ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากดอกไม้กินได้

ANTIOXIDANT AND ANTIBACTERIAL ACTIVITIES OF EDIBLE FLOWER EXTRACTS

จตุลดา แสงต่วน
ณัฐชา อุดมเดชไพศาล
วรวิชญ์ จิรสัตยาภรณ์

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย ของสารสกัดจากดอกไม้กินได้

ANTIOXIDANT AND ANTIBACTERIAL ACTIVITIES OF EDIBLE FLOWER EXTRACTS

จตุลดา แสงต่วน

ณัฐชา อุดมเดชไพศาล

วรวิชญ์ จิรสัตยาภรณ์

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANTIOXIDANT AND ANTIBACTERIAL ACTIVITIES OF EDIBLE FLOWER EXTRACTS

JATULADA SANGTRUN
NATCHA UDOMDECHPAISARN
WORAWIT CHIRASATTAYAPHORN

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
(INDUSTRIAL MICROBIOLOGY)
DEPARTMENT OF BIOLOGY, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากดอกไม้กินได้ Antioxidant and Antibacterial Activities of Edible Flower Extracts
ชื่อนักศึกษา	นางสาวจตุลดา แสงต่วน รหัสนักศึกษา 56050965 นางสาวณัฐชา อุดมเดชไพศาล รหัสนักศึกษา 56050987 นายวรวิชญ์ จิรสัตยาภรณ์ รหัสนักศึกษา 56051062
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ลินจง สุขลำภู

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม) ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ. ดวงใจ โอชัยกุล ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร. ดวงกมล เรือนงาม กรรมการ	
ผศ. ลินจง สุขลำภู กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

149660

หัวข้อโครงงานพิเศษ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากดอกไม้กินได้

ชื่อนักศึกษา นางสาวจตุลดา แสงต่วน รหัสนักศึกษา 56050965
นางสาวณัฐชา อุดมเดชไพศาล รหัสนักศึกษา 56050987
นายวรวิชญ์ จิรสัตยาภรณ์ รหัสนักศึกษา 56051062

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม)

ภาควิชา ชีววิทยา

คณะ วิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)

ปีการศึกษา 2559

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ลินจง สุขลำภู

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ จากดอกไม้ที่กินได้ 5 ชนิด ได้แก่ ดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม โดยนำสารสกัดที่ได้มาหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดด้วยวิธี Folin-Ciocalteu ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดด้วยวิธี Colorimetric aluminum chloride และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH free radical scavenging รวมทั้งศึกษาฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียก่อโรคทางอาหารจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Bacillus cereus* TISTR 5040, *Listeria monocytogenes* DMST 17256, *Escherichia coli* ATCC 25922 และ *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 ด้วยวิธี Agar disc diffusion ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากดอกพวงชมพูมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (1663.66 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด) และฟลาโวนอยด์ (235.58 ± 0.49 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด) มากที่สุด ซึ่งส่งผลให้สารสกัดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูง (IC_{50} = 0.42) นอกจากนี้สารสกัดจากดอกพวงชมพูยังสามารถยับยั้งแบคทีเรียทุกชนิดที่นำมาทดสอบ โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งเฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.70 – 16.41 มิลลิเมตร

คำสำคัญ : ดอกไม้กินได้ สารประกอบฟีนอลิก สารประกอบฟลาโวนอยด์ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Antioxidant and Antibacterial Activities of Edible Flower Extracts.
Students	Miss Jaturada Sangturn Student ID 56050965
	Miss Natcha Udomdechpaisarn Student ID 56050987
	Mr. Worawit Chirasattayaphom Student ID 56051062
Degree	Bachelor of Science (Industrial Microbiology)
Department	Biology
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2016
Advisor	Assist Prof. Linchong Suklampoo

Abstract

A special project aimed to study the efficiency of biological activities of the 95% ethanol extracts of five edible flowers including Dok kem deng (*Ixora lobbii Loudon*), Dok Care Khao (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.), Dok Chom Chan (*Ipomoea alba* L.), Dok Puangchompoo (*Antigonon leptopus* Hook. & Arn) and Dok Ma Rum (*Moringa oleifera* Lam.). These extracts were then investigated for total phenolic content by Folin -Ciocalteu assay, total flavonoid content by Colorimetric aluminum chloride method and were tested for antioxidant activity, according to DPPH free radical scavenging assay. The study also investigated the effects of antimicrobial activities against six strains of food pathogens including *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Bacillus cereus* TISTR 5040, *Listeria monocytogenes* DMST 17256, *Escherichia coli* ATCC 25922 and *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 by using Agar disc diffusion technique. The results showed that the extracts from Dok Puangchompoo had the highest total phenolic (1663.66 ± 13.67 mg gallic acid equivalent /g extract) and total flavonoid contents (235.58 ± 0.49 mg quercetin equivalent/g extract), and as a results, showed the highest values of DPPH radical scavenging activity (IC_{50} = 0.42). In addition, Dok Puangchompoo extracts could inhibit the growth of all tested bacteria, with the inhibition zone of 8.70 – 16.41 mm.

Keywords : Edible flowers, Total phenolic compound, Total flavonoid compound, Antioxidant activity, Antibacterial activity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ... อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องมาจากความเมตตากรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลินจง สุขลำภู ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและดูแลอย่างใกล้ชิด ทั้งยังแนะนำแนวทางที่ดีในการปรับปรุงข้อบกพร่องในการทำโครงงานพิเศษ รวมไปถึงคอยอบรบสั่งสอนทางด้านคุณธรรม จริยธรรม ทำให้การทำโครงงานพิเศษครั้งนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ดวงใจ โอชัยกุล ประธานกรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงกมล เรือนงาม กรรมการสอบโครงงานพิเศษในครั้งนี้ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็น ตลอดจนข้อปรับปรุงที่ควรแก้ไข เพื่อทำให้คณะผู้วิจัยได้พัฒนาแนวคิด และไต่ตรองปัญหาต่างๆ ได้รอบคอบมากขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ที่คอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณสมชาย จับจิตร และคุณปวีณา จับจิตร เจ้าของสวน อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี ที่ได้ให้การต้อนรับและช่วยเหลือในการจัดหาวัตถุดิบ

