของสารที่ตรวจพบ โดยสารสกัดส่วนดอกมีปริมาณสารฟีนอล สารฟลาโวนอยด์มากกว่าสารสกัดส่วนใบ เมื่อนำไปตรวจหาปริมาณสารฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์ พบว่า ในสารสกัดส่วนดอกมีปริมาณสารฟีนอลิกและสารฟลาโวนอยด์มากกว่าสารสกัดส่วนใบ โดยมีปริมาณสารฟีนอลิก เท่ากับ 504.37 ± 0.28 มิลลิกรัมแกลลิกต่อ100กรัมตัวอย่าง หรือ คิดเป็นร้อยละ 20.17 และมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ เท่ากับ 632.5 ± 45.96 มิลลิกรัมแควอเซทินต่อ 100กรัมตัวอย่าง หรือ คิดเป็นร้อยละ 63.25 เมื่อนำไปทดสอบหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่า สารสกัดส่วนดอกมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่า โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 6.99 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (Alharits et al., 2019)

2.3 การสกัด

การสกัดเป็นการแยกสารธรรมชาติออกจากวัตถุดิบ วิธีที่ใช้ในการสกัด ได้แก่ การสกัดด้วยตัวทำละลาย การกลั่นด้วยไอน้ำ การกดสกัด และการระเหิด วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลายเป็นวิธีที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย แบ่งขั้นตอนการสกัดออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ตัวทำละลายแทรกเข้าสู่วัตถุดิบ (2) ตัวถูกละลายถูกละลายในตัวทำละลาย (3) ตัวถูกละลายเคลื่อนที่ออกจากวัตถุดิบ (4) เก็บตัวถูกละลายที่สกัดได้ ปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการสกัด ได้แก่ คุณสมบัติของตัวทำละลาย ขนาดอนุภาคของวัตถุดิบ อัตราส่วนระหว่างตัวทำละลายกับวัตถุดิบ อุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัด เทคนิคในการสกัดที่ใช้วิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย ได้แก่ เทคนิคการหมัก (Maceration) เทคนิคการไหลซึม (Percolation) และเทคนิคการสกัดแบบไหลย้อนกลับ (Reflux) เป็นต้น (Hidayat et al., 2021)

เทคนิคการหมัก (Maceration)

เป็นการหมักพืชในตัวทำละลายภายในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด จะมีการเขย่าเป็นระยะ ๆ โดยมักแช่พืชไว้อย่างน้อย 3 วัน หลังจากสกัดเสร็จแล้ว จะทำการกรองพืชออก และทำให้สารสกัดที่ได้มีความเข้มข้นมากขึ้นด้วยการระเหยตัวทำละลายออก การเลือกใช้ตัวทำละลายให้เหมาะสมกับพืชสำคัญอย่างมาก เพราะตัวทำละลายจะแยกประเภทของสารพฤกษเคมี (Phytochemicals) ที่ได้จากตัวอย่างด้วย (Bitwell et al., 2023) เทคนิคการหมักเป็นเทคนิคที่ง่ายมากในการสกัด แต่มีข้อเสียคือ ต้องใช้เวลาในการสกัดนานกว่าวิธีอื่น (Hidayat et al., 2021)

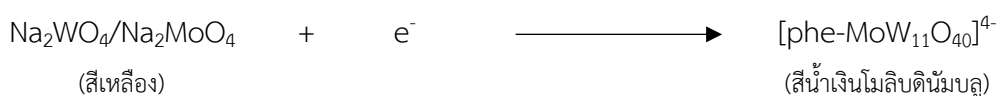
2.4 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยเทคนิค DPPH

เทคนิค DPPH เป็นการทดสอบความสามารถในการให้อะตอมไฮโดรเจนของสารต้านอนุมูลอิสระแก่อนุมูลอิสระ DPPH• ที่มีสีม่วง หลังจากเกิดปฏิกิริยากับสารละลาย DPPH สีของสารประกอบจะเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเหลือง แล้วจึงนำไปตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 515-520 นาโนเมตร (Sirivibulkovit et al., 2018)



2.5 การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิก ด้วยเทคนิค Folin-Ciocalteu

เทคนิค Folin-Ciocalteu เป็นการตรวจหาปริมาณโพลีฟีนอล (Polyphenol) โดยสารละลาย Folin-Ciocalteu จะเข้าทำปฏิกิริยากับฟีนอลที่อยู่ในสารประกอบฟีนอลิก (Lamuela-Raventos, 2018) ซึ่งในสารละลาย Folin-Ciocalteu นั้นมีธาตุโมลิบดีนัม (Mo^{6+}) และทังสเทน (W^{6+}) เป็นองค์ประกอบ เมื่อได้รับอิเล็กตรอนจากวงฟีนอล จะเกิดการเปลี่ยนแปลงต่อประจุของธาตุโมลิบดีนัม (Mo^{5+}) และทังสเทน (W^{5+}) จะทำให้สีของสารประกอบเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินโมลิบดีนัมบลู จากนั้นจึงนำไปตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 750-765 นาโนเมตร (รวินิภา ศรีมูล และคณะ, 2564)



2.6 การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ ด้วยเทคนิค Aluminium Chloride Colorimetric

เทคนิค Aluminium Chloride Colorimetric เป็นการตรวจหาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ โดยสารฟลาโวนอยด์จะทำปฏิกิริยาสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนกับอะลูมิเนียม (Al(III)) ที่อยู่ในสารละลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ (Aluminium(III)-flavonoid) ทำให้สีของสารประกอบเปลี่ยนเป็นสีส้ม จากนั้นจึงนำไปตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร โดยปกติมักจะใช้สาร quercetin, catechin, and rutin เป็นสารมาตรฐานเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผล (Shraim et al., 2021)

2.7 เทคนิค Quadrupole Time-of-Flight (Q-TOF) Mass Spectrometer

เทคนิค Quadrupole Time-of-Flight (Q-TOF) Mass Spectrometer เป็นการนำเครื่องมือวิเคราะห์ Quadrupole Analyzer และ Time-of-Flight Analyzer มาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกัน มักใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ซับซ้อน โดย Quadrupole Analyzer จะทำหน้าที่ในการกรองมวลสาร สามารถใช้เลือกค่ามวลต่อประจุ (m/z) ของไอออนในช่วงแคบ ๆ และช่วยคัดกรองไอออนที่ไม่ต้องการออกจากระบบ ซึ่งเป็นไอออนที่อาจรบกวนระบบในการตรวจวัดค่าได้ จึงช่วยให้สามารถวัดค่าได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และ Time-of-Flight Analyzer (TOF) จะทำหน้าที่วัดเวลาในการเคลื่อนที่ของไอออน โดยมีหน่วยวัดเป็นไมโครวินาที (μs) ซึ่งสามารถเชื่อมโยงกับค่ามวลต่อประจุของไอออนที่ตรวจพบได้ (Gushue, 2013)

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 สารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

3.1.1 <i>Dendrophthoe pentandra</i> Miq.	(พิจิตร, ประเทศไทย)
3.1.2 กรดแอสคอร์บิก	(Sigma-Aldrich)
3.1.3 กรดแกลลิก	(Merck)
3.1.4 เฮกเซน	(Macron)
3.1.5 เอทานอล	(Spread Bussiness Co., Ltd.)
3.1.6 เอทิลอะซิเตต	(Carlo Erba)
3.1.7 อะซิโตน	(J.T.Baker)
3.1.8 2,2 Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)	(Sigma-Aldrich)
3.1.9 เมทานอล	(Carlo Erba)
3.1.10 Folin-Ciocalteu Reagent	(Supelco)
3.1.11 โซเดียมคาร์บอเนต	(Supelco)
3.1.12 Aluminium Chloride Hexahydrate	(Sigma-Aldrich)
3.1.13 Quercetin	(Sigma)
3.1.14 โซเดียมไนไตรต์	(Supelco)
3.1.15 โซเดียมไฮดรอกไซด์	(CARLO ERBA)
3.1.16 Distilled Water	(มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, ประเทศไทย)
3.1.17 Dimethyl Sulfoxide (DMSO)	(RCI Labscan)

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1 เครื่องปั่น 600 วัตต์	(2117, Philips)
3.2.2 เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่ง	(ML104T, METTLER TOLEDO)
3.2.3 เครื่องเขย่าสาร	(Orbit 1000, Labnet)

3.2.4 เครื่องกรองสุญญากาศ	(JIPO, Czech)
3.2.5 เครื่องระเหยสุญญากาศ	(EYELA)
3.2.6 เครื่องไมโครปิเปต	(GILSON)
3.2.7 เครื่องอ่านปฏิกิริยาบนไมโครเพลท	(FLUOstar Omega, BMG Labtech)
3.2.8 เครื่อง Color Spectrophotometer	(CM-700d, KONICA MINOLTA)
3.2.9 เครื่อง LC Q-TOF	(Agilent1290infinityII/6545B QTOF)
3.2.10 ตู้อบมร่อน	(UF110, Memmert)
3.2.11 ตู้เย็นอุณหภูมิต่ำ -20 องศาเซลเซียส	(Haier)
3.2.12 ตู้เย็น	(Haier)
3.2.13 เครื่องไมโครปิเปต	(OHAUS)
3.2.14 ตู้อบมร่อน	(Ecocell 222C, MMM)
3.2.15 ชุดทำน้ำบริสุทธิ์	(08.2063, TKA)

3.3 การสกัดสารสกัดใบกาฝาก

3.3.1 การเตรียมใบกาฝาก

ทางผู้วิจัยได้ดัดแปลงวิธีการเตรียมใบกาฝากมะม่วงจากงานวิจัยก่อนหน้านี้ของ Elsyana et al. (2016) และ Yismairai et al. (2019) โดยนำใบกาฝากมะม่วงที่เก็บจากสวนส้มโอจังหวัดพิจิตร ประเทศไทย มาตากให้แห้งในบริเวณพื้นที่โล่งกว้าง มีอากาศถ่ายเทตลอดเวลา เมื่อใบกาฝากมะม่วงแห้งสนิทแล้วจึงนำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักรวม และใส่ถุงซิปล็อกเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.1 (ก) ใบกาฝากขณะตากแห้ง และ (ข) ใบกาฝากแห้งบดละเอียด

3.3.2 การสกัดสารสกัดใบกาฝาก

ทางผู้วิจัยได้ดัดแปลงวิธีการสกัดจากการทดลองก่อนหน้าของ Alharits et al. (2018) และ Yismairai et al. (2019) ซึ่งใช้เทคนิค Maceration ในการสกัด โดยนำใบกาฝากที่บดละเอียดแล้ว จำนวน 20 กรัม ใส่ลงใน Volumetric flask ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมตัวทำละลายเฮกเซน ปริมาตร 200 มิลลิลิตร แล้วนำไปเขย่าด้วยเครื่อง Incubator shaker ที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำไปกรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ (Buchner funnel) จากนั้นนำไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่อง Rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ด้วยความเร็ว 3-5 จันทัวทำละลายระเหยหมด ทำการสกัดวิธีเดียวกันนี้โดยเปลี่ยนตัวทำละลายที่ใช้เป็นตัวทำละลาย เอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอล



(ก)

(ข)

ภาพที่ 3.2 (ก) เครื่อง Incubator shaker และ (ข) เครื่อง Rotary evaporator

3.4 การทดสอบหาปริมาณสารฟีนอลิกรวม (Total Phenolic Content; TPC)

ทางผู้วิจัยได้ดัดแปลงวิธีการทดสอบหาปริมาณสารฟีนอลิกจากงานวิจัยก่อนหน้า ของ Alharits et al. (2019) ทดสอบหาปริมาณสารฟีนอลิกด้วยเทคนิค Folin-Ciocalteu ดังนี้

1. เตรียมสารละลายมาตรฐาน โดยละลายกรดแกลลิกด้วยน้ำ ที่ความเข้มข้น 60 ถึง 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 30 ไมโครลิตร แล้วเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent เข้มข้น 10% ปริมาตร 150 ไมโครลิตร บ่มไว้ 6 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต เข้มข้น 7% ปริมาตร 120 ไมโครลิตร บ่มทิ้งไว้ 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร ด้วยเครื่องไมโครเพลต

2. เตรียมสารละลายตัวอย่างสารสกัดใบกาฝากมะม่วง โดยนำสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนมาละลายด้วยสารละลายเอทานอล:น้ำ ในอัตราส่วน 1:1 ที่ความเข้มข้น 1000 ถึง 4000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 30 ไมโครลิตร แล้วเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu reagent เข้มข้น 10% ปริมาตร 150 ไมโครลิตร บ่มไว้ 6 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต เข้มข้น 7% ปริมาตร 120 ไมโครลิตร บ่มทิ้งไว้ 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร ด้วยเครื่องเครื่องไมโครเพลต ทำเช่นเดียวกันกับสารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอล

3.5 การทดสอบหาปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวม (Total Flavonoid Content; TFC)

ทางผู้วิจัยได้ดัดแปลงวิธีการทดสอบหาปริมาณสารฟลาโวนอยด์จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ Yismairai et al. (2019) โดยทำการทดสอบหาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ด้วยเทคนิค Aluminium chloride

1. เตรียมสารละลายมาตรฐาน โดยใช้สารเคอเซทินละลายด้วยเอทานอลเข้มข้น 95% ที่ความเข้มข้น 100 ถึง 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 150 ไมโครลิตร เติมสารละลายโซเดียมไนไตรต์ เข้มข้น 5% ปริมาตร 9 ไมโครลิตร ลงไป บ่มทิ้งไว้ 6 นาที จากนั้นเติมสารละลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ เข้มข้น 10% ปริมาตร 9 ไมโครลิตร ลงไป บ่มทิ้งไว้ 5 นาที แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 1 โมลาร์ ปริมาตร 60 ไมโครลิตร และเติมน้ำปริมาตร 72 ไมโครลิตร บ่มทิ้งไว้ 15 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ด้วยเครื่องไมโครเพลต