ขอกราบขอบพระคุณ ครอบครัวคณะผู้จัดทำ ที่คอยช่วยสนับสนุนส่งเสริมในด้านการศึกษา คอยเลี้ยงดูอบรมสั่งสอน เป็นกำลังใจ ตลอดจนเป็นแรงผลักดันในการทำโครงงานพิเศษให้สำเร็จ

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อน พี่ และบุคคลอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ร่วมกันฟันฝ่าอุปสรรค อดทน ให้กำลังใจ ตลอดจนให้คำปรึกษา เพื่อแนะนำแนวทาง และเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำโครงงานพิเศษนี้ จนประสบความสำเร็จ

จตุลดา แสงต่วน
ณัฐชา อุดมเดชไพศาล
วรวิชญ์ จิรสัตยาภรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ข
กิตติกรรมประกาศ..... ค
สารบัญ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป..... ซ
บทที่ 1 บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย..... 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4
2.1 ดอกไม้ที่กินได้..... 4
2.1.1 แคขาว..... 4
2.1.2 มะรุม..... 7
2.1.3 เข็มแดง..... 9
2.1.4 พวงชมพู..... 10
2.1.5 ชมจันทร์..... 11
2.2 ปฏิกิริยาออกซิเดชันและอนุมูลอิสระ..... 13
2.2.1 ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน..... 13
2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมัน..... 14
2.2.3 อนุมูลอิสระ..... 15
2.3 สารต้านอนุมูลอิสระ..... 16
2.3.1 แหล่งที่มาของสารต้านอนุมูลอิสระ..... 16
2.3.2 ตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ 17
2.3.3 ตัวอย่างอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง..... 17
2.4 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ..... 18
2.4.1 วิธีการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเชิงคุณภาพ..... 18
2.4.2 วิธีการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเชิงปริมาณ..... 18
2.5 การศึกษาการใช้สารสกัดจากธรรมชาติในการต้านอนุมูลอิสระ 19
2.6 เชื้อแบคทีเรียก่อโรค..... 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6.1 *Salmonella typhimurium* 22
2.6.2 *Staphylococcus aureus* 24
2.6.3 *Listeria monocytogenes*..... 25
2.6.4 *Escherichia coli* 26
2.6.5 *Bacillus cereus* 27
2.6.6 *Bacillus subtilis* 29
2.7 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย..... 30
2.7.1 Dilution Method 30
2.7.2 Diffusion Method 30
2.8 การศึกษาการใช้สารสกัดจากธรรมชาติในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคทางอาหาร..... 30
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย..... 34
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี..... 34
3.1.1 วัตถุดิบ..... 34
3.1.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ..... 34
3.1.3 เชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบ..... 34
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 35
3.3 วิธีการทดลอง..... 35
3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ..... 35
3.3.2 การสกัดสารสกัดหยาบจากดอกไม้ 35
3.3.3 การศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากดอกไม้..... 36
3.3.4 การทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย
ด้วยวิธี Agar disc diffusion 37
3.3.5 การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ..... 38
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล..... 39
4.1 ปริมาณผลได้ของสารสกัดหยาบด้วยเอทานอลของดอกไม้ที่กินได้..... 39
4.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Content)..... 40
4.3 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total Flavonoids Content) 42
4.4 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH free radical scavenging 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.5 ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคทางอาหาร..... 50
4.5.1 ผลของสารสกัดจากดอกไม้ต่อการยับยั้งเชื้อ
Bacillus subtilis ATCC 6633..... 53
4.5.2 ผลของสารสกัดจากดอกไม้ต่อการยับยั้งเชื้อ
Bacillus cereus TISTR 5040..... 56
4.5.3 ผลของสารสกัดจากดอกไม้ต่อการยับยั้งเชื้อ
Salmonella typhimurium TISTR 1469 59
4.5.4 ผลของสารสกัดจากดอกไม้ต่อการยับยั้งเชื้อ
Staphylococcus aureus ATCC 25923 61
4.5.5 ผลของสารสกัดจากดอกไม้ต่อการยับยั้งเชื้อ
Escherichia coli ATCC 25922..... 63
4.5.6 ผลของสารสกัดจากดอกไม้ต่อการยับยั้งเชื้อ
Listeria monocytogenes DMST 17256..... 65
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 68
5.1 สรุปผลการวิจัย 68
5.2 ข้อเสนอแนะ 69
เอกสารอ้างอิง..... 70
ภาคผนวก..... 77
ภาคผนวก ก 78
ภาคผนวก ข 79
ภาคผนวก ค 93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 เปอร์เซ็นต์ผลได้ และคุณลักษณะของสารสกัดหยาบของดอกไม้ที่กินได้ทั้ง 5 ชนิด..... 40
4.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากดอกไม้ที่กินได้ทั้ง 5 ชนิด..... 41
4.3 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดจากดอกไม้กินได้ทั้ง 5 ชนิด..... 43
4.4 เปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดดอกไม้ที่กินได้ทั้ง 5 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0.2-15.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร..... 46
4.5 ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากดอกไม้กินได้..... 49
4.6 ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ของสารสกัดจากดอกไม้กินได้..... 52
4.7 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ของสารสกัดดอกไม้ ที่ความเข้มข้นต่างๆ..... 54
4.8 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* TISTR 5040 ของสารสกัดดอกไม้ ที่ความเข้มข้นต่างๆ..... 57
4.9 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 ของสาร สกัดดอกไม้ ที่ความเข้มข้นต่างๆ..... 59
4.10 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ของสาร สกัดดอกไม้ ที่ความเข้มข้นต่างๆ..... 61
4.11 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* ATCC 25922 ของสารสกัดดอกไม้ ที่ความเข้มข้นต่างๆ..... 63
4.12 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Listeria monocytogenes* DMST 17256 ของสาร สกัดดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่างๆ..... 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ลักษณะของดอกแคขาว	5
2.2	ลักษณะของดอกมะรุม	7
2.3	ลักษณะของดอกเข็ม	9
2.4	ลักษณะของดอกพวงชมพู	11
2.5	ลักษณะของดอกชมจันทร์	12
2.6	แสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน	13
2.7	ลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Salmonella typhimurium*	23
2.8	ลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Staphylococcus aureus*	24
2.9	ลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Listeria monocytogenes*	25
2.10	ลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Escherichia coli*	26
2.11	ลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Bacillus cereus*	27
2.12	ลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Bacillus subtilis*	29
4.1	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดจากดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม	42
4.2	ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ของสารสกัดจากดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม	44
4.3	ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.2-15.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	47
4.4	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารมาตรฐาน BHT	48
4.5	ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากดอกเข็มแดง ดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู ดอกมะรุม และสารมาตรฐาน BHT	49
4.6	ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ของสารสกัดดอกไม้ที่ความเข้มข้น 600 , 500 , 400 และ 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	55
4.7	ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* TISTR 5040 ของสารสกัดดอกไม้ที่ความเข้มข้น 600 , 500 , 400 และ 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	58
4.8	ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 ของสารสกัดดอกไม้ที่ความเข้มข้น 600 , 500, 400 และ 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.9	ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ของสารสกัดดอกไม้ที่ความเข้มข้น 600 , 500 , 400 และ 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร.....	62
4.10	ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* ATCC 25922 ของสารสกัดดอกไม้ที่ความเข้มข้น 600 และ 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	64
4.11	ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ เชื้อ *Listeria monocytogenes* DMST 17256 ของสารสกัดดอกไม้ที่ความเข้มข้น 600 , 500 , 400 และ 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร.....	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อาหารถือเป็นปัจจัยที่สำคัญ อาหารที่ดีจะต้องสะอาดและมีความปลอดภัย ไม่มีการปนเปื้อนจากเชื้อแบคทีเรียต่างๆ ซึ่งการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียสามารถเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น การปนเปื้อนจากวัตถุดิบ กระบวนการผลิต กระบวนการบรรจุ และกระบวนการขนส่ง แบคทีเรียหลายชนิดสามารถสร้างสารพิษได้ เมื่อรับประทานเข้าไปจะก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ บางชนิดมีอาการจำเพาะ และมีพิษร้ายแรงจนทำให้ถึงแก่ชีวิตได้ เช่น *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio* และ *Clostridium* (ธีรวุฒิ และรัชนี, 2550)