2. เตรียมสารละลายตัวอย่างสารสกัดใบกาฝากมะม่วง โดยนำสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนมาละลายด้วยตัวทำละลาย DMSO ที่ความเข้มข้น 300 ถึง 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 150 ไมโครลิตร และเติมสารละลายโซเดียมไนไตรต์ เข้มข้น 5% ปริมาตร 9 ไมโครลิตร ลงไป บ่มทิ้งไว้ 6 นาที จากนั้นเติมสารละลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ เข้มข้น 10% ปริมาตร 9 ไมโครลิตร ลงไป บ่มทิ้งไว้ 5 นาที แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 4% ปริมาตร 60 ไมโครลิตร และเติมน้ำปริมาตร 72 ไมโครลิตร บ่มทิ้งไว้ 15 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ด้วยเครื่องไมโครเพลต ทำเช่นเดียวกันกับสารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอล

3.6 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidation Activities)

ทางผู้วิจัยได้ดัดแปลงวิธีการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากงานวิจัยก่อนหน้าของ Yismairai et al. (2019) โดยทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยเทคนิค DPPH assay ดังนี้

1. เตรียมสารมาตรฐานโดยใช้กรดแอสคอร์บิกละลายด้วยสารละลายเอทานอลเข้มข้น 95% ที่ความเข้มข้น 5 ถึง 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 100 ไมโครลิตร จากนั้นเติมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 200 ไมโครลิตร แล้วนำไปบ่มในความมืด 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องไมโครเพลต
2. เตรียมตัวอย่างสารสกัดใบกาฝากมะม่วง โดยนำสารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนมาละลายด้วยสารละลายเอทานอล ที่ความเข้มข้น 50 ถึง 4,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 100 ไมโครลิตร จากนั้นเติมสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 200 ไมโครลิตร แล้วนำไปบ่มในความมืด 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องไมโครเพลต ทำเช่นเดียวกันกับสารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต อะซิโตน และเอทานอล

3.7 การหาองค์ประกอบของสารสกัดใบกาฝากด้วยเทคนิค LC Q-TOF

เตรียมสารสกัดใบกาฝากความเข้มข้น 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร โดยใช้สารละลายเมทานอลเป็นตัวทำละลาย กรองด้วยหัวกรองขนาดเล็กสำหรับหลอดฉีดขนาด 0.45 ไมครอน ก่อนบรรจุสารสกัดลงในขวดเพื่อส่งตรวจที่ห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ประเทศไทย

สภาวะที่ใช้ในการตรวจสอบ

Acquisition SW Version	:	6200 series TCF/6500 series Q-TOF 10.1 (48.0)
QTOF Driver Version	:	10.01.00
QTOF firmware Version	:	25.811
Stream name	:	LC1
Tune Mass Range Max	:	1700
Gas Temperature (°C)	:	300 °C

Gas Flow (L/min)	:	10
Nebulizer (psig)	:	35
Sheath Gas Temperature	:	350
Sheath Gas Flow	:	11
Vcap Voltage	:	3500
Nozzle Voltage (V)	:	1000
Fragmentor Voltage	:	175



บทที่ 4

ผลการทดลองและการอภิปรายผล

4.1 ผลการสกัดใบกาฝาก

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณของสารสกัดใบกาฝากมะม่วง

สารสกัด	น้ำหนักพืช (g)	ปริมาณตัว ทำละลาย (ml)	น้ำหนัก สารสกัด หยาบ (g)	ร้อยละ ผลได้	ร้อยละผลได้ เฉลี่ย
การสกัดจาก เฮกเซน	20.03	200	0.3151	1.5731	1.4905 ± 0.0987^d
	20.09	200	0.2775	1.3813	
	20.07	200	0.3045	1.5172	
การสกัดจาก เอทิลอะซิเตต	20.04	200	0.5828	2.9082	2.7741 ± 0.1479^c
	20.02	200	0.5236	2.6154	
	20.02	200	0.5603	2.7987	
การสกัดจาก อะซิโตน	20.02	200	0.8951	4.4710	4.7255 ± 0.2243^b
	20.01	200	0.9794	4.8945	
	20.01	200	0.9627	4.8111	
การสกัดจาก เอทานอล	20.02	200	1.8148	9.0649	9.5807 ± 0.4632^a
	20.00	200	1.9922	9.9610	
	20.02	200	1.9452	9.7163	

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean $\pm$ SD) เมื่อ $n = 3$

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างตัวทำละลายที่มีขีดแตกต่างกัน ($p < 0.05$)

จากการทดลองสกัดใบกาฝากที่อาศัยบนต้นส้มโอด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ ที่มีขีดต่างกัน โดยเรียงจากขีดต่ำไปสูง ได้แก่ เฮกเซน, เอทิลอะซิเตต, อะซิโตน และเอทานอล ตามลำดับ พบว่า สารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่มีขีดแตกต่างกันมีร้อยละผลได้ที่แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยตัวทำละลายเอทานอลให้ปริมาณสารสกัดใบกาฝากมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เท่ากับ ร้อยละ 9.5807 ± 0.4632 และตัวทำละลายเฮกเซนให้ปริมาณสารสกัดใบกาฝากน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เท่ากับ ร้อยละ 1.4905 ± 0.0987 (ตารางที่ 4.1) เมื่ออ้างอิงจากงานวิจัยของ Zhuang et al. (2021) ซึ่งกล่าวถึงทฤษฎีที่ว่าสารจะสามารถละลายได้ดีในตัวทำละลายที่มีขั้วตรงกัน จึงสรุปได้ว่าสารประกอบหลักในสารสกัดใบกาฝากเป็นสารที่มีขั้วสูง จึงทำให้สารถูกละลายในตัวทำละลายเอทานอลซึ่งมีขั้วสูงได้ดีที่สุด และละลายในตัวทำละลายเฮกเซนซึ่งไม่มีขั้วได้น้อยที่สุด จากการศึกษาวิจัยของ Mustarichie et al. (2015) ได้ทำการทดลองสกัดสารสกัดกาฝากที่อาศัยบนต้นชาด้วยตัวทำละลาย เอทานอลความเข้มข้น 70% นาน 24 ชั่วโมง จะสกัดสารสกัดกาฝากได้ร้อยละ 23.42 เมื่อนำสารสกัดที่ได้ไปทำการสกัดแยกส่วนด้วยตัวทำละลาย 4 ชนิด ได้แก่ เฮกเซน เอทิลอะซิเตต (กรด) เอทิลอะซิเตต (ด่าง) และน้ำ จะได้ร้อยละของสารสกัดแต่ละส่วนดังนี้ สารสกัดแยกส่วนด้วยตัวทำละลายเฮกเซนร้อยละ 2.2 สารสกัดแยกส่วนด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต (กรด) ร้อยละ 9.97 สารสกัดแยกส่วนด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต (ด่าง) ร้อยละ 1.3 และสารสกัดแยกส่วนด้วยน้ำร้อยละ 84.81 ซึ่งสรุปได้ว่าสารประกอบหลักในสารสกัดกาฝากที่อาศัยอยู่บนต้นชาเป็นสารที่มีขั้วสูง ในงานวิจัยของ Kristinngum et al. (2018) ได้ทำการทดลองสกัดสารสกัดกาฝากที่อาศัยบนต้นมะรุม ด้วยตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้น 96% นาน 24 ชั่วโมง จะได้ร้อยละของสารสกัดกาฝากเป็นร้อยละ 19.02 เมื่อนำสารสกัดที่ได้ไปทำการสกัดแยกส่วนด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เฮกเซน, เอทิลอะซิเตต และน้ำ จะได้ร้อยละของสารสกัดแต่ละส่วนดังนี้ สารสกัดแยกส่วนด้วยตัวทำละลายเฮกเซนร้อยละ 26.67 สารสกัดแยกส่วนด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตร้อยละ 10.22 และสารสกัดแยกส่วนด้วยน้ำร้อยละ 12.22 ซึ่งสรุปได้ว่า สารประกอบหลักในสารสกัดกาฝากที่อาศัยอยู่บนต้นมะรุมเป็นสารที่มีขั้วต่ำ จะเห็นว่าผลของงานวิจัยทั้งสองนี้มีความขัดแย้งกัน เนื่องจากกาฝากเป็นพืชปรสิต สารประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของกาฝากนั้นจึงขึ้นอยู่กับต้นไม้มากกว่ากาฝากอาศัยอยู่ ซึ่งงานวิจัยทั้งสองใช้กาฝากที่อาศัยอยู่บนต้นไม้ที่ต่างกัน จึงทำให้ได้ผลการทดลองที่แตกต่างกัน

4.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกรวม และการวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวมในสารสกัดใบกาฝากมะม่วง

จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกรวมของสารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ พบว่า สารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลมีปริมาณสารฟีนอลิกรวมสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เท่ากับ 1820.88 ± 22.08 มิลลิกรัมแกลลิก

ต่อกรัมตัวอย่าง และสารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนมีปริมาณสารฟีนอลิกรวมน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เท่ากับ 227.90 ± 2.98 มิลลิกรัมแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณสารฟีนอลิกรวมและสารฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดใบกาฝากมะม่วง

สารสกัด	ปริมาณสารฟีนอลิก (mgGAE/กรัมตัวอย่าง)	ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ (mgQE/กรัมตัวอย่าง)
สารสกัดจากเฮกเซน	227.90 ± 2.98^d	3167.69 ± 114.99^d
สารสกัดจากเอทิลอะซิเตต	1429.59 ± 4.14^b	4194.95 ± 14.42^b
สารสกัดจากอะซิโตน	1377.18 ± 20.47^c	3654.59 ± 117.53^c
สารสกัดจากเอทานอล	1820.88 ± 22.08^a	7726.70 ± 143.63^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean $\pm$ SD) เมื่อ $n = 3$

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างตัวทำละลายที่มีขั้วแตกต่างกัน ($p < 0.05$)

จากการศึกษาวิจัยของ Kristinngum et al. (2018) ได้วิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกรวมของสารสกัดกาฝากที่อาศัยบนต้นมะรุ้ม โดยนำสารสกัดกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลมาสกัดแยกส่วนด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เฮกเซน, เอทิลอะซิเตต และน้ำ พบว่า สารสกัดกาฝากที่สกัดแยกส่วนด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตมีปริมาณสารฟีนอลิกรวมมากที่สุด เท่ากับ 67.40 ± 0.82 มิลลิกรัมแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง ถัดมาเป็นสารสกัดที่สกัดแยกส่วนด้วยตัวทำละลายเฮกเซนและน้ำตามลำดับ และในงานวิจัยของ Bunchalee et al. (2022) ได้วิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกรวมของสารสกัดกาฝากที่อาศัยบนต้นพะยอมและต้นราชพฤกษ์ โดยแบ่งพืชเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนใบและส่วนลำต้น นำพืชไปสกัดด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด ได้แก่ เอทิลอะซิเตตและเอทานอล พบว่า ในสารสกัดกาฝากที่อาศัยบนต้นพะยอมที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่ต่างกันทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณสารฟีนอลิกรวมในสารสกัดที่สกัดด้วยทำละลายเอทานอลมากกว่าสารสกัดที่สกัดด้วยทำละลายเอทิลอะซิเตต โดยสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยทำละลายเอทานอลมีปริมาณสารฟีนอลิกรวม เท่ากับ 251.264 ± 1.00 มิลลิกรัมแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง และสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยทำละลายเอทิลอะซิเตตมีปริมาณสารฟีนอลิกรวม เท่ากับ 181.168 ± 1.07 มิลลิกรัมแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง และสารสกัดลำต้นกาฝากที่สกัดด้วยทำละลายเอทานอลมีปริมาณสารฟีนอลิกรวม เท่ากับ 398.450 ± 2.49 มิลลิกรัมแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง และสารสกัดลำต้นกาฝากที่สกัดด้วยทำละลายเอทิลอะซิเตตมีปริมาณสารฟีนอลิกรวม เท่ากับ 139.780 ± 3.00 มิลลิกรัมแกลลิกต่อกรัมตัวอย่าง ตามลำดับ

แต่ในสารสกัดกาฝากที่อาศัยบนต้นราชพฤกษ์ที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่ต่างกันทั้ง 2 ชนิดนั้นมีความขัดแย้งกัน คือ สารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตนั้นมีปริมาณสารฟีนอลิกรวมมากกว่าสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล โดยสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตมีปริมาณสารฟีนอลิกรวม เท่ากับ 117.066 ± 2.37 มิลลิกรัมแกลลิคต่อกรัมตัวอย่าง และสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล เท่ากับ 109.570 ± 3.76 มิลลิกรัมแกลลิคต่อกรัมตัวอย่าง แต่ในสารสกัดส่วนลำต้นนั้น สารสกัดลำต้นกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลกลับมีปริมาณสารฟีนอลิกรวมมากกว่าสารสกัดลำต้นกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต โดยสารสกัดลำต้นกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลกลับมีปริมาณสารฟีนอลิกรวม เท่ากับ 209.496 ± 2.05 มิลลิกรัมแกลลิคต่อกรัมตัวอย่าง และสารสกัดลำต้นกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต เท่ากับ 136.160 ± 1.04 มิลลิกรัมแกลลิคต่อกรัมตัวอย่าง ตามลำดับ ซึ่งโครงสร้างทางเคมีของสารฟีนอลิกนั้นมีวงไฮดรอกซิลและหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) เป็นองค์ประกอบ จึงทำให้สารฟีนอลิกเป็นสารที่มีขี้ และคุณสมบัติเฉพาะของสารฟีนอลิกนั้นคือเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (Vuolo et al., 2019) โดยสารประกอบฟีนอลิกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ สารฟลาโวนอยด์ และสารนอนฟลาโวนอยด์ (Rosa et al., 2019) จึงสรุปได้ว่าสารที่สกัดได้จากตัวทำละลายเอทานอลคือสารฟีนอลิก

ปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยเอทานอลมีปริมาณสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เท่ากับ 7726.70 ± 143.63 มิลลิกรัมเคอเซทินต่อกรัมตัวอย่าง และสารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ร่วมน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เท่ากับ 3167.69 ± 114.99 มิลลิกรัมเคอเซทินต่อกรัมตัวอย่าง (ตารางที่ 4.3) จากการศึกษางานวิจัยของ Bunchalee et al. (2022) ได้วิเคราะห์หาปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวมของสารสกัดกาฝากที่อาศัยบนต้นพะยอมและต้นราชพฤกษ์ โดยแบ่งพืชเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนใบและส่วนลำต้น นำพืชไปสกัดด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิด ได้แก่ เอทิลอะซิเตต และเอทานอล พบว่า ในสารสกัดกาฝากที่อาศัยบนต้นพะยอมที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่ต่างกันทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวมในสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยทำละลายเอทิลอะซิเตตมากกว่าสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยทำละลายเอทานอล โดยสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวม เท่ากับ 225.912 ± 1.07 มิลลิกรัมเคอเซทินต่อกรัมตัวอย่าง และสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวม เท่ากับ 110.598 ± 1.65 มิลลิกรัมเคอเซทินต่อกรัมตัวอย่าง และสารสกัดลำต้นกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวม เท่ากับ 73.965 ± 1.06 มิลลิกรัมเคอเซทินต่อกรัมตัวอย่าง สารสกัดลำต้นกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวม เท่ากับ 36.087 ± 3.43 มิลลิกรัมเคอเซทินต่อกรัมตัวอย่าง และในสารสกัดกาฝากที่อาศัยบนต้นราช

พฤษที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่ต่างกันทั้ง 2 ชนิด ก็มีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในสารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตมากกว่าสารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลเช่นกัน โดยสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวม เท่ากับ 120.798 ± 1.33 มิลลิกรัมแควเซทินต่อกรัมตัวอย่าง และสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวม เท่ากับ 110.596 ± 1.26 มิลลิกรัมแควเซทินต่อกรัมตัวอย่าง และสารสกัดลำต้นกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวม เท่ากับ 54.701 ± 2.56 มิลลิกรัมแควเซทินต่อกรัมตัวอย่าง สารสกัดลำต้นกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวม เท่ากับ 22.521 ± 3.18 มิลลิกรัมแควเซทินต่อกรัมตัวอย่าง ซึ่งสารฟลาโวนอยด์คือกลุ่มสารประกอบโพลีฟีนอลิกที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนและตำแหน่งของหมู่ไฮดรอกซิลที่อยู่ในโมเลกุล (Farkas et al., 2004) จึงสรุปได้ว่า สารที่สกัดได้จากตัวทำละลายเอทานอลเป็นสารฟลาโวนอยด์

4.3 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant Activities) ด้วยเทคนิค DPPH

เมื่อนำสารสกัดใบกาฝากไปทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยเทคนิค DPPH เมื่อคำนวณค่า IC_{50} ของสารมาตรฐานและสารสกัดใบกาฝากทั้งหมดแล้ว จะแสดงค่าได้ดังตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่า สารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกันนั้นมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซนให้ค่า IC_{50} ที่มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เท่ากับ $1,848.47 \pm 48.03$ ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลให้ค่า IC_{50} น้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เท่ากับ 87.15 ± 2.47 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

จากการศึกษาของ Kristinngum et al. (2018) ได้หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดกาฝากที่อาศัยบนต้นมะรุ้ม โดยนำสารสกัดกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลมาสกัดแยกส่วนด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เฮกเซน เอทิลอะซิเตต และน้ำ พบว่า สารสกัดที่สกัดแยกส่วนด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 7.08 ± 0.39 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และสารสกัดที่สกัดแยกส่วนด้วยน้ำมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 29.46 ± 0.99 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

ตารางที่ 4.3 แสดงค่า IC_{50} ของสารสกัดใบกาฝากมะม่วง

สารสกัด	ค่า IC_{50} ($\mu g/ml$)	ค่า IC_{50} เฉลี่ย ($\mu g/ml$)
กรดแอสคอร์บิก	18.19 18.25 17.66	18.03 ± 0.32
สารสกัดจากเฮกเซน	1873.35 1878.96 1793.11	1848.47 ± 48.03^a
สารสกัดจากเอทิลอะซิเตต	265.79 275.70 291.85	277.78 ± 13.15^b
สารสกัดจากอะซิโตน	192.66 196.40 182.76	190.61 ± 7.05^c
สารสกัดจากเอทานอล	84.77 89.70 86.97	87.15 ± 2.47^d

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean $\pm$ SD) เมื่อ $n = 3$

ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างตัวทำละลายที่มีขั้วแตกต่างกัน ($p < 0.05$)

และในงานวิจัยของ Fitrilia et al. (2015) ได้ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดกาฝากที่อาศัยบนต้นกานพลูที่สกัดโดยน้ำและตัวทำละลายเอทานอล จากนั้นนำสารสกัดที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลมาสกัดแยกส่วนด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เฮกเซน เอทิลอะซิเตต และเอทานอล พบว่า สารสกัดที่สกัดแยกส่วนด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ใกล้เคียงกับสารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลมาก โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 6.4 และ 6.8 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และสารสกัดที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระน้อยที่สุด ได้แก่ สารสกัดที่สกัดแยกส่วนด้วยตัวทำละลายเฮกเซน โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 936.6 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งจากผลของงานวิจัยทั้งสองมีความสอดคล้องกัน คือสารสกัด

ที่สกัดแยกส่วนด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตตและเอทานอลมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มากที่สุด ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่มีช่วงปานกลางไปจนถึงช่วงสูง ดังนั้นจึงสันนิษฐานเบื้องต้นได้ว่าสารประกอบที่มีช่วงในสารสกัดกาฝากนั้นเป็นสารที่ให้ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

4.4 การวิเคราะห์หาสารประกอบสำคัญในสารสกัดใบกาฝากมะม่วงด้วยเทคนิค LC Q-TOF

จากการวิเคราะห์หาสารประกอบสำคัญด้วยเทคนิค LC Q-TOF พบสารกลุ่มที่น่าสนใจในมากมาย ได้แก่ สารกลุ่มซาโปนิน อัลคาลอยด์ เทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ และฟีนอลิก ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และยังพบสารอนุพันธ์ของเคอเซทิน 4 ตัว ได้แก่ Quercetin 7-(6"-galloylglucoside) (1) Quercetin 3-(2-caffeoylglucuronoside) (2) Quercetin 3,7-diglucuronide (3) Quercetin 3-apiosyl-(1→2)- α -L-arabinopyranoside (4) และ สารอนุพันธ์ของไมริเซทิน 4 ตัว ได้แก่ Myricetin 3-(2",3",4"-triacytylxyloside) (5) Myricetin 3-(2",3"-digalloylramnoside) (6) Myricetin 3-O-glucuronide (7) Myricetin 3',4'-dimethyl ether 3-glucoside (8)

สาร Quercetin 7-(6"-galloylglucoside) เป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ที่มีโครงสร้างพิเศษ โดยประกอบด้วยแกนหลักของเคอเซทิน ซึ่งเป็นฟลาโวนอลที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระสูง เชื่อมกับหมู่น้ำตาลกลูโคสที่ตำแหน่งคาร์บอนที่ 7 และมีหมู่กรดแกลลิกเกาะที่ตำแหน่งคาร์บอนที่ 6" ของน้ำตาลกลูโคส ทำให้เกิดโครงสร้างเชิงซ้อนที่มีศักยภาพทางชีวภาพสูง (Bashir & Ibrahim, 2022 ; Nawwar et al, 2015) การมีหมู่แกลลิล (Galloyl) เข้ามาเสริมในโมเลกุลนั้นมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Świątek et al., 2021) และช่วยเสริมฤทธิ์ในการยับยั้งกระบวนการอักเสบในระดับเซลล์ โดยอาศัยกลไกที่เกี่ยวข้องกับการจับอนุมูลอิสระและการป้องกันการเกิด Oxidative Stress ในระดับโมเลกุล (Ahadi et al., 2023) สารประกอบนี้ถูกค้นพบในพืชสมุนไพรหลายชนิด เช่น กระถินเทศ (*Acacia farnesiana* Willd), *Combretum micranthum*, กุหลาบมอญ (*Rosa damascene*) และ *Ammania auriculata* ซึ่งล้วนมีบทบาทสำคัญในแพทย์แผนโบราณและอุตสาหกรรมสมุนไพร (Bashir & Ibrahim, 2022; Ahadi et al., 2023; Nawwar et al., 2015 ; Barakat et al., 1999) เทคนิคที่นิยมใช้ในการยืนยันโครงสร้างของสารนี้ คือ LC-MS/MS และ Q-TOF-MS ซึ่งช่วยระบุหมู่ฟังก์ชันอย่างละเอียด (Świątek et al., 2021) จากคุณสมบัติทางเภสัชวิทยาที่โดดเด่นนี้สาร Quercetin 7-(6"-galloylglucoside) จึงถูกมองว่าเป็นหนึ่งในสารธรรมชาติที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สุขภาพช่วยด้านความเสื่อมและเป็นเครื่องสำอางบำรุงผิวพรรณ (Ahadi et al., 2023)

สาร Quercetin 3-(2-caffeoylglucuronoside) เป็นสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ไกลโคไซด์ที่มีโครงสร้างเฉพาะ โดยเกิดจากการเชื่อมต่อของแกนเคอเซทิน ซึ่งเป็นสารฟลาโวนอลที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพสูงกับกรดกลูคูโรนิก (Glucuronic Acid) ที่ตำแหน่งคาร์บอนที่ 3 และหมู่แคฟเฟอิล (Caffeoyl) ที่ตำแหน่งคาร์บอนที่ 2" ของ Glucuronide ซึ่งทำให้สารนี้มีลักษณะเป็น Acylated Glucuronide Flavonoid ที่มีศักยภาพสูงในการต้านอนุมูลอิสระและควบคุมกระบวนการทางเมตาบอลิซึม (Liu et al., 2024) จากงานวิจัยล่าสุดในข้าวฟ่าง (*Sorghum bicolor*) พบว่าสารนี้มีบทบาทสำคัญในการรักษาสีของเมล็ดภายใต้ภาวะความเครียด โดยการแช่เมล็ดด้วยกรดซิตริกสามารถกระตุ้นให้เกิดการสะสมของ Quercetin 3-(2-caffeoylglucuronoside) ซึ่งช่วยชะลอการซีดจางของสีและเสริมสร้างความเสถียรของโครงสร้างพิกเมนต์ (Liu et al., 2024) โครงสร้างนี้ยังเกี่ยวข้องกับการควบคุมเอนไซม์ Phenylpropanoid Pathway ที่มีผลต่อการผลิตฟลาโวนอยด์และกรดฟีนอลิกในพืช นอกจากนี้ยังมีการรายงานว่าสารกลุ่มนี้มีความสามารถในการต้านการอักเสบและต้านแบคทีเรีย ซึ่งน่าจะมาจากฤทธิ์ร่วมของกรดคาเฟอิกและเคอเซทิน (Świątek et al., 2021) ด้วยโครงสร้างที่ซับซ้อนและคุณสมบัติหลากหลาย Quercetin 3-(2-caffeoylglucuronoside) จึงเป็นหนึ่งในเป้าหมายที่น่าสนใจในการพัฒนาเป็นสารเสริมอาหาร และสารออกฤทธิ์จากธรรมชาติที่มีศักยภาพทางเภสัชวิทยา

สาร Quercetin 3,7-diglucuronide เป็นสารฟลาโวนอยด์ชนิดหนึ่งที่อยู่ในกลุ่มไดกลูคูโรไนด์ (Diglucuronides) ซึ่งเกิดจากการจับตัวของแกนเคอเซทินกับหมู่กรดกลูคูโรนิก (Glucuronic Acid) ที่ตำแหน่งคาร์บอนที่ 3 และ 7 บนโครงสร้างหลักของโมเลกุล สารประกอบชนิดนี้มีความสำคัญเนื่องจากเป็นเมตาบอไลต์ที่พบได้ในร่างกายมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมภายหลังจากการบริโภคเคอเซทิน โดยมันมีบทบาทในการเพิ่มการละลายน้ำของเคอเซทิน และส่งผลให้สารนี้มีความปลอดภัยต่อเซลล์มากยิ่งขึ้น (Omar et al., 2014) ในธรรมชาติ พบ Quercetin 3,7-diglucuronide ในกลีบดอกของ *Potentilla reptans* ซึ่งมีหน้าที่ในเชิงนิเวศวิทยาคือช่วยสร้างลวดลายที่มองเห็นเฉพาะในรังสี UV เพื่อดึงดูดแมลงผสมเกสร (Harborne & Nash, 1984) นอกจากนี้ยังพบในพืชสมุนไพร *Aloysia citriodora* ซึ่งสารนี้มีส่วนช่วยในการต้านการรุกรานของเชื้อรา *Aspergillus flavus* (Cadenillas et al., 2023) และสามารถสกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้เทคโนโลยีไมโครเวฟร่วมกับ LC-MS/MS (Leyva-Jiménez & Lozano-Sánchez, 2019) ด้วยศักยภาพทางชีวภาพที่ดี Quercetin 3,7-diglucuronide จึงเป็นสารประกอบที่ได้รับความสนใจในการพัฒนาเป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เครื่องสำอาง และสารออกฤทธิ์ด้านการอักเสบจากธรรมชาติ

ตารางที่ 4.4 แสดงสารที่พบในสารสกัดใบกาฝากมะม่วง

ชื่อสาร (Name)	โครงสร้าง (Structure)	มวลโมเลกุล (Molecular Weight)	กลุ่มพฤกษเคมี (Phytochemical Group)	ฤทธิ์ทางชีวภาพ (Activity)	สารสกัด เฮกเซน	สารสกัด เอทิล อะซิเตต	สารสกัด อะซิโตน	สารสกัด เอทานอล
(2S)-2-(3-hydroxy-4-methoxyphenyl)-1,2,3,4-tetrahydroisoquinoline	$C_{16}H_{23}NO_3$	287.2457	Alkaloid	Antinociceptive (Adzu et al., 2003)	+	+	-	-
Trichosanatine	$C_{27}H_{28}N_2O_4$	444.2048	Alkaloid	Neuroprotective (Matsuda et al., 2002)	+	+	-	-
Petunidin-3-O-arabinoside	$C_{21}H_{20}O_{11}$	448.1001	Anthocyanin	Antioxidant (Khoo et al., 2017)	-	+	-	-
Myrsinone	$C_{17}H_{26}O_4$	294.183	Flavonoid	Antimicrobial (Zhang et al., 2015)	-	+	-	-
Isoorientin 6"-O-glucoside	$C_{27}H_{30}O_{16}$	610.1528	Flavonoid Glycoside	Antioxidant (Zhou et al., 2016)	-	+	-	-

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ชื่อสาร (Name)	โครงสร้าง (Structure)	มวลโมเลกุล (Molecular Weight)	กลุ่มพฤกษเคมี (Phytochemical Group)	ฤทธิ์ทางชีวภาพ (Activity)	สารสกัด เฮกเซน	สารสกัด เอทิล อะซิเตต	สารสกัด อะซิโตน	สารสกัด เอทานอล
6-C-Xylopyranosyl-8-C- glucopyranosylchrysoeriol	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	594.1578	Flavonoid Glycoside	Antioxidant (Tian et al., 2011)	-	+	-	-
Calendoflavobioside	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	610.1537	Flavonoid glycoside	Anti- inflammatory (Lin et al., 2008)	-	-	-	+
Isoorientin-6"-O-galactoside	C ₂₈ H ₃₂ O ₁₆	624.1684	Flavonoid Glycoside	Antioxidant (Zhou et al., 2016)	-	+	+	-
(2S,5R)-5-Isopropenyl-2- methylcyclohex-2-en-1-one	C ₁₀ H ₁₄ O ₂	166.0995	Monoterpene	Antimicrobial (Faria et al., 2011)	+	-	-	-
Propionic acid, 3,7-dimethylocta- 1,6-dien-3-yl ester	C ₁₃ H ₂₂ O ₂	210.1619	Monoterpene ester	Antimicrobial (Peana et al., 2002)	-	-	-	+

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ชื่อสาร (Name)	โครงสร้าง (Structure)	มวลโมเลกุล (Molecular Weight)	กลุ่มพฤกษเคมี (Phytochemical Group)	ฤทธิ์ทางชีวภาพ (Activity)	สารสกัด เฮกเซน	สารสกัด เอทิล อะซิเตต	สารสกัด อะซิโตน	สารสกัด เอทานอล
5-Hydroxy-1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)decan-3-one	C ₁₇ H ₂₆ O ₄	294.1833	Phenolic Ketone	Anti-inflammatory, Antioxidant (Dugasani et al., 2010)	+	-	-	-
3,5-Dipropyl-2-hydroxybenzoic acid	C ₁₃ H ₁₈ O ₃	222.1258	Phenolic Acid	Anti-inflammatory (Smith et al., 2018)	+	+	-	-
cis-p-Coumaroylcorosolic acid	C ₃₉ H ₅₄ O ₆	618.3913	Phenolic Acid	Antidiabetic (Nakamura et al., 1998)	+	-	-	-
(E)-3-(3,4,5-Trimethoxyphenyl)prop-2-en-1-ol	C ₁₂ H ₁₆ O ₄	224.1049	Phenylpropanoid ester	Antioxidant (Kuo et al., 2002)	-	-	-	+

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ชื่อสาร (Name)	โครงสร้าง (Structure)	มวลโมเลกุล (Molecular Weight)	กลุ่มพฤกษเคมี (Phytochemical Group)	ฤทธิ์ทางชีวภาพ (Activity)	สารสกัด เฮกเซน	สารสกัด เอทิล อะซิเตต	สารสกัด อะซิโตน	สารสกัด เอทานอล
Methyl 3,4,5- trimethoxycinnamate	C ₁₃ H ₁₆ O ₅	252.0997	Phenylpropanoid	Anti- inflammatory (Ramalho et al., 2009)	+	+	+	+
1-Allyl-2,4,5-trimethoxybenzene	C ₁₂ H ₁₆ O ₃	208.1101	Phenylpropanoid	Anti- inflammatory (Chen et al., 2008)	+	-	-	-
(E)-1-Allyl-3,4-dimethoxybenzene	C ₁₂ H ₁₆ O ₃	208.1100	Phenylpropanoid	Antioxidant, Antimicrobial (Hsouna et al., 2011)	-	+	+	-
Helinorbisabone	C ₁₄ H ₁₈ O ₄	250.1202	Sesquiterpene	Cytotoxic (Zhao et al., 2015)	+	+	-	+

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ชื่อสาร (Name)	โครงสร้าง (Structure)	มวลโมเลกุล (Molecular Weight)	กลุ่มพฤกษเคมี (Phytochemical Group)	ฤทธิ์ทางชีวภาพ (Activity)	สารสกัด เฮกเซน	สารสกัด เอทิล อะซิเตต	สารสกัด อะซิโตน	สารสกัด เอทานอล
Ophiopogonin D	C ₄₄ H ₇₀ O ₁₆	854.4657	Saponin	Cardioprotective, Anti-inflammatory (Zhao et al., 2016)	+	-	-	-
Nor-ketoagarofuran	C ₁₄ H ₂₂ O ₂	222.1618	Terpenoid	Anticancer (Zhao et al., 2012)	+	+	+	+
Methyl (3β,11ξ)-3-Hydroxy-8-oxo- 6-eremophilen-12-oate	C ₁₆ H ₂₄ O ₄	280.1674	Terpenoid	Antimicrobial (Shirota et al., 1996)	+	+	+	+
(R)-2-Methyl-2-(4,8,12- trimethyltrideca-3,7,11-trien-1- yl)-3,4-dihydro-2H-chromen-6-ol	C ₂₆ H ₃₈ O ₂	382.287	Terpenoid	Antioxidant (Inoue et al., 1987)	+	+	-	-

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ชื่อสาร (Name)	โครงสร้าง (Structure)	มวลโมเลกุล (Molecular Weight)	กลุ่มพฤกษเคมี (Phytochemical Group)	ฤทธิ์ทางชีวภาพ (Activity)	สารสกัด เฮกเซน	สารสกัด เอทิล อะซิเตต	สารสกัด อะซิโตน	สารสกัด เอทานอล
Zedoarondiol	$C_{15}H_{24}O_3$	252.1721	Terpenoid	Anti-inflammatory (Huang et al., 2010)	-	+	-	-
Furanofukinol	$C_{15}H_{22}O_3$	250.156	Terpenoid derivative	Cytotoxic (Wang et al., 2004)	-	-	+	-
Panaxacol	$C_{17}H_{26}O_3$	278.1882	Triterpenoid derivative	Anti-inflammatory (Park et al., 2001)	-	-	+	-

สาร Quercetin 3-apiosyl-(1→2)- α -L-arabinopyranoside เป็นสารที่อยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ที่มีโครงสร้างซับซ้อน โดยประกอบด้วยแกนกลางเคอเซทิน ซึ่งเป็นฟลาโวนอลชนิดหนึ่งที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง เชื่อมต่อกับหมู่น้ำตาลโมเลกุลคู่ (Disaccharide) ที่ประกอบด้วย Apiose เชื่อมต่อกับ L-arabinopyranose ผ่านพันธะไกลโคซิดิกแบบ (1→2) และทั้งหมดเชื่อมต่อกับตำแหน่งคาร์บอนที่ 3 ของเคอเซทิน (De Montijo-Prieto et al, 2023) โครงสร้างชนิดนี้ทำให้สารมีคุณสมบัติทางชีวภาพที่โดดเด่น เช่น ความสามารถในการละลายน้ำสูงขึ้น เสถียรภาพเพิ่มขึ้น และศักยภาพในการออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่หลากหลาย โดยเฉพาะด้านการต้านอนุมูลอิสระและด้านการอักเสบ จากงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่า สาร Quercetin 3-apiosyl-(1→2)- α -L-arabinopyranoside สามารถถูกตรวจพบในสารสกัดจากใบอะโวคาโด (*Persea americana*) ที่ผ่านการหมักด้วยแบคทีเรียกรดแลคติก (Lactic acid bacteria; LAB) โดยใช้เทคนิค LC-MS/MS และ Q-TOF-MS ในการระบุโมเลกุล ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า สารนี้อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างฟลาโวนอยด์ดั้งเดิมผ่านกระบวนการหมัก จึงแสดงให้เห็นถึงบทบาทของการหมักในการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบสารพฤกษเคมีให้มีฤทธิ์ทางชีวภาพเพิ่มขึ้น (De Montijo-Prieto et al., 2023) ในแง่ของฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา สารนี้มีศักยภาพในการยับยั้งอนุมูลอิสระได้ดี และด้วยโครงสร้างน้ำตาลซ้อนที่หาได้ยาก การศึกษาสารนี้ยังมีศักยภาพสำหรับการพัฒนาเป็นสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารหรือยาในอนาคต

สาร Myricetin 3-(2'',3'',4''-triacytylxyloside) เป็นฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนและหายาก โดยเกิดจากการเชื่อมต่อของสารฟลาโวนอลหลักคือไมริเซทินเข้ากับน้ำตาลไซโลไพราโนส (Xylopyranose) ที่ตำแหน่งคาร์บอนที่ 3 ของแกนฟลาโวนอล ซึ่งหมู่ น้ำตาลนี้มีการดัดแปลงเพิ่มเติมด้วยหมู่อะซิติลที่ตำแหน่ง 2'', 3'', และ 4'' ทำให้เกิดเป็น Triacytylxyloside โครงสร้างนี้จัดเป็นอนุพันธ์ของฟลาโวนอลไกลโคไซด์ ที่ผ่านการ Acetylation ซึ่งมีผลสำคัญต่อคุณสมบัติทางเคมีและชีวภาพ เช่น เพิ่มความสามารถในการละลายไขมัน (Lipophilicity) ความคงตัวของโมเลกุล และอาจช่วยให้สารออกฤทธิ์ซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ดีขึ้น (Yang et al., 2025) จากการวิเคราะห์ Transcriptomics และ Metabolomics ในพืช *Polygonum capitatum* พบว่า พืชชนิดนี้มีการสร้างและสะสมสารไมริเซทินไกลโคไซด์ที่มีการดัดแปลงทางโครงสร้างอย่างหลากหลาย ซึ่งรวมถึงอนุพันธ์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับ Myricetin 3-(2'',3'',4''-triacytylxyloside) การแสดงออกของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง เช่น Flavonol-3-O-glycosyltransferase (UGT78D1) และ Acetyl transferases มีบทบาทสำคัญในกระบวนการ Biosynthesis ของโครงสร้างที่ซับซ้อนนี้ (Yang et al., 2025) งานวิจัยชิ้นนี้ยังชี้ให้เห็นว่าฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ ที่มีการดัดแปลงในระดับสูงอาจมีศักยภาพในการใช้เป็น Biomarkers ทางเภสัชพฤกษศาสตร์ (Pharmacognostic Markers) และมีฤทธิ์ทาง

ชีวภาพที่น่าสนใจ เช่น ด้านอนุมูลอิสระ ด้านการอักเสบ และอาจเสริมประสิทธิภาพของสารต้านจุลชีพ

สาร Myricetin 3-(2",3"-digalloylrhamnoside) เป็นสารในกลุ่มฟลาโวนอล ไดแกลโลลไกลโคไซด์ (Flavonol Digalloyl Glycosides) ซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วยแกนกลางของไมริเซทิน เชื่อมกับน้ำตาลรามโนส (Rhamnose) ที่ตำแหน่งคาร์บอนที่ 3 ของฟลาโวนอล และน้ำตาลนี้ถูกดัดแปลงด้วยหมู่แกลโลล (Galloyl) สองตำแหน่งที่ตำแหน่งคาร์บอน 2" และ 3" การดัดแปลงดังกล่าวมีผลอย่างมากต่อสมบัติทางเคมีของโมเลกุล โดยเฉพาะในแง่ของการเพิ่มความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant Activity) และการเสริมฤทธิ์ในการจับกับโลหะหรือ Pigment Molecules (Harborne & Williams, 2001) จากการศึกษาฟลาโวนอลไกลโคไซด์อย่างครอบคลุมพบว่าโครงสร้างประเภท Galloylated-Rhamnosides นั้นพบในพืชหลายชนิดในวงศ์ Euphorbiaceae และ Polygonaceae และยังมีบทบาททางชีวภาพสูง เช่น เป็นโคฟักเมนต์กับ แอนโทไซยานิน ยับยั้งเอนไซม์ Xanthine Oxidase และอาจเสริมฤทธิ์การป้องกัน Oxidative Stress ในเซลล์พืชและสัตว์ นอกจากนี้ การมีหมู่แกลโลล 2 ตำแหน่งที่ต่อกันกับน้ำตาลรามโนสยังช่วยให้สารมีความสามารถในการเชื่อมต่อผ่านพันธะไฮโดรเจนหลายตำแหน่ง จึงอาจเพิ่มฤทธิ์ทางชีวภาพโดยรวม (Harborne & Williams, 2001) ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารนี้โดยตรง แต่จากโครงสร้างและกลไกที่เกี่ยวข้อง สามารถสันนิษฐานได้ว่าสารนี้อาจมีประโยชน์ในการพัฒนาเป็นสารออกฤทธิ์ทางยา หรือส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารและเครื่องสำอางจากธรรมชาติ โดยเฉพาะในกลุ่มสารต้านออกซิเดชันและป้องกันความเสื่อมของเซลล์

สาร Myricetin 3-O-glucuronide เป็นอนุพันธ์ของฟลาโวนอลที่เกิดจากการเชื่อมต่อของไมริเซทินกับกรดกลูคูโรนิก (Glucuronic Acid) ที่ตำแหน่งคาร์บอนที่ 3 ของแกนฟลาโวนอล สารประกอบนี้มักพบในพืชที่อุดมด้วยฟลาโวนอยด์ และสามารถเกิดขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์เมตาบอไลต์ ภายหลังการดูดซึมไมริเซทินในร่างกายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Terenzi et al., 2024) การกลูคูโรไนเดชันดังกล่าวมีความสำคัญทางชีวภาพ เนื่องจากช่วยเพิ่มความสามารถในการละลายน้ำ และส่งเสริมการขับออกของสารผ่านกระบวนการ Detoxification โดยตับและไต ฤทธิ์ทางชีวภาพของ Myricetin 3-O-glucuronide มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ รวมถึงฤทธิ์ด้านการอักเสบ และอาจมีบทบาทในการป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือด ตลอดจนภาวะเสื่อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการ Oxidative Stress (Poblete et al., 2024) มีรายงานว่าสารนี้ถูกตรวจพบในพืชสมุนไพรเขตร้อน เช่น *Friedericia chica* ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของกลุ่มน้ำแอมะซอน โดยมีฤทธิ์ไถ่ล้างและมีบทบาทในการปกป้องผิวหนัง (Miorando et al., 2024) การวิเคราะห์โครงสร้างของสารนี้สามารถทำได้ด้วยเทคนิค LC-MS/MS ซึ่งให้ค่ามวลโมเลกุลประมาณ 478 m/z และมี Fragmentation Pattern เฉพาะตัว