อนุมูลอิสระ คือ โมเลกุล หรือไอออนที่มีอิเล็คตรอนโดดเดี่ยวอยู่รอบนอกเป็นโมเลกุลที่ไม่เสถียรและมีความว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีในลักษณะเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (เจนจิรา และประสงค์, 2554) การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในอาหาร ทำให้เกิดอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเสื่อมเสียด้านคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค (ฤดีมาศ, 2555) เช่น Low density lipoprotein หรือ LDL และแอลดีไฮด์ เป็นต้น ซึ่งอนุมูลอิสระมีอิเล็คตรอนที่ไม่ได้จับคู่อยู่ในโมเลกุล จึงมีความไวสูงในการเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลในร่างกาย ทำลายสมดุลของระบบต่างๆในร่างกาย โดยการทำลายองค์ประกอบหลักของเซลล์ เช่น ทำลายหน้าที่ของเซลล์เมมเบรนอันนำไปสู่การตายของเซลล์ ทำลายดีเอ็นเอโดยไปจับกับหมู่ฟอสเฟตและน้ำตาลดีออกซีไรโบส ทั้งนี้อนุมูลอิสระยังสามารถแตกพันธะเปปไทด์ของโปรตีน ทำให้โปรตีนไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ ซึ่งสิ่งเหลานี้เป็นสาเหตุของการเกิดการกลายพันธุ์และการเกิดมะเร็ง นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดสภาวะทางพยาธิสภาพในโรค สำคัญบางโรคได้แก่ โรคหัวใจ ไขมันอุดตันในเส้นเลือด ไขข้ออักเสบ ต้อกระจก เป็นต้น (บังอรและศศิลักษณ์, 2559)

ในปัจจุบันผู้คนให้ความสนใจในเรื่องการดูแลสุขภาพเพิ่มมากขึ้น โดยการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์และปลอดภัยต่อสุขภาพ จึงมักนิยมใช้สารสกัดจากธรรมชาติทดแทนสารสังเคราะห์ทางเคมี เช่น การเติมสารสกัดจากธรรมชาติ เพื่อยับยั้งแบคทีเรียในอาหาร หรือใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระเพื่อชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (ลดาชาติ และคณะ, 2544) ดอกไม้บางชนิดนอกจากมีสีสันสวยงามแล้ว ยังสามารถนำมาดัดแปลงเป็นอาหารได้ ทั้งอาหารคาวและอาหารหวาน ดอกไม้ที่นิยมนำมารับประทาน เช่น ดอกโสน ดอกแค ดอกกระเจียว ดอกผักขี้หูด ดอกขจร ดอกผักปลัง ดอกขี้เหล็ก ดอกฝักทอง เป็นต้น และยังมีดอกไม้สวยงามที่สามารถรับประทานได้ เช่น ดอกกุหลาบ ดอกมะลิ ดอกเข็ม ดอกบัวหลวง ดอกชมพู่ ดอกดาหลา ดอกเฟื่องฟ้า ดอกพวงชมพู เป็นต้น เนื่องจากดอกไม้เป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยสารอาหารและยังมีสารพฤกษาเคมีที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น แคโรทีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ และแอนโทไซยานิน เป็นต้น อีกทั้งมีสารบางชนิดที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและยับยั้งแบคทีเรียได้ เช่น สารประกอบกลุ่มฟีนอลิก (ลดาชาติ และคณะ, 2544) ดังนั้นจึงมีงานวิจัยหลายฉบับที่ได้ศึกษาสารสกัดจากดอกไม้ในการต้านอนุมูลอิสระ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Lara และคณะ (2011) พบว่าสารสกัดจากโรสแมรี (*Rosmarinus officinalis* L.) สามารถลดการเกิด lipid และ protein oxidation ได้ และ Ding และคณะ (2015) พบว่าผงดอกลิ้นจี่อาจเป็นสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพในการลด lipid และ protein oxidation ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แช่แข็ง นอกจากนี้ พัชรี และคณะ (2556) ได้ทำการศึกษาดอกไม้ 15 ชนิดในจังหวัดมหาสารคาม พบว่า ดอกกระเจียวแดง ดอกมะรุม ดอกส้มลม ดอกเสาวรส ดอกข่า ดอกฟักทอง ดอกขจร และดอกกระเจียวขาว มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้สูง นอกจากนี้ Mak และคณะ (2012) ทำการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย พบว่าสารสกัด hibiscus ที่สกัดด้วยเอทานอล สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Salmonella typhimurium* และ *Staphylococcus aureus* ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคในอาหาร ในขณะที่สารสกัดจาก *Cassia* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Bacillus cereus* และ *Klebsiella pneumoniae*

ดังนั้นโครงงานพิเศษนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการสกัดสารจากดอกมะรุม ดอกแคขาว ดอกเข็มแดง ดอกพวงชมพู และดอกชมจันทร์ โดยใช้เอทานอลความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย จากนั้นนำสารสกัดที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและทำการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากดอกไม้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ทำการสกัดสารจากดอกไม้ที่กินได้บางชนิด โดยใช้เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย

1.2.2 วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและปริมาณฟลาโวนอยด์ของตัวอย่างสารสกัดจากดอกไม้

1.2.3 วิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay

1.2.4 ทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค โดยใช้สารสกัดจากดอกไม้

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

ทำการสกัดสารจากดอกมะรุม ดอกเข็มแดง ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกแคขาว โดยใช้ตัวทำละลายเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำสารที่สกัดได้มาวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และทดสอบคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดด้วยวิธี DPPH รวมทั้งทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในอาหาร ได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium* และ *Escherichia coli*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาการใช้สารสกัดจากดอกไม้ เพื่อยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคในอาหาร

1.4.2 เป็นข้อมูลทางการศึกษาการใช้สารสกัดจากดอกไม้ ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง

1.4.3 เพิ่มความปลอดภัยโดยการใช้สารสกัดจากธรรมชาติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระแทนสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์

1.4.4 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอาหารที่มีไขมันสูง เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ดอกไม้ที่กินได้

ในปัจจุบันผู้บริโภคได้ให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้น โดยเห็นได้จากการรับประทานผักและผลไม้สดที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีความเชื่อว่าการรับประทานผักผลไม้สดทำให้ร่างกายได้รับสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในพืช ซึ่งส่งผลให้ชะลอหรือป้องกันการเกิดโรคต่างๆ นอกจากการบริโภคผักและผลไม้สดแล้ว พบว่าการบริโภคดอกไม้ที่รับประทานได้ยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง เพราะในดอกไม้ประกอบด้วยรงควัตถุชนิดต่างๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สำหรับในประเทศไทยมีดอกไม้ที่หลากหลายชนิด นอกจากจะให้สีสันที่สวยงามและมีกลิ่นหอมแล้วดอกไม้บางชนิดยังสามารถรับประทานได้ (อรสุรินทร์ และคณะ, 2553)

ดอกไม้ โดยธรรมชาติมีความสวยงาม มีกลิ่นหอม บางชนิดสามารถนำมาดัดแปลงทำเป็นอาหารได้ และบางชนิดยังมีสรรพคุณทางยา จึงทำให้ดอกไม้ที่รับประทานได้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ที่ไม่ชื่นชอบการรับประทานผักหรือผลไม้ ซึ่งตัวอย่างดอกไม้ที่กินได้ที่นำมาทำการทดลองครั้งนี้ ได้แก่

2.1.1 แคขาว

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Sesbania grandiflora* (L.) Pers.

จัดอยู่ในวงศ์ ถั่ว (FABACEAE หรือ LEGUMINOSAE)

ชื่อสามัญ Agasta, Sesban, Vegetable humming bird, Humming bird tree, Butterfly tree, Agati

ชื่อท้องถิ่น แคขาว แคแดง (กรุงเทพ-เชียงใหม่) แค แคบ้าน (ภาคกลาง) แคแกง เป็นต้น

2.1.1.1 ลักษณะของต้นแคขาว

ต้นแค หรือ ต้นดอกแค เชื่อกันว่ามีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดียหรือในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยจัดเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง แตกกิ่งก้านสาขามาก ไม่เป็นระเบียบ มีความสูงประมาณ 3-10 เมตร เนื้อไม้อ่อน ที่เปลือกต้นเป็นสีน้ำตาลปนเทา เปลือกหนาและมีรอยขรุขระแตกเป็นสะเก็ด

ใบแค เป็นใบประกอบแบบขนนก ออกเรียงสลับ มีใบย่อยขนาดเล็กรูปขอบขนาน ปลายใบมนกว้าง ขอบใบและแผ่นใบเรียบ ใบสีเขียว

ดอกแค ลักษณะของดอกคล้ายดอกถั่ว ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ออกดอกเป็นช่อบริเวณซอกใบ 2-3 ดอก ดอกมีกลิ่นหอม มีสีขาวหรือสีแดง มีก้านเกสรตัวผู้สีขาวอยู่ 60 อัน กลีบเลี้ยงเป็นรูประฆังหรือรูปถ้วย

ผลแค ผลมีลักษณะเป็นฝักกลมยาว ฝักเมื่อแก่จะแตกออกเป็น 2 ซีก และมีเมล็ดอยู่ด้านในฝักแคมีสีเขียวอ่อน สามารถรับประทานเป็นอาหารได้

เมล็ดแค มีลักษณะเหมือนลิ่ม เมล็ดกลมแป้น สีน้ำตาล มีหลายเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 ลักษณะของดอกแคขาว
ที่มา : https://medthai.com (สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

2.1.1.2 สรรพคุณของแค

1. ยอดแค อุดมไปด้วยวิตามินซึ่งมีส่วนช่วยต่อต้านและยับยั้งมะเร็ง เพราะมีสารที่มีฤทธิ์ช่วยยับยั้งการก่อกลายพันธุ์ สามารถช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งได้เป็นอย่างดี (ดอก ยอดอ่อน)

2. ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกาย ช่วยป้องกันและรักษาอาการหวัด (ดอก)

3. ช่วยดับพิษร้อนในร่างกาย แก้ร้อนใน กระหายน้ำ (ใบสด ดอกโตเต็มที่)