ที่สามารถแยกแยะได้จากไมริเซทินหรือไกลโคไซด์อื่น ๆ (Terenzi et al., 2024) โครงสร้างของ Myricetin 3-O-glucuronide ยังได้รับความสนใจในงานวิจัยทางด้านอาหารและเครื่องสำอาง เนื่องจากความคงตัวที่ดีในผลิตภัณฑ์และความปลอดภัยสูงในการบริโภคหรือใช้ภายนอก

สาร Myricetin 3',4'-dimethyl ether 3-glucoside เป็นฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ชนิดหนึ่ง ที่พบได้ในพืชบางชนิด โดยมีโครงสร้างที่ซับซ้อนเกิดจากการดัดแปลงสารไมริเซทิน ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม ฟลาโวนอลด้วยหมู่เมทิลที่ตำแหน่ง 3' และ 4' พร้อมกับการเชื่อมหมู่น้ำตาลกลูโคสที่ตำแหน่งคาร์บอน ที่ 3 ของแกนฟลาโวนอล (Ulubelen et al., 1981) การมีหมู่เมทิลอีเธอร์ 2 ตำแหน่งช่วยเพิ่มความ คงตัวทางเคมี ลดการเกิดออกซิเดชัน และอาจช่วยเพิ่มความสามารถในการดูดซึมเข้าสู่เซลล์ นอกจากนี้การเชื่อมกับหมู่กลูโคสยังเพิ่มความสามารถในการละลายน้ำของสาร และส่งผลต่อ พฤติกรรมทางเภสัชจลนศาสตร์ (Pharmacokinetics) ของสารชนิดนี้ในร่างกาย สารนี้พบได้ในพืชใน วงศ์ Asteraceae เช่น *Haplopappus integerrimus* var. *punctatus* ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพืชในสกุล นี้มีศักยภาพสูงในการสังเคราะห์สารอนุพันธ์ไมริเซทินที่ดัดแปลงทางโครงสร้างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การป้องกันความเสียหายจากรังสียูวี และอนุมูลอิสระ (Ulubelen et al., 1981) นอกจากนี้ยังมีการ กล่าวถึงการตรวจพบสารที่มีโครงสร้างใกล้เคียงในพืชอย่าง *Pluchea indica* ซึ่งถูกศึกษาด้านฤทธิ์ ด้านมะเร็งลำไส้ใหญ่ (Baharuddin et al., 2023) ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาจำเพาะเจาะจงต่อสารนี้ โดยตรง แต่จากองค์ประกอบโครงสร้างของไมริเซทิน หมู่เมทิล และไกลโคไซด์แล้ว สันนิษฐานว่า อาจเป็นไปได้ว่าสารนี้จะมีฤทธิ์ด้านอนุมูลอิสระ ด้านอักเสบ และด้านมะเร็งในระดับเซลล์ได้ดี

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษา พบว่า ตัวทำละลายที่มีขั้วต่างกันส่งผลให้สารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่ได้นั้นมีสารประกอบและฤทธิ์ที่แตกต่างกัน โดยตัวทำละลายเอทานอลซึ่งเป็นตัวทำละลายมีขั้วสูง จะให้ปริมาณสารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่มากที่สุด และมีปริมาณสารฟีนอลิกรวมและปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวมมากที่สุด อีกทั้งยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่มากที่สุดอีกด้วย ในขณะที่ตัวทำละลายเฮกเซนซึ่งเป็นตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว จะให้ปริมาณสารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่น้อยที่สุด และมีปริมาณสารฟีนอลิกรวมและปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวมที่น้อยที่สุด อีกทั้งยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่น้อยที่สุดอีกด้วย เมื่อนำสารสกัดใบกาฝากมะม่วงไปทดสอบหาสารประกอบที่สำคัญ พบว่า มีสารกลุ่มที่น่าสนใจในสารสกัดใบกาฝากมะม่วง ได้แก่ สารกลุ่มซาโปนิน อัลคาลอยด์ เทอร์พีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ และฟีนอลิก ซึ่งเป็นสารกลุ่มที่มีประโยชน์ต่อเครื่องสำอาง และยังพบสารอนุพันธ์ของสารเคอเซทินและไมริเซทิน ได้แก่ สาร Quercetin 7-(6"-galloylglucoside) (1) Quercetin 3-(2-caffeoylglucuronoside) (2) Quercetin 3,7-diglucuronide (3) Quercetin 3-apiosyl-(1→2)- α -L-arabinopyranoside (4) Myricetin 3-(2",3",4"-triacytylxlyoside) (5) Myricetin 3-(2",3"-digalloylramnoside) (6) Myricetin 3-O-glucuronide (7) Myricetin 3',4'-dimethyl ether 3-glucoside (8) ซึ่งเป็นสารที่มีศักยภาพในการต้านอนุมูลอิสระอย่างโดดเด่น ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า ใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยเอทานอลเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติที่มีศักยภาพสูงเหมาะสำหรับการนำไปพัฒนาในผลิตภัณฑ์ทางเภสัชกรรมหรือผลิตภัณฑ์เสริมอาหารในอนาคต

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบสารอนุพันธ์ของเคอเซทินและไมริเซทินที่น่าสนใจ แต่ยังไม่มีการวิจัยเกี่ยวกับสารเหล่านี้มากนัก ในอนาคตหากมีการศึกษาต่อยอด อาจเกิดประโยชน์ต่อวงการเครื่องสำอางได้

รายการอ้างอิง

- กิตติศักดิ์ ทองมีทิพย์. (2564). พัฒนาการเกษตรกรรมของประเทศไทย ในมิติด้านการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต. *วารสารพัฒนศาสตร์*, 1, 132-162.
- ดนุวัศ สาศริก และปณันดา จันทรสุกรี. (2561). ผลกระทบของปัจจัยทางเศรษฐกิจ สังคม สถาบัน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อรายได้และรายจ่ายในภาคการเกษตรของเกษตรกรไทย. *วารสารรัฐประศาสนศาสตร์*, 16(2), 57-85.
- พรสุตา เรืองเสวียด, ฉันทพิชญา อ้ายชุม, สุชาดา กาทอง, ฟาซีมะ เจ๊ะแม, วาสิตา แสนบุญยัง, อนงค์ หัมพานนท์ . . . พระอธิการสำรวม สิริภโท. (2558). ความหลากหลายของพืชกาฝากมะม่วง (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) และพรรณไม้อาศัยในพื้นที่อนุรักษ์สัตว์ป่า วัดไถ่ก้งว (เขาสารพัดดีศรีเจริญธรรม) อำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท. *วารสารวนศาสตร์*, 34(2), 73-83.
- รวินิภา ศรีมูล และศิริกมล นิยมวรรณ. (2564). การพัฒนาและทดสอบความใช้ได้ของวิธี Folin-Ciocalteu แบบเคมีไมโครสำหรับวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมในสารสกัดใบรางแดง (*Ventilago denticulata* Willd.). *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 26(1), 379-398.
- Adzu, B., Amos, S., Dzarma, C. W., Gamaniel, K., & Wambebe, C. (2003). Effect of *Prosopis africana* stem bark extract on experimentally induced nociception and inflammation. *Journal of Ethnopharmacology*, 89(2-3), 197–201.
[https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00298-8](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00298-8)
- Ahadi, H., Shokrpour, M., Fatahi, R., Naghavi, M. R., & Mirjalili, M. H. (2023). Essential oil, flavonoids and anthocyanins profiling of some Iranian damask rose (*Rosa damascena* Mill.) genotypes. *Industrial Crops and Products*, 205, 117579.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117579>
- Alharits, L., Handayani, W., Yasman., & Hemelda, N. M. (2019). Phytochemical Analysis and Antioxidant Activity of Leaves and Flowers Extracts of Mistletoe (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.), Collected from UI Campus, Depok. *AIP Conference Proceedings*, 2168(1), 020101-1 - 020101-8.
<http://doi.org/10.1063/1.5132528>

- Antolovich, M., Prenzler, P. D., Patsalides, E., McDonald, S., & Robards, K. (2002). Methods for testing antioxidant activity. *The Analyst*, 127, 183–198.
<https://doi.org/10.1039/B009171P>
- Arora, V., Rani, L., Grewal, A. S., & Dureja, H. (2023). Natural product-based anti-inflammatory agents. *Recent Developments in Anti-Inflammatory Therapy*, 183-232. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99988-5.00011-5>
- Artanti, N., Firmansyah, T., & Darmawan, A. (2012). Bioactivities Evaluation of Indonesian Mistletoes (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) Leaves Extracts. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2(1), 24-27.
- Baharuddin, S. A., Shah, N. N. A. K., Yazan, L. S., Rashed, A. A., Kadota, K., Al-Awaadh, A. M., & Yusof, Y. A. (2023). Optimization of *Pluchea indica* (L.) leaf extract using ultrasound-assisted extraction and its cytotoxicity on the HT-29 colorectal cancer cell line. *Ultrasonics Sonochemistry*, 101, 106702.
<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2023.106702>
- Bajgai, B., Suri, M., Singh, H., Hanifa, M., Bhatti, J. S., Randhawa, P. K., & Bali, A. (2024). Naringin: A flavanone with a multifaceted target against sepsis-associated organ injuries. *Phytomedicine*, 130, 155707.
<https://doi.org/10.1016/j.phymed.2024.155707>
- Barakat, H. H., Souleman, A. M., Hussein, S. A. M., Ibrahim, O. A., & Nawwar, M. A. M. (1999). Flavonoid galloyl glucosides from the pods of *Acacia farnesiana*. *Phytochemistry*, 51, 139-142.
<https://www.researchgate.net/publication/358107044>
- Bashir, M., & Ibrahim, A. (2022). *Liquid Chromatography Mass Spectrometer (LC-MS) profile revealed flavonoids and terpenoids with antioxidant potential in aqueous fraction of Combretum micranthum leaf extract*. ResearchGate.
<https://www.researchgate.net/publication/358107044>
- Bitwell, C., Indra, S. S., Luke, C., & Kakoma, M. K. (2023). A review of modern and conventional extraction techniques and their applications for extracting phytochemicals from plants. *Scientific African*, 19, e01585.
<https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01585>

- Bunchalee, P., Monthakantirat, O., Luecha, P., Srichai, T., & Maneechai, S. (2022). GC-MS Analysis and Antioxidant Potential of the Stem and Leaf Extracts of *Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq. Hemiparasite on *Shorea roxburghii* G. Don and *Cassia fistula* L. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 6(10), 1638-1643. <http://www.doi.org/10.26538/tjnpr/v6i10.13>
- Butkhup, L. (2011). Dietary Polyphenols and Their Biological Effects. *Journal of Science and Technology Mahasarakham University*, 31(4), 443-455.
- Cadenillas, L. F., Hernandez, C., Bailly, S., Billerach, G., Durrieu, V., & Bailly, J. D. (2023). Role of polyphenols from the aqueous extract of *Aloysia citriodora* in the inhibition of aflatoxin B1 synthesis in *Aspergillus flavus*. *Molecules*, 28(13), 5123. <https://doi.org/10.3390/molecules28135123>
- Chen, J., Li, W., Yao, H., Xu, J., & Chen, L. (2008). Anti-inflammatory constituents of the stems of *Piper kadsura*. *Journal of Natural Products*, 71(4), 636-638. <https://doi.org/10.1021/np070607p>
- Chen, J., Wang, Y., & Li, P. (2014). Iridoid glycosides from *Scrophularia ningpoensis* and their anti-inflammatory activities. *Molecules*, 19(11), 18625-18636. <https://doi.org/10.3390/molecules191118625>
- Choi, Y., Fan, M., Wedamulla, N. E., Tang, Y., & Kim, E. (2024). Alleviatory effect of isoquercetin on benign prostatic hyperplasia via IGF-1/PI3K/Akt/mTOR pathway. *Food Science and Human Wellness*, 13(3), 1698-1710. <https://doi.org/10.26599/FSHW.2022.9250216>
- De Montijo-Prieto, S., Razola-Díaz, M. D. C., Barbieri, F., Fernández-Figares, I., Chamorro, S., & Mateo, J. (2023). Impact of lactic acid bacteria fermentation on phenolic compounds and antioxidant activity of avocado leaf extracts. *Antioxidants*, 12(2), 298. <https://doi.org/10.3390/antiox12020298>
- Dong, X., Fu, J., Yin, X., Cao, S., Li, X., Lin, L., & Ni, J. (2016). Emodin: A Review of Its Pharmacology, Toxicity and Pharmacokinetics. *Phytotherapy Research*, 30(8), 1207-1218. <https://doi.org/10.1002/ptr.5631>
- Dontha, S. (2016). A review on Antioxidant Methods. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 9, 14-32. <http://doi.org/10.22159/ajpcr.2016.v9s2.13092>