4. ช่วยบำรุงและรักษาสายตา เนื่องจากมีเบตาแคโรทีนที่ร่างกายสามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้ (ดอก ยอดแค)

5. สรรพคุณดอกแค ช่วยในการขับถ่าย ป้องกันอาการท้องผูก (ดอก ใบ)

6. ช่วยบำรุงและเสริมสร้างกระดูกและฟัน เนื่องจากอุดมไปด้วยแคลเซียมและฟอสฟอรัส (ดอก ยอดแค)

7. ดอกแคมีสรรพคุณช่วยแก้ไข้ ลดอาการไข้ ถอนพิษไข้ในร่างกาย ช่วยแก้ไข้หัวลมหรือไข้เปลี่ยนอากาศ เปลี่ยนฤดู ด้วยการใช้ดอกหรือใบนำมาต้มกับน้ำรับประทาน หรือจะใช้ดอกที่โตเต็มที่นำมาล้างน้ำ แล้วต้มกับหมูทำหมูบะช่อ 1 ชาม แล้วรับประทานวันละ 1 มื้อ ติดต่อกัน 3-7 วัน อาการก็จะดีขึ้น (ดอก)

8. ช่วยแก้อาการปวดและหนักศีรษะ ด้วยการใช้น้ำคั้นที่ได้จากดอกและใบแคนำมาสูดเข้าจมูกเพื่อช่วยบรรเทาอาการ (ดอก ใบ)

9. ช่วยรักษาหลอดลมอักเสบ ไซนัสอักเสบ ด้วยการใช้ดอกแคสด 20 กรัม นำมาเคี่ยวกับน้ำ 1 ลิตร ประมาณ 15 นาที กรองเอาแต่ดอกออก แล้วนำมาดื่มก่อนอาหาร 1 ชั่วโมง ในช่วงเช้า เย็น และช่วงก่อนนอน (ในประเทศอินเดีย) (ดอก)

10. ชาวอินเดียใช้น้ำที่คั้นจากดอกหรือใบ นำมาสูดเข้าจมูกรักษาโรคริดสีดวงในจมูก ทำให้มีน้ำมูกออกมา (ดอก, ใบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. สรรพคุณของดอกแค ช่วยทำให้เจริญอาหาร เนื่องจากรสขมของดอกแคช่วยกวาดล้างเมือกในช่องปาก ทำให้ลิ้นเสียความรู้สึก แต่ทำให้อยากอาหาร ทำให้รับประทานอาหารได้มากขึ้น (ดอก)

12. ช่วยบำรุงและรักษาตับ ด้วยการใช้ดอกแคสด 20 กรัม นำมาเคี่ยวกับน้ำ 1 ลิตรประมาณ 15 นาที กรองเอาแต่ดอกออก แล้วนำมาดื่มก่อนอาหาร 1 ชั่วโมง ในช่วงเช้า เย็น และก่อนนอน (ในประเทศอินเดีย) (ดอก ใบ)

2.1.1.3 ประโยชน์ของแคขาว

1. ประโยชน์ของต้นแค นิยมปลูกไว้เป็นรั้วบ้าน บริเวณบ้าน ปลูกตามคันนาและริมถนนข้างทาง

2. แคเป็นพืชที่มีแบคทีเรียที่ปมราก เมื่อจับกับก๊าซไนโตรเจนในอากาศจะผลิตเป็นปุ๋ยที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ต้นแคจึงเป็นพืชที่ช่วยปรับปรุงดินไปได้ในตัวอีกด้วย

3. ใบใช้เป็นอาหารสัตว์ เลี้ยงโคกระบือได้ดี และเป็นที่ชื่นชอบของโคกระบือ

4. ไม้ใช้ทำเป็นฟืนหรือเชื้อเพลิงได้

5. ลำต้นนิยมนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเห็ดหูหนูได้ดี

6. ประโยชน์ของดอกแค ฝักอ่อน ยอดอ่อน และใบอ่อน สามารถนำมาปรุงเป็นอาหารได้หลากหลาย เมนูดอกแค เช่น แกงแค แกงส้มดอกแค ดอกแคห่อกุ้งทอด แกงเหลืองปลากะพง แกงจืดดอกแค ดอกแคชุบแป้งทอด ดอกแคผัดหมู ดอกแคผัดกุ้ง ดอกแคผัดเต้าเจี้ยว ดอกแคผัดกะเพรา ยำดอกแค ส่วนใบอ่อน ยอดอ่อน และฝักอ่อนนำมาลวกจิ้มกินกับน้ำพริกก็ได้ เป็นต้น

7. สำหรับชาวอีสานนิยมนำดอกแคและยอดอ่อนมานึ่งหรือย่าง รับประทานร่วมกับลาบ ก้อย แจ่ว และดอกยังนำมาปรุงเป็นอาหารประเภทอ่อมอีกด้วย

8. บ้านเรานิยมกินดอกและยอดอ่อน แต่สำหรับประเทศอื่น ๆ บางประเทศจะนิยมกินดอกแคสดหรือนำมานึ่งเป็นสลัดผัก ส่วนฝักจะใช้รับประทานเหมือนกับถั่วฝักยาว

2.1.1.4 คำแนะนำในการรับประทานดอกแคขาว

1. การนำดอกแคมาใช้ทำเป็นอาหาร ต้องเด็ดเอาเกสรสีเหลืองของดอกแคออกก่อน จะช่วยลดความขม

2. การเลือกซื้อยอดอ่อนและใบอ่อนของแค ควรเลือกเป็นใบสด ไม่ร่วง ส่วนดอกให้เลือกดอกตูมที่กำลังจะบาน ซึ่งยอดอ่อนและใบอ่อนจะหาซื้อได้ทั่วไปในตลาด แต่สำหรับฝักอ่อนค่อนข้างจะหาซื้อยาก ต้องปลูกต้นแคไว้เองจึงจะได้รับประทาน

3. ยอดอ่อนและใบอ่อนของแคนั้น จะมีในช่วงฤดูฝน ส่วนดอกแคจะมีในช่วงต้นฤดูหนาว

4. ดอกแคมีรสเฝื่อน ไม่นิยมรับประทานสด ๆ วิธีที่ดีที่สุดก็คือ การลวกโดยใช้เวลาอันสั้นที่สุด

5. การรับประทานดอกแคในปริมาณมากเกินไปอาจทำให้อาเจียนได้ (https://medthai.com สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 มะรุม

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Moringa oleifera* Lam.

จัดอยู่ในวงศ์ MORINGACEAE

ชื่อสามัญ Moringa

ชื่อท้องถิ่น บะค้อนก้อม (ภาคเหนือ), ผักอีฮุม บักฮุ้ม (ภาคอีสาน) เป็นต้น

มะรุมจัดเป็นพืชผักพื้นบ้านของไทยซึ่งเป็นพืชผักสมุนไพรโดยมีต้นกำเนิดในแถบทวีปเอเชียอย่างประเทศอินเดียและศรีลังกา โดยเป็นไม้ยืนต้นที่โตเร็ว ปลูกง่ายในเขตร้อน ทนแล้ง สามารถรับประทานได้ทุกส่วนไม่ว่าจะเป็นฝัก ใบ ดอก เมล็ด ราก เป็นต้น แต่ถ้านำมาใช้เป็นยาสมุนไพรนั้นจะใช้เกือบทุกส่วนของต้นมะรุมรวมทั้งเปลือกด้วย

2.1.2.1 ลักษณะของต้นมะรุม

ต้น ลำต้นเป็นพุ่มโปร่งมีเปลือกลำต้นเป็นสีเทาอ่อน ผิวค่อนข้างเรียบ ลำต้นมีความสูง 15-20 เมตร

ใบ เป็นใบประกอบแบบขนนก ชนิดที่แตกใบย่อย 3 ชั้น ออกเรียงแบบสลับ รูปไข่ปลายใบและฐานใบมน ผิวใบด้านล่างสีอ่อนกว่าและมีขนเล็กน้อยขณะที่ใบอ่อนเนื้อใบอ่อนบางมีสีเขียว ใบที่อยู่ปลายสุดมีขนาดใหญ่กว่าใบอื่นๆ

ดอก เป็นดอกช่อสีขาวอยู่ตามข้อบริเวณส่วนยอด ดอกมีสีเหลืองนวลมี 5 กลีบ แยกกัน เกสรกลางดอกเป็นสีเหลืองเข้ม ดังแสดงในรูปที่ 2.2

ผล เป็นฝักกลมยาวสีเขียว เปลือกหนามีคลื่นนูนของเมล็ดตามยาวของฝัก ฝักอ่อนมีสีแดงเรื่อๆ ฝักแก่จะมีสีเขียว เมื่อแก่จะแตกเป็น 3 ซีก เมล็ดเป็นรูปสามเหลี่ยมมีปีกบางหุ้ม 3 ปีก

รูปที่ 2.2 ลักษณะของดอกมะรุม

ที่มา : http://1.bp.blogspot.com (สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 ประโยชน์ของมะรุม

1. มีส่วนช่วยป้องกันโรคมะเร็ง (ใบ ดอก ฝัก เมล็ด เปลือกของลำต้น)
2. ใช้เป็นยาบำรุงร่างกาย (ดอก)
3. ใช้ขับน้ำตา (ดอก)
4. ใช้บำรุงสุขภาพและรักษาดวงตาให้สมบูรณ์
5. ช่วยรักษาโรคตาได้เกือบทุกโรค อย่างเช่น โรคตาต้อ ตามืดมัว เป็นต้น
6. ช่วยรักษาโรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ โรคโพรงจมูกอักเสบ
7. ช่วยในการขับปัสสาวะ (ใบ ดอก)
8. ช่วยแก้อาการอักเสบ (ใบ)
9. ช่วยรักษาโรคไขข้อ (Rheumatism) (ราก)
10. ช่วยบรรเทาอาการของโรคเกาต์ บ้างก็ว่าสามารถใช้รักษาโรคเกาต์ได้

(https://medthai.com สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

2.1.2.3 สรรพคุณของมะรุม

1. ลดความดันเลือด จากการทดลองสามารถลดความดันเลือดของหนูแรทและสุนัข
2. ต้านการเกิดเนื้องอกและมะเร็ง สารสกัดจากมะรุมสามารถลดจำนวนหนูที่เป็นมะเร็งผิวหนังได้
3. ลดระดับคอเลสเตอรอล สามารถลดระดับคอเลสเตอร์รอลในหลอดเลือดได้หลังจากป้อนอาหารที่มีไขมันสูงแก่หนูทดลอง
4. ต้านการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร หลังจากให้ยาแอสไพรินแก่หนูทดลองเพื่อกระตุ้นให้เกิดแผลภายในกระเพาะอาหาร พบว่าสารสกัดจากมะรุมสามารถต้านและป้องกันการเกิดแผลกระเพาะอาหารได้
5. ป้องกันการอักเสบของตับ หลังจากให้ยาพาราเซตามอล และยาไรแฟมพิซินแก่หนูทดลองเพื่อกระตุ้นการอักเสบของตับ พบว่าหลังจากป้อนสารสกัดจากใบมะรุม และดอกมะรุม สามารถยับยั้งการเกิดแผลในกระเพาะอาหารได้
6. ต้านออกซิเดชัน สารสกัดจากใบ ดอก และราก สามารถต้านอนุมูลอิสระและสามารถกำจัดอนุมูลอิสระได้
7. ต้านเชื้อแบคทีเรีย จากการทดลอง สารสกัดจากใบ ดอก เมล็ด เปลือกต้นและเปลือกราก สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้หลายชนิด
8. ลดระดับน้ำตาล สารสกัดจากใบและเปลือกลำต้นสามารถลดระดับน้ำตาลในหนูที่เป็นโรคเบาหวานได้
9. ต้านการอักเสบ ผลการวิจัยพบว่า การอักเสบภายในทางเดินหายใจของหนูตะเภาลดลง เมื่อได้รับสารสกัดจากมะรุม