- Dugasani, S., Pichika, M. R., Nadarajah, V. D., Balijepalli, M. K., Tandra, S., & Korlakunta, J. N. (2010). Comparative antioxidant and anti-inflammatory effects of [6]-gingerol, [8]-gingerol, and [10]-gingerol on chemical and enzymatic oxidation of human low-density lipoproteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(8), 4613–4619. <https://doi.org/10.1021/jf904546d>
- Elsyana, V., Bintang, M., & Priosoeryanto, B. P. (2016). Cytotoxicity and Antiproliferative Activity Assay of Clove Mistletoe (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) Leaves Extracts. *Advances in Pharmacological Sciences*, 2016, 1-6. <http://doi.org/10.1155/2016/3242698>
- Faria, T. J. S., Barbosa, M. I. M. J., De Carvalho, J. E., Ruiz, A. L. T. G., & De Paula, J. E. (2011). Antimicrobial activity of Rotundifolone and some structurally related compounds. *Natural Product Research*, 25(8), 765–770. <https://doi.org/10.1080/14786410802624892>
- Farkas, O., Jakus, J., & Heberger, K. (2004). Quantitative Structure – Antioxidant Activity Relationships of Flavonoid Compounds. *Molecules*, 9, 1079-1088. <https://doi.org/10.3390/91201079>
- Fitrilia, T., Bintang, M., & Safithri, M. (2015). Phytochemical Screening and Antioxidation Activity of Clove Mistletoe Leaf Extracts (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.). *IOSR Journal of Pharmacy*, 5(8), 13-18.
- Gulcin, I. (2020). Antioxidants and antioxidant methods: an updated overview. *Archives of Toxicology*, 94, 651-715. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02689-3>
- Gushue, J. N. (2013). Principles and Applications of Gas Chromatography Quadrupole Time-of-Flight Mass Spectrometry. *Comprehensive Analytical Chemistry*, (61), 255–270. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-62623-3.00011-3>
- Gutiérrez-Grijalva, E. P., López-Martínez, L. X., Contreras-Angulo, L. A., Elizalde-Romero, C. A., & Heredia, J. B. (2020). Plant alkaloids: Structures and bioactive properties. *Plant-derived bioactives*, 85-117. <http://doi.org/10.1007/978-981-15-2361-8>

- Harborne, J. B., & Nash, R. J. (1984). Flavonoid pigments responsible for ultraviolet patterning in petals of the genus *Potentilla*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 12(3), 327–333. [https://doi.org/10.1016/0305-1978\(84\)90055-3](https://doi.org/10.1016/0305-1978(84)90055-3)
- Harborne, J. B., & Williams, C. A. (2001). Anthocyanins and other flavonoids. *Natural Product Reports*, 18(3), 310–333. <https://doi.org/10.1039/B006257J>
- Hardiyanti, R., Marpaung, L., Adnyana, I. K., & Simanjuntak, P. (2019). Isolation of Quercitrin from *Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq Leaves and It's Antioxidant and Antibacterial Activities. *Rasayan J. Chem*, 12(4), 1822-1827. <http://doi.org/10.31788/RJC.2019.1235353>
- Hidayat, R., & Wulandari, P. (2021). Method of Extraction: Maceration, Percolation and Decoction. *Eureka Herba Indonesia*, 2(1), 68-74. <https://doi.org/10.37275/ehi.v2il.15>
- Hsouna, A. B., Hamdi, N., Miladi, H., & Abdelkafi, S. (2011). Antioxidant and antimicrobial activities of *Mentha pulegium* volatile oil. *Industrial Crops and Products*, 34(2), 802–807. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.02.003>
- Huang, G. C., Liu, Y., Shen, C. F., & Guo, D. A. (2010). Chemical constituents from *Curcuma zedoaria*. *Fitoterapia*, 81(6), 499–503. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2010.01.005>
- Inoue, M., Hayashi, T., Tazawa, S., Tanaka, Y., & Matsui, T. (1987). New antioxidant prenylflavonoid from *Morus alba*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 35(5), 1959–1961. <https://doi.org/10.1248/cpb.35.1959>
- Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, 61(1), 1361779. <https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779>
- Kikuzaki, H., & Nakatani, N. (1993). Antioxidant effects of some ginger constituents. *Journal of Food Science*, 58(6), 1407–1410. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1993.tb06188.x>

- Koizumi, Y., Tobe, H., & Kishi, Y. (1979). Amastatin, a new inhibitor of aminopeptidase A and aminopeptidase N. *Journal of Antibiotics*, 32(11), 1019–1024. <https://doi.org/10.7164/antibiotics.32.1019>
- Kristiani, E. B. E., & Kasmiyati, S. (2022). The potential of *Dendrophthoe pentandra* and *Scurrula ferruginea* stem from *Syzygium aqueum* as source of natural antioxidant. *Journal of Biology & Biology Education*, 14(3), 348-355. <http://doi.org/10.15294/biosaintifika.v14i3.39250>
- Kristinngum, N., Wulandari, L., & Zuhriyah, A. (2018). Phytochemical Screening, Total Phenolic Content, and Antioxidant Activity of Water, Ethyl Acetate, and n-Hexane Fractions from Mistletoe Moringa Oleifera Lam. (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.). *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 11(10), 104-106. <http://doi.org/10.22159/ajpcr.2018.v11i10.25271>
- Kuo, Y. H., Lin, L. C., & Tsai, T. H. (2002). Chemical constituents and pharmacological activities of *Ligusticum chuansiong*. *Current Medicinal Chemistry*, 9(15), 1481–1501. <https://doi.org/10.2174/0929867023369326>
- Lamuela-Raventos, R. M. (2018). Folin-Ciocalteu Method for The Measurement of Total Phenolic Content and Antioxidant Capacity. *Measurement of Antioxidant Activity & Capacity : Recent Trends and Applications*, (1), 107-115. <https://doi.org/10.1002/9781119135388.ch6>
- Leyva-Jiménez, F. J., & Lozano-Sánchez, J. (2019). Manufacturing design to improve the attainment of functional ingredients from *Aloysia citriodora* leaves by advanced microwave technology. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 75, 148–155. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2019.03.045>
- Li, Q., Liu, H., Zhang, M., Li, C., Liu, X., & Li, Z. (2024). *Treatment with citric acid treatment retards color fading of sorghum grains (Sorghum bicolor L.) through regulation of flavonoid accumulation*. Elsevier. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4726005>
- Lin, L. Z., & Harnly, J. M. (2008). Phenolic component profiles of mustard greens, yu choy, and 15 other Brassica vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(9), 3516–3530. <https://doi.org/10.1021/jf073487n>

- Lu, J. M., Lin, P. H., Yao, Q., & Chen, C. (2010). Chemical and molecular mechanisms of antioxidants: experimental approaches and model systems. *Molecular Medicine*, 14(4), 840-860. <https://doi.org/10.1111/j.1582-4934.2009.00897.x>
- Makkumrai, W., Huang, Y., & Xu, Q. (2021). Comparision of Pomelo (*Citrus Maxima*) Grown in China and Thailand. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 8(2), 335-352. <http://doi.org/10.15302/J-FASE-2021391>
- Matsuda, H., Pongpiriyadacha, Y., Morikawa, T., Ochi, M., & Yoshikawa, M. (2002). Protective effects of trichosanatine from the seeds of *Trichosanthes kirilowii* on D-galactosamine-induced liver injury in rats. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 10(11), 3375–3380. [https://doi.org/10.1016/S0968-0896\(02\)00178-5](https://doi.org/10.1016/S0968-0896(02)00178-5)
- Miorando, D., Maccagnan, J. C., & Busato, M. (2024). *Friedericia chica, a medicinal plant from the Amazon region, is repellent against Aedes aegypti: In vivo and molecular docking evidence*. Chemistry & Biodiversity. <https://www.researchgate.net/publication/384983032>
- Munteanu, I. G., & Apetrei, C. (2021). Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22, 3880, 1-30. <https://doi.org/10.3390/ijms22073380>
- Mustarichie, R., Warya, S., Saptarini, N. M., & Ramdhani, D. (2015). Total Flavonoid Content and Anti-Inflammatory Properties of Indonesian Mistletoes (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq.) Ethanol Extract. *World Journal of Phamaceutical Research*, 4(4), 287-302.
- Nakamura, S., Li, X., Matsuda, H., & Yoshikawa, M. (1998). Bioactive constituents from Chinese natural medicines. XVI. Inhibitors of α -glucosidase from the roots of *Salacia reticulata*. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*, 46(8), 1339–1341. <https://doi.org/10.1248/cpb.46.1339>
- Nawwar, M., Ayoub, N., El-Raey, M., & Zaghloul, S. (2015). Acylated flavonol diglucosides from *Ammania auriculata*. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 70(11-12), 329–336. <https://doi.org/10.1515/znc-2014-4165>

- Omar, K., Grant, M. H., & Henderson, C. (2014). The complex degradation and metabolism of quercetin in rat hepatocyte incubations. *Xenobiotica*, 44(12), 1074–1082. <https://core.ac.uk/download/pdf/29181964.pdf>
- Poblete, J., Fernández-Martínez, J., Aranda, M., & Quispe-Fuentes, I. (2024). Green recovery and identification of antioxidant and enzyme inhibitor molecules from Pisco grape pomace. *Antioxidants*, 13(11), 1418. <https://www.mdpi.com/2076-3921/13/11/1418>
- Ramvalho, T. R., Filho, V. C., Martins, D. T. O., & Pinto, C. J. C. (2009). Anti-inflammatory and antinociceptive activities of methyl 3,4,5-trimethoxycinnamate, a natural ester of cinnamic acid. *Planta Medica*, 75(7), 671–675. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1185375>
- Rana, S., Rayhan, N. M. A., Emon, S. H., Islam, T., Rathry, K., Hasan, M...Asraf, A. (2024). Antioxidant activity of Schiff base ligands using the DPPH scavenging assay: an updated review. *RSC Advances*, 14(45), 33094–33123. <https://doi.org/10.1039/d4ra04375h>
- Rosa, L. A., Moreno-Escamilla, J. O., Rodrigo-Garcia, J., & Alvarez-Parrilla, E. (2019). Phenolic Compounds. *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*, 253–271. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813278-4.00012-9>
- Salni., Marisa, H., & Mayasari, P. (2023). Antioxidant compounds and activity from the leaf of the mistletoe (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq) on Duku plant (*Lansium domesticum* Corr.). *Pharmaciana*, 13(1), 126–136. <http://doi.org/10.12928/pharmaciana.v13i1.24584>
- Shahidi, F., & Zhong, Y. (2015). Measurement of antioxidant activity. *Journal of Functional Foods*, 18, 757–781. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.01.047>
- Shirota, O., Nagamatsu, K., & Sekita, S. (1996). Sesquiterpenoids from *Valeriana fauriei*. *Phytochemistry*, 42(6), 1621–1625. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(96\)00146-8](https://doi.org/10.1016/0031-9422(96)00146-8)
- Shraim, A. M., Ahmed, T. A., Rahman, M. M., & Hijji, Y. M. (2021). Determination of total flavonoid content by aluminum chloride assay: A critical evaluation. *LWT*, 150, 111932. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111932>

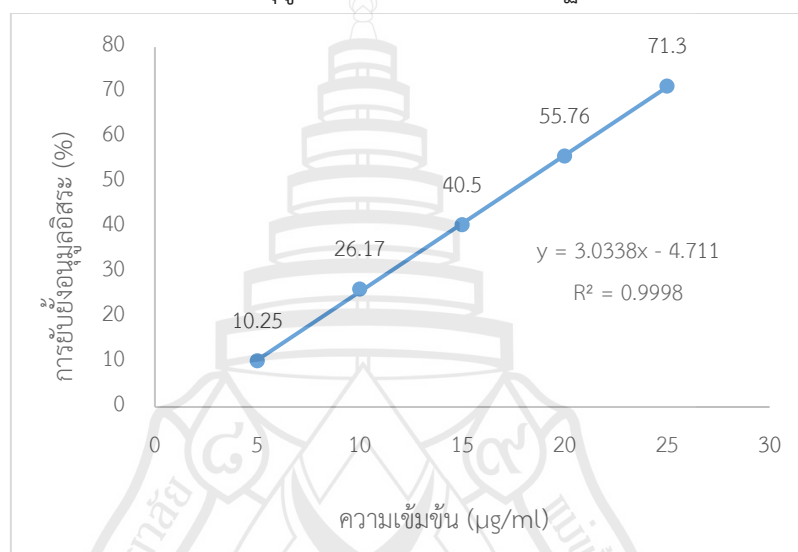
- Sirivibulkovit, K., Nouanthavong, S., & Sameenoi, Y. (2018). Paper-based DPPH Assay for Antioxidant Activity Analysis. *Analytical Sciences*, 34, 795-800.
<https://doi.org/10.2116/analsci.18P014>
- Smith, A. B., Jones, K. M., & Patel, R. (2018). Synthesis and anti-inflammatory evaluation of new dipropyl salicylic acid derivatives. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 28(5), 837–841. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2018.01.034>
- Sousa, D., Júnior, E., Oliveira, F., Almeida, R., Nunes, X., & Barbosa-Filho, J. (2007). Antinociceptive Activity of Structural Analogues of Rotundifolone: Structure-Activity Relationship. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 62(1-2), 39-42.
<https://doi.org/10.1515/znc-2007-1-207>
- Świątek, Ł., Sieniawska, E., Sinan, K. I., Maciejewska-Turska, M., Boguszevska, A., Polz-Dacewicz, M. . . Zengin, G. (2021). LC-ESI-QTOF-MS/MS analysis, cytotoxic, antiviral, antioxidant, and enzyme inhibitory properties of *Geranium pyrenaicum* extracts. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(14), 7621. <https://doi.org/10.3390/ijms22147621>
- Terenzi, C., Bermudez, G., Medri, F., Montanari, S., & Bucar, F. (2024). Valorization of legume by-products for nutraceutical and cosmetic applications. *Antioxidants*, 13(12), 1531. <https://www.mdpi.com/2076-3921/13/12/1531>
- Tian, L., Pang, Y., Dixon, R. A., & Liu, C. J. (2011). Glycosylation of flavonoids in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, 155(1), 187–197.
<https://doi.org/10.1104/pp.110.166769>
- Ulubelen, A., Ayanoglu, E., Clark, W. D., Brown, G. K., & Kerr, R. R. (1981). Myricetin and quercetin methyl ethers from *Haplopappus integerrimus* var. *punctatus*. *Phytochemistry*, 20(10), 2485–2488. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(81\)83106-6](https://doi.org/10.1016/0031-9422(81)83106-6)
- Vuolo, M. M., Lima, V. S., & Junior, M. R. M. (2019). Phenolic Compounds: Structure, Classification, and Antioxidant Power. *Bioactive Compounds Health Benefits and Potential Applications*, 33-50. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814774-0.00002-5>

- Yang, J., Zhang, Y., Guo, B. F., Peng, Q. L., Chen, H. Y., Ye, M. . . Ding, W. J. (2025). *Combined transcriptomic and metabolomic analyses reveal the pharmacognostic mechanism of the metabolism of flavonoids in different parts of Polygonum capitatum*. *The Plant Genome*.
<https://doi.org/10.1002/tpg2.20543>
- Yismairai, E., Hemelda, N. M., Yasman., & Handayani, W. (2019). Antioxidant Activity of Extract of Mistletoe, *Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq., Lived in Three Different Host Plants, Collected from Kampus UI, Depok. *AIP Conference Proceedings*, 2168(1), 020100-1 - 020100-7. <https://doi.org/10.1063/1.5132527>
- Zhang, X., Jiang, L., Geng, C., & Zhong, Y. (2015). Two new benzoquinone derivatives from *Myrsine africana* Linn. *Phytochemistry Letters*, 12, 272–276.
<https://doi.org/10.1016/j.phytol.2015.03.009>
- Zhao, J., Wang, W., & Kang, S. (2012). Nor-sesquiterpene derivatives from the roots of *Daphne genkwa* and their cytotoxic activities. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 22(19), 6030–6033.
<https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2012.07.116>
- Zhao, P., Yang, B. Y., Wang, Q. H., & Kuang, H. X. (2015). New bisabolane-type sesquiterpenoids from *Helianthus annuus* L. *Fitoterapia*, 106, 67–71.
<https://doi.org/10.1016/j.fitote.2015.08.004>
- Zhao, X., Wang, H., Sun, G., & Wang, M. (2016). The protective effect of ophiopogonin D on heart injury induced by isoproterenol in rats. *Phytomedicine*, 23(9), 898–908. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2016.04.012>
- Zhou, B., Wu, L. J., Yang, L., & Yin, M. (2016). Flavonoid glycosides from the flowers of *Carthamus tinctorius* and their antioxidant activities. *Molecules*, 21(3), 293.
<https://doi.org/10.3390/molecules21030293>
- Zhuang, B., Ramanauskaite, G., Koa, Z. Y., & Wang, Z. G. (2021). Like dissolves like: A first-principles theory for predicting liquid miscibility and mixture dielectric constant. *Science Advances*, 7(7), 1–7. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abe7275>

ภาคผนวก ก

การคำนวณค่า IC_{50}

ในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยเทคนิค DPPH โดยใช้กรดแอสคอร์บิกเป็นสารมาตรฐาน เมื่อนำไปหาค่าการยับยั้งอนุมูลอิสระ จะได้กราฟมาตรฐานดังนี้



ภาพที่ ก1 กราฟมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก

เมื่อนำสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างๆไปทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ จะได้กราฟแสดงค่าการยับยั้งอนุมูลอิสระดังภาพที่ ก2

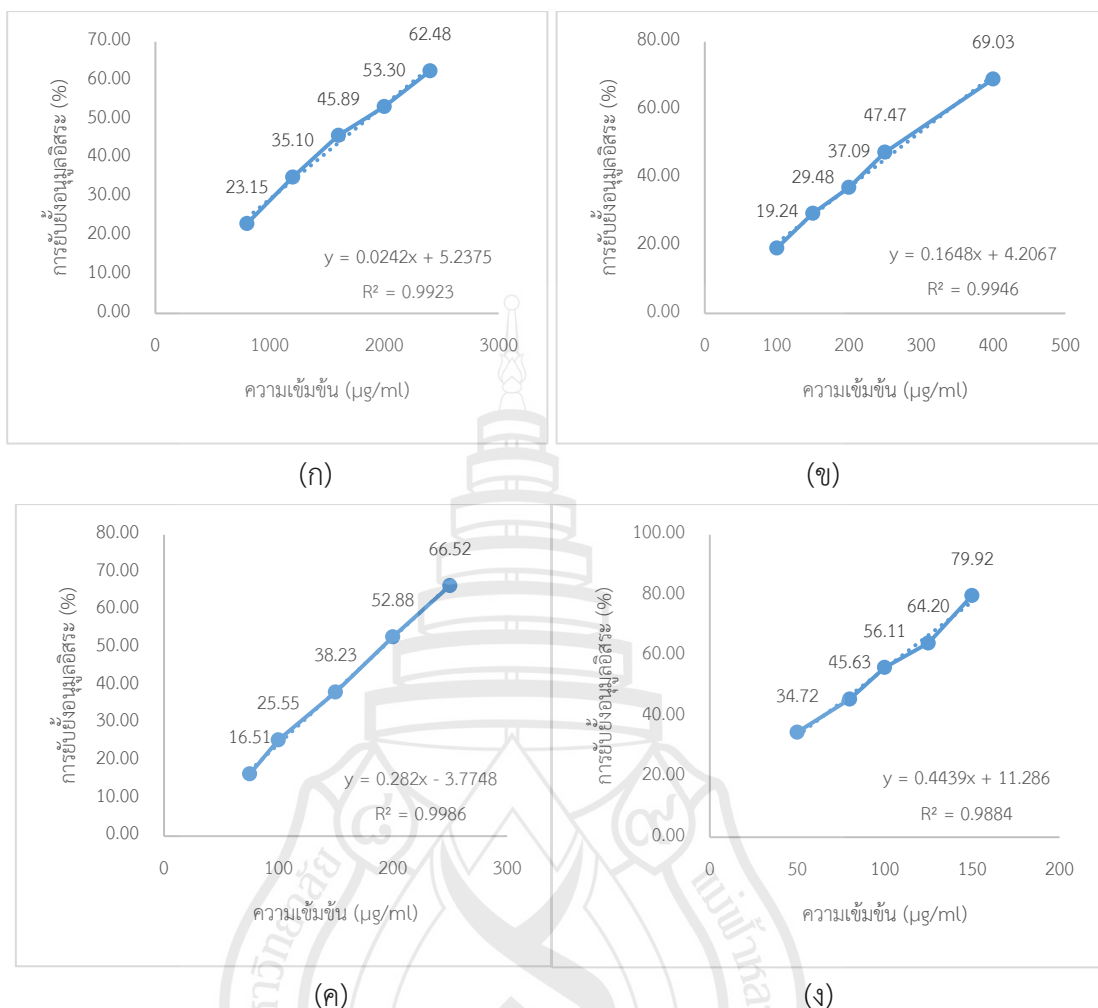
นำสมการที่ได้จากกราฟการยับยั้งอนุมูลอิสระของกรดแอสคอร์บิก (ภาพที่ ก1) และสมการที่ได้จากกราฟการยับยั้งอนุมูลอิสระของสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ (ภาพที่ ก2) มาคำนวณหา IC_{50} ด้วยสูตร

$$y = Ax - B$$

เมื่อ y คือ ค่า IC_{50}

A คือ ค่าความชันของกราฟ

B คือ ค่าจุดตัดแกน Y



ภาพที่ ก2 แสดงค่าการยับยั้งอนุมูลอิสระของสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน (ก), ค่าการยับยั้งอนุมูลอิสระของสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต (ข), ค่าการยับยั้งอนุมูลอิสระของสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน (ค) และ ค่าการยับยั้งอนุมูลอิสระของสารสกัดใบกาฝากที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล (ง)

การคำนวณค่า IC_{50} ของกรดแอสคอร์บิก

$$y = 3.0338x - 4.711$$

$$\text{แทนค่า } y = 50 ; 50 = 3.0338x - 4.711$$

$$54.711 = 3.0338x$$

$$x = 18.03 \mu\text{g/ml}$$

กรดแอสคอร์บิกมีค่า IC_{50} เท่ากับ $18.03 \mu\text{g/ml}$

การคำนวณค่า IC_{50} ของสารสกัดจากตัวทำละลายเฮกเซน

$$\begin{aligned} y &= 0.0242x + 5.2375 \\ \text{แทนค่า } y = 50 ; 50 &= 0.0242x + 5.2375 \\ 44.7625 &= 0.0242x \\ x &= 1,849.69 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

สารสกัดจากตัวทำละลายเฮกเซนมีค่า IC_{50} เท่ากับ 1,849.69 $\mu\text{g/ml}$

การคำนวณค่า IC_{50} ของสารสกัดจากตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต

$$\begin{aligned} y &= 0.1648x + 4.2067 \\ \text{แทนค่า } y = 50 ; 50 &= 0.1648x + 4.2067 \\ 45.7933 &= 0.1648x \\ x &= 277.87 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

สารสกัดจากตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต มีค่า IC_{50} เท่ากับ 277.87 $\mu\text{g/ml}$

การคำนวณค่า IC_{50} ของสารสกัดจากตัวทำละลายอะซิโตน

$$\begin{aligned} y &= 0.282x - 3.7748 \\ \text{แทนค่า } y = 50 ; 50 &= 0.282x - 3.7748 \\ 53.7748 &= 0.282x \\ x &= 190.69 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

สารสกัดจากตัวทำละลายอะซิโตน มีค่า IC_{50} เท่ากับ 190.69 $\mu\text{g/ml}$

การคำนวณค่า IC_{50} ของสารสกัดจากตัวทำละลายเอทานอล

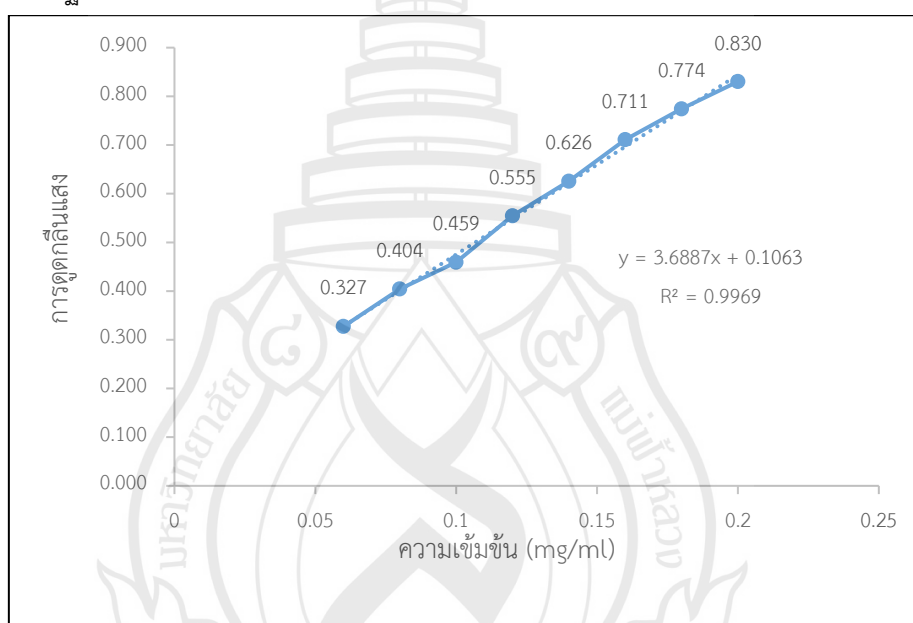
$$\begin{aligned} y &= 0.4439x + 11.286 \\ \text{แทนค่า } y = 50 ; 50 &= 0.4439x + 11.286 \\ 38.714 &= 0.4439x \\ x &= 87.21 \mu\text{g/ml} \end{aligned}$$

สารสกัดจากตัวทำละลายเอทานอล มีค่า IC_{50} เท่ากับ 87.21 $\mu\text{g/ml}$

ภาคผนวก ข

การคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม

การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกรวม (Total Phenolic Content : TPC) ด้วยเทคนิค Folin-Ciocalteu โดยใช้สารมาตรฐานกรดแกลลิก ที่ความเข้มข้น 0.06 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ถึง 0.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นสารมาตรฐานในการวิเคราะห์ที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร ได้กราฟมาตรฐานดังภาพที่ ข1 และคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมได้ ดังตารางที่ ข1



ภาพที่ ข1 แสดงกราฟมาตรฐานของกรดแกลลิก

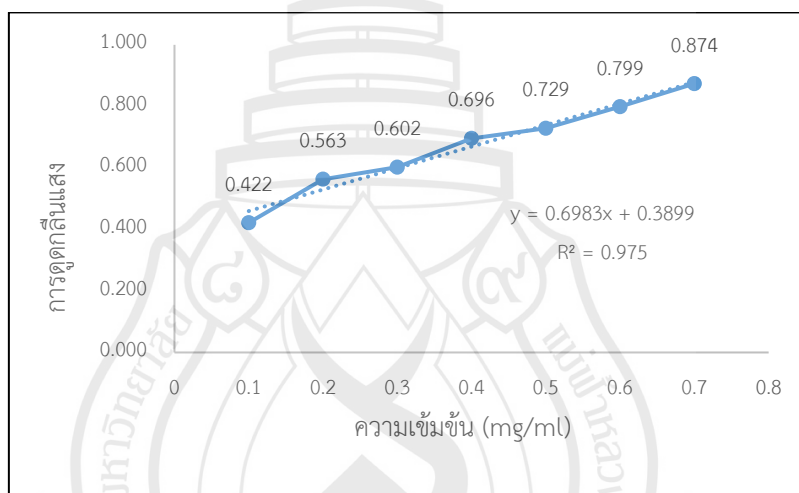
ตารางที่ ข1 แสดงการคำนวณปริมาณสารฟีนอลิกรวมในสารสกัดใบกาฝากมะม่วง

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง	การเจือจาง	ปริมาตรรวม (ml)	ปริมาตรสารสกัด (ml)	ความเข้มข้นกราฟ	ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้ (ml)	น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (g)	mgGAE/g ตัวอย่าง	mgGAE/g ตัวอย่างเฉลี่ย	ค่ามาตรฐาน (SD)	gGAE/g ตัวอย่าง	gGAE/g ตัวอย่างเฉลี่ย	ค่ามาตรฐาน (SD)
สารสกัด	0.340	1	0.3	1	3.6887	0.03	0.0041	224.81	227.90	2.98	0.2248	0.2279	0.0030
เฮกเซน	0.345	1	0.3	1	3.6887	0.03	0.0041	228.12			0.2281		
	0.349	1	0.3	1	3.6887	0.03	0.0041	230.76			0.2308		
	0.526	1	0.3	2	3.6887	0.03	0.0020	1425.98	1429.59	4.14	1.4260	1.4296	0.0041
เอทิลอะซิเตต	0.527	1	0.3	2	3.6887	0.03	0.0020	1428.69			1.4287		
	0.529	1	0.3	2	3.6887	0.03	0.0020	1434.11			1.4341		
	0.501	1	0.3	3	3.6887	0.03	0.0030	1358.20	1377.18	20.47	1.3582	1.3772	0.0205
อะซิโตน	0.507	1	0.3	3	3.6887	0.03	0.0030	1374.47			1.3745		
	0.516	1	0.3	3	3.6887	0.03	0.0030	1398.87			1.3989		
	0.666	1	0.3	1	3.6887	0.03	0.0010	1805.51	1820.88	22.08	1.8055	1.8209	0.0221
เอทานอล	0.668	1	0.3	1	3.6887	0.03	0.0010	1810.94			1.8109		
	0.681	1	0.3	1	3.6887	0.03	0.0010	1846.18			1.8462		