2.1.2.4 ผลค้างเคียงของมะรุม

1. เมื่อป้อนสารสกัดจากเมล็ดให้หนูทดลองที่มีการผสมพันธุ์แล้ว พบว่าทำให้หนูทดลองเกิดอาการแท้ง
2. เมื่อป้อนสารสกัดจากรากมะรุมให้หนูทดลอง มีผลทำให้ทารกฝ่อ ในช่วงเวลาตั้งครรภ์ระยะสุดท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อป้อนสารสกัดจากเมล็ดให้กระต่าย มีผลให้เม็ดเลือดแดงของกระต่ายทดลองเกิดการรวมตัวกัน

4. เมื่อป้อนมะรุมดิบให้แก่หนูทดลองเป็นเวลาทั้งหมด 5 วัน พบว่า มีผลทำให้ความอยากอาหาร การใช้โปรตีน และการเจริญเติบโตของหนูลดลง ต่อมไทมัส และม้ามฝ่อลง แต่กระเพาะอาหาร หัวใจ ไต ลำไส้ ปอด ตับอ่อน และตับมีขนาดใหญ่มากขึ้น (http://siamherbs.blogspot.com/2014/09/moringa.html สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

2.1.3 เข็มแดง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ixora lobbii Loudon*

จัดอยู่ในวงศ์ เข็ม (RUBIACEAE)

ชื่อท้องถิ่น เงาะ (สุราษฎร์ธานี) จะปูโย (มลายู-นราธิวาส) ตุโดบุโยบูเก๊ะ (มลายู) เข็มดอกแดง เป็นต้น

2.1.3.1 ลักษณะของเข็มแดง

ต้นเข็มแดง จัดเป็นพรรณไม้พุ่มขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ลักษณะต้นนั้นจะคล้ายกับเข็มขาว ถ้ามีอายุหลายปีอาจมีขนาดของต้นเท่ากับต้นมะม่วงได้

ใบเข็มแดง ใบมีลักษณะหนายาวและแข็งเป็นสีเขียวสด ปลายใบแหลม

ดอกเข็มแดง ออกดอกรวมกันเป็นช่อใหญ่มีสีแดงเข้ม ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ดอกจะขนาดใหญ่กว่าดอกเข็มขาวมาก แต่จะไม่มีกลิ่นหอม

ผลเข็มแดง ผลมีลักษณะกลม ผลอ่อนเป็นสีเขียว เมื่อสุกแล้วจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงดำ

รูปที่ 2.3 ลักษณะของดอกเข็มแดง
ที่มา : http://www.jeedjard.com (สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

2.1.3.2 สรรพคุณของเข็มแดง

1. รากใช้ปรุงเป็นยาบำรุง (ราก)
2. รากใช้เป็นยารักษาตาพิการ (ราก)
3. ใช้เป็นยาแก้เสมหะและกำเดา (ราก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ใช้เป็นยาบรรเทาอาการบวม (ราก)

2.1.3.3 ประโยชน์ของเข็มแดง

นิยมนำมาปลูกเป็นไม้ประดับทั่วไปตามชนบท (https://medthai.com สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

2.1.4 พวงชมพู

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Antigonon leptopus* Hook. & Arn

ชื่อสามัญ Mexican Creeper, Bee Bush, Bride' s tears, Coral Vine, Chain of Love, Confederate Vine, Corallita, Hearts on a Chain, Honolulu Creeper, Queen' s Jewels, Mountain Rose Coralvine, San Miguelito Vine, Rose Pink Vine

ชื่อท้องถิ่น ชมพูพวง (กรุงเทพฯ) หงอนนาก (ปัตตานี) พวงนาก (ภาคกลาง) เป็นต้น

2.1.4.1 ลักษณะของพวงชมพู

ต้นพวงชมพู มีถิ่นกำเนิดในแถบอเมริกากลาง พบมากในประเทศเม็กซิโก จัดเป็นไม้เถาเลื้อยที่มีเถาเนื้ออ่อนขนาดเล็ก แต่ตรงส่วนโคนจะแข็งแรงมาก ลำเถาเป็นสีเขียวอ่อน มีมือสำหรับยึดเกาะพันต้นไม้หรือกิ่งอื่นเพื่อการทรงตัว และสามารถเลื้อยพันสิ่งต่าง ๆ ไปได้ไกลประมาณ 40 ฟุต

ใบพวงชมพู ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับกันไปตามข้อต้น ใบช่วงโคนมักมีขนาดใหญ่กว่าใบช่วงปลายกิ่ง ลักษณะของใบเป็นใบโพธิ์หรือรูปหัวใจ ปลายใบแหลมหรือแหลมยาว โคนใบมนเว้าเป็นรูปหัวใจ ส่วนขอบใบจะมนไม่แหลมหรือเรียบ แผ่นใบเกลี้ยง เส้นแขนงใบและเส้นแขนงย่อยชัดเจน

ดอกพวงชมพู ออกดอกเป็นช่อ ช่อดอกเป็นแบบช่อกระจะแยกแขนง ออกตามซอกใบ ซอกกิ่ง และที่ปลายยอด ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ดอกออกเป็นกระจุกตามแขนงช่อ ดอกบางทีก็มีสีขาว บางทีก็มีสีชมพู แก่บ้างอ่อนบ้าง แต่ส่วนใหญ่ดอกจะเป็นสีชมพู กลีบรวมมี 5 กลีบ กลีบนอกมี 2-3 กลีบ ลักษณะเป็นรูปไข่ ส่วนกลีบในเป็นรูปขอบขนาน ลักษณะของดอกเป็นรูปคล้ายหัวใจเล็ก ๆ ดอกมีขนาดเล็ก ดอกกลุ่มหนึ่ง ๆ ของต้นพวงชมพู อาจจะออกเป็นช่อตั้งหรือห้อยเป็นพวงระย้าก็ได้

ผลพวงชมพู ลักษณะของผลเป็นรูปสามเหลี่ยม

2.1.4.2 สรรพคุณของพวงชมพู

รากและเถาใช้เป็นยากล่อมประสาท ช่วยทำให้นอนหลับ ด้วยการใช้เถาประมาณ 1 กำมือ หรือใช้รากประมาณ 1/2 กำมือ นำมาต้มกับน้ำ 4 ถ้วยแก้ว แล้วต้มให้เหลือ 2 ถ้วยแก้ว ใช้รับประทานก่อนนอนครั้งละ 3 ช้อนแกง (ราก เถา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 ลักษณะของดอกพวงชมพู
ที่มา : http://f.ptcdn.info/794/002/000/1362402764-DSC09013JP-o.jpg
(สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