ภาคผนวก ค

การคำนวณปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์รวม

การวิเคราะห์หาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ (Total Flavonoid Content : TFC) ด้วยเทคนิค Aluminium Chloride Colorimetric โดยใช้สารมาตรฐานเคอเซทิน ที่ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ถึง 0.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นสารมาตรฐานในการวิเคราะห์ที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตร ได้กราฟมาตรฐานดังภาพที่ ค1 และคำนวณปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวมได้ ดังแสดงในตารางที่ ค1



ภาพที่ ค1 แสดงกราฟมาตรฐานของสารเคอเซทิน

ตารางที่ ค1 แสดงการคำนวณปริมาณสารฟลาโวนอยด์รวมในสารสกัดใบกาฝากมะม่วง

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง	การเจือจาง	ปริมาตรรวม (ml)	ปริมาตรสารสกัด (ml)	ความเข้มข้นกราฟ	ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้ (ml)	น้ำหนักตัวอย่างแห้ง (g)	MgQE/g ตัวอย่าง	mgQE/g ตัวอย่างเฉลี่ย	ค่ามาตรฐาน (SD)	gQE/g ตัวอย่าง	gQE/g ตัวอย่างเฉลี่ย	ค่ามาตรฐาน (SD)
สารสกัดเฮกเซน	0.530	1	0.3	1.3	0.6983	0.075	0.0013	3035.94	3167.69	114.99	3.0359	3.1677	0.1150
	0.567	1	0.3	1.3	0.6983	0.075	0.0013	3247.89			3.2479		
	0.562	1	0.3	1.3	0.6983	0.075	0.0013	3219.25			3.2192		
สารสกัดเอทิลอะซิเตต	0.730	1	0.3	1.1	0.6983	0.075	0.0011	4181.58	4194.95	14.42	4.1816	4.1949	0.0144
	0.732	1	0.3	1.1	0.6983	0.075	0.0011	4193.04			4.1930		
	0.735	1	0.3	1.1	0.6983	0.075	0.0011	4210.22			4.2102		
สารสกัดอะซิโตน	0.617	1	0.3	1	0.6983	0.075	0.0010	3534.30	3654.59	117.53	3.5343	3.6546	0.1175
	0.639	1	0.3	1	0.6983	0.075	0.0010	3660.32			3.6603		
	0.658	1	0.3	1	0.6983	0.075	0.0010	3769.15			3.7692		
สารสกัดเอทานอล	0.792	1	0.3	1.5	0.6983	0.045	0.0015	7561.22	7726.70	143.63	7.5612	7.7267	0.1436
	0.819	1	0.3	1.5	0.6983	0.045	0.0015	7818.99			7.8190		
	0.817	1	0.3	1.5	0.6983	0.045	0.0015	7799.89			7.7999		

ภาคผนวก ง

สารประกอบที่พบในสารสกัดใบกาฝากมะม่วง

ตารางที่ ง1 แสดงสารประกอบสำคัญในสารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน

ชื่อสาร	สูตรเคมี	RT	น้ำหนัก	CAS no.	แหล่งที่มา	Score (DB)
N ⁵ -(Diaminomethylidene)-L-ornithylglycyl-L-alanyl-L-valyl-L-valyl-L-threonylglycyl- N ⁵ -(diaminomethylidene)-L-ornithine	C ₃₃ H ₆₂ N ₁₄ O ₁₀	16.788	814.4776		DBSearch	96.68
Ophiopogonin D	C ₄₄ H ₇₀ O ₁₆	16.788	854.4657		DBSearch	95.52
Porric acid A	C ₁₆ H ₁₄ O ₆	18.173	302.0786	207285-00-5	DBSearch	95.7
(Z)-4,5-Dihydro-6,7-trans-dihydroxy-3-butylidene phthalide	C ₁₂ H ₁₆ O ₄	18.654	224.1048		DBSearch	99.85
Methyl 3,4,5-trimethoxycinnamate	C ₁₃ H ₁₆ O ₅	19.144	252.0997	20329-96-8	DBSearch	95.13
Rotundifolone	C ₁₀ H ₁₄ O ₂	19.16	166.0995	3564-96-3	DBSearch	97.72
Salicylic acid, 3,5-dipropyl-	C ₁₃ H ₁₈ O ₃	19.28	222.1258		DBSearch	99.43
Prosopinine	C ₁₆ H ₃₃ NO ₃	19.293	287.2457		DBSearch	98.31

ตารางที่ ๑1 (ต่อ)

ชื่อสาร	สูตรเคมี	RT	น้ำหนัก	CAS no.	แหล่งที่มา	Score (DB)
1-Allyl-2,4,5-trimethoxy-benzene	C ₁₂ H ₁₆ O ₃	19.406	208.1101	5353-15-1	DBSearch	99.58
Helinorbisabone	C ₁₄ H ₁₈ O ₄	19.587	250.1202	201288-95-1	DBSearch	99.17
(6)-Gingerol	C ₁₇ H ₂₆ O ₄	19.869	294.1833		DBSearch	99.38
Nor-ketoagarofuran	C ₁₄ H ₂₂ O ₂	19.87	222.1618	5986-25-4	DBSearch	99.73
Trichosanatine	C ₂₇ H ₂₈ N ₂ O ₄	20.167	444.2048		DBSearch	99.89
Methyl (3β,11ξ)-3-Hydroxy-8-oxo-6-eremophilen-12-oate	C ₁₆ H ₂₄ O ₄	20.614	280.1674	64964-00-7	DBSearch	99.05
9(S)-HOTrE	C ₁₈ H ₃₀ O ₃	21.059	294.2193		DBSearch	99.18
cis-p-Coumaroylcorosolic acid	C ₃₉ H ₅₄ O ₆	21.982	618.3913		DBSearch	97.44
(R)-3,4-Dihydro-2-methyl-2-(4,8,12-trimethyl-3,7,11-tridecatrienyl)-2H-1-benzopyran-6-ol	C ₂₆ H ₃₈ O ₂	24.363	382.287		DBSearch	99.15

ตารางที่ ง2 แสดงสารประกอบสำคัญในสารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต

ชื่อสาร	สูตรเคมี	RT	น้ำหนัก	CAS no.	แหล่งที่มา	Score (DB)
Corchoionoside C	C19 H30 O8	11.54	386.1935	185414-25-9	DBSearch	98.29
3-[(2S,3R,4S,5S,6R)-4,5-Dihydroxy-6-(hydroxymethyl)-3- [(2S,3R,4S,5R)-3,4,5-trihydroxyoxan-2-yl]oxyoxan-2-yl]oxy- 2-(3,4-dihydroxyphenyl)-5-hydroxy-7-methoxychromen-4- one	C27 H30 O16	16.225	610.1528		DBSearch	99.13
6-C-Xylopyranosyl-8-C-glucopyranosylchrysoeriol	C27 H30 O15	16.631	594.1578		DBSearch	98.97
5,7-Dihydroxy-2-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-3-[3,4,5- trihydroxy-6-[[2R,3R,4R,5R,6S)-3,4,5-trihydroxy-6- methyloxan-2-yl]oxymethyl]oxan-2-yl]oxychromen-4-one	C28 H32 O16	16.682	624.1684	1393485-18- 1	DBSearch	98.04
petunidin-3-O-arabinoside	C21 H20 O11	16.911	448.1001		DBSearch	99.18
Emodin 8-glucoside	C21 H20 O10	17.26	432.1053	23313-21-5	DBSearch	99.65
Porric acid A	C16 H14 O6	18.172	302.0785	207285-00-5	DBSearch	95.6
(Z)-4,5-Dihydro-6,7-trans-dihydroxy-3-butylidene phthalide	C12 H16 O4	18.654	224.1046		DBSearch	99.68
Methyl 3,4,5-trimethoxycinnamate	C13 H16 O5	19.143	252.0995	20329-96-8	DBSearch	96.9
Salicylic acid, 3,5-dipropyl-	C13 H18 O3	19.28	222.1258		DBSearch	99.46

ตารางที่ ๖2 (ต่อ)

ชื่อสาร	สูตรเคมี	RT	น้ำหนัก	CAS no.	แหล่งที่มา	Score (DB)
Prosopinine	C16 H33 N O3	19.299	287.2455		DBSearch	96.99
trans-Isoelemicine	C12 H16 O3	19.406	208.11	5273-85-8	DBSearch	99.72
Nor-ketoagarofuran	C14 H22 O2	19.87	222.1616	5986-25-4	DBSearch	99.13
Myrsinone	C17 H26 O4	19.87	294.183	145040-57-9	DBSearch	99.85
Zedoarondiol	C15 H24 O3	19.97	252.1721	98644-24-7	DBSearch	98.61
Gingerglycolipid A	C33 H56 O14	20.138	676.3655	145937-22-0	DBSearch	95.12
Trichosanatine	C27 H28 N2 O4	20.168	444.2043		DBSearch	98.82
Helinorbisabone	C14 H18 O4	20.439	250.1201	201288-95-1	DBSearch	97.38
Methyl (3 β ,11 ξ)-3-Hydroxy-8-oxo-6-eremophilen-12-oate	C16 H24 O4	20.611	280.1672	64964-00-7	DBSearch	99.61
(R)-3,4-Dihydro-2-methyl-2-(4,8,12-trimethyl-3,7,11-tridecatrienyl)-2H-1-benzopyran-6-ol	C26 H38 O2	24.346	382.2865		DBSearch	97.76

ตารางที่ 3 แสดงสารประกอบสำคัญในสารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยตัวทำละลายอะซิโตน

ชื่อสาร	สูตรเคมี	RT	น้ำหนัก	CAS no.	แหล่งที่มา	Score (DB)
Corchoionoside C	C19 H30 O8	11.551	386.1936	185414-25-9	DBSearch	97.91
5,7-Dihydroxy-2-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-3-[3,4,5-trihydroxy-6-[(2R,3R,4R,5R,6S)-3,4,5-trihydroxy-6-methyloxan-2-yl]oxymethyl]oxan-2-yl]oxychromen-4-one	C28 H32 O16	16.688	624.1685	1393485-18-1	DBSearch	99.28
Emodin 8-glucoside	C21 H20 O10	17.268	432.1055	23313-21-5	DBSearch	99.59
Porric acid A	C16 H14 O6	18.18	302.0787	207285-00-5	DBSearch	98.46
Diplosporin	C12 H16 O4	18.659	224.105	69199-05-9	DBSearch	99.78
Methyl 3,4,5-trimethoxycinnamate	C13 H16 O5	19.147	252.0996	20329-96-8	DBSearch	98.16
Harrisonin	C27 H32 O10	19.409	516.1986	62026-30-6	DBSearch	97.31
trans-Isoelemicine	C12 H16 O3	19.411	208.11	5273-85-8	DBSearch	99.73
Nor-ketoagarofuran	C14 H22 O2	19.871	222.162	5986-25-4	DBSearch	99.54
Gingerglycolipid A	C33 H56 O14	20.126	676.3656	145937-22-0	DBSearch	96.05
Methyl (3 β ,11 ξ)-3-Hydroxy-8-oxo-6-eremophilen-12-oate	C16 H24 O4	20.619	280.1674	64964-00-7	DBSearch	99.57
Panaxacol	C17 H26 O3	20.888	278.1882	106828-96-0	DBSearch	99.62
Amastatin	C21 H38 N4 O8	22.151	474.268	67655-94-1	DBSearch	96.8
Furanofukinol	C15 H22 O3	22.337	250.156	34335-94-9	DBSearch	96.31

ตารางที่ ๔๔ แสดงสารประกอบสำคัญในสารสกัดใบกาฝากมะม่วงที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล

ชื่อสาร	สูตรเคมี	RT	น้ำหนัก	CAS no.	แหล่งที่มา	Score (DB)
Corchoionoside C	C19 H30 O8	11.545	386.1941	185414-25-9	DBSearch	97.91
Calendoflavobioside	C27 H30 O16	16.241	610.1537	32453-36-4	DBSearch	99.38
Emodin 8-glucoside	C21 H20 O10	17.267	432.1052	23313-21-5	DBSearch	98.89
Porric acid A	C16 H14 O6	18.175	302.0789	207285-00-5	DBSearch	98.33
3',4',5'-Trimethoxycinnamyl alcohol	C12 H16 O4	18.657	224.1049	30273-62-2	DBSearch	99.9
Scorzoside	C21 H30 O8	18.921	410.1933	106009-45-4	DBSearch	95.29
Methyl 3,4,5-trimethoxycinnamate	C13 H16 O5	19.146	252.0996	20329-96-8	DBSearch	97.11
Harrisonin	C27 H32 O10	19.408	516.1989	62026-30-6	DBSearch	96.22
Senkyunolide G	C12 H16 O3	19.409	208.1101	945360-85-5	DBSearch	99.72
Helinorbisabone	C14 H18 O4	19.588	250.1203	201288-95-1	DBSearch	95.53
Linalyl propionate	C13 H22 O2	19.635	210.1619	144-39-8	DBSearch	99.67
Nor-ketoagarofuran	C14 H22 O2	19.869	222.1618	5986-25-4	DBSearch	99.45
Gingerglycolipid A	C33 H56 O14	20.127	676.3657	145937-22-0	DBSearch	96.25
Methyl (3 β ,11 ξ)-3-Hydroxy-8-oxo-6-eremophilen-12-oate	C16 H24 O4	20.614	280.1676	64964-00-7	DBSearch	99
Amastatin	C21 H38 N4 O8	22.146	474.2686	67655-94-1	DBSearch	99.5

ประวัติผู้ประพันธ์

ชื่อ

พชรวรรณ คำไพเราะ

ประวัติการศึกษา

2561

ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