2.1.4.3 ประโยชน์ของพวงชมพู

1. ยอดอ่อนและช่อดอกที่ยังไม่บานเต็มที่ อาจนำมาลวกให้สุกเพื่อใช้รับประทานเป็นผักจิ้มหรือชุบแป้งทอดรับประทาน

2. ใช้ปลูกเป็นไม้ประดับทั่วไป ดอกมีความสวยงามสีเย็นตาไม่ฉูดฉาดเกินไป พวงชมพูเป็นไม้ปลูกง่ายและสามารถออกดอกได้ตลอดทั้งปี ไม่มีโรคและแมลงมารบกวนจนถึงขั้นเสียหาย เหมาะแก่การนำมาปลูกลงในกระถางตั้งที่มีหลักสำหรับเกาะยึดเลื้อยขึ้นไป ปลูกลงในกระถางแขวนให้ห้อยลง ปลูกประดับตามริมขอบหน้าต่างและระเบียง หรือใช้ปลูกคลุมซุ้มที่นั่งเพื่อให้ร่มเงา หรือปกขึ้นคลุมต้นก็ดูสวยงามไม่น้อย ออกดอกดกมากในช่วงฤดูแล้ง คือในช่วงประมาณเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน แต่ควรนำมาปลูกในบริเวณที่มีแสงแดดส่องถึงเพราะพรรณไม้ชนิดนี้ต้องการแสงมาก ส่วนการรดน้ำควรรดน้ำวันละ 1-2 ครั้ง โดยการรดน้ำแต่ละครั้ง จะต้องรดให้ชุ่มแต่ไม่ต้องแฉะมาก เพราะอาจทำให้รากพืชเน่าและตายได้ในที่สุด และควรให้ปุ๋ยหมักและปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อเสริมให้ต้นพวงชมพูงอกงามได้ดีขึ้นและให้ดอกที่สวยงาม (https://medthai.com สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

2.1.5 ชมจันทร์

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Ipomoea alba* L.
จัดอยู่ในวงศ์ CONVOLVULACEAE
ชื่อท้องถิ่น บานดึก ดอกพระจันทร์ แสงนวลจันทร์

ดอกชมจันทร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.5 มีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตร้อนของทวีปอเมริกากลางและอเมริกาใต้และแพร่กระจายอย่างกว้างขวาง สามารถพบได้ทั้งในเขตอบอุ่นและเขตร้อนของอเมริกา ประเทศออสเตรเลีย และในกลุ่มประเทศเขตร้อนของทวีปเอเชีย พืชในสกุลนี้มีประมาณ 650 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 ลักษณะของดอกชมจันทร์
ที่มา : http://www.bansuanporpeang.com/files/images/user3271/IMG_0542.JPG
(สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

2.1.5.1 การใช้ประโยชน์ชมจันทร์

ต้นชมจันทร์มีดอกสีขาวสวยงาม บานในเวลาตอนกลางคืน และกลิ่นหอม ในต่างประเทศ เช่นยุโรปและสหรัฐอเมริกาปลูกเป็นไม้ดอกไม้ประดับ แต่บางพื้นที่ของประเทศไทย เช่น ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มมีการนำดอกมารับประทานเป็นอาหารโดยใช้ดอกตูม มาผัดกับน้ำมันหอย หรือลวกจิ้มกับน้ำพริก ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของ ดอกชมจันทร์ พบว่าเป็นผักที่ไขมันต่ำมากและมีสรรพคุณเป็นยาระบายอ่อน เหมาะแก่ผู้ที่ต้องการ ควบคุมน้ำหนัก นอกจากนี้ยังมีธาตุเหล็ก ฟอสฟอรัส และยังประกอบด้วยวิตามินต่างๆ ซึ่งมีประโยชน์ ต่อร่างกาย

2.1.5.2 สรรพคุณชมจันทร์

คุณค่าทางโภชนาการของดอกชมจันทร์ พบว่า เป็นผักที่มีไขมันต่ำมาก และมี สรรพคุณเป็นยาระบาย มีฤทธิ์เย็น ประกอบด้วยสารอาหารที่ช่วยบำรุงสุขภาพ เช่น แคลเซียม เหล็ก ฟอสฟอรัส โปรตีน และวิตามินเอ วิตามินซีในดอกชมจันทร์ช่วยต้านอนุมูลอิสระ และกระตุ้น ภูมิคุ้มกัน มีสรรพคุณแก้ร้อนใน บำรุงเลือด ป้องกันโรคโลหิตจาง ป้องกันโรคดีซ่าน ขับปัสสาวะ และ บรรเทาริดสีดวงทวาร เกสรมีสรรพคุณช่วยบำรุงประสาท ช่วยให้ผ่อนคลายทำให้สดชื่น และมีฤทธิ์ เป็นยานอนหลับอ่อนๆ จึงช่วยให้หลับสบาย เป็นพืชที่มีแคลอรีต่ำ เหมาะกับผู้ที่ควบคุมน้ำหนัก

2.1.5.3 ข้อควรระวังดอกชมจันทร์

ดอกชมจันทร์ดอกบานและส่วนรากมีพิษ จึงไม่ควรกิน เพราะอาจทำให้เกิดอาการ ท้องเสียหรืออาเจียนได้ และก่อนนำดอกชมจันทร์มาประกอบอาหาร ควรล้างให้สะอาด (http://lifestyle-i-know.blogspot.com/2012/10/blog-post_1237.html สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

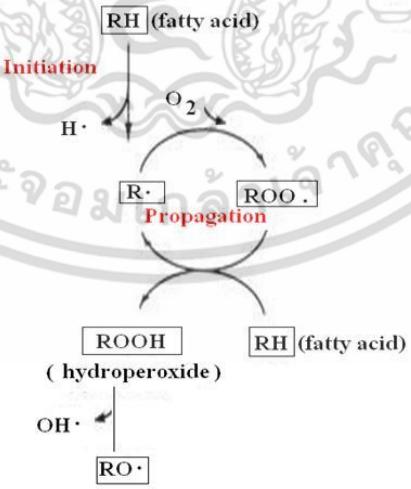
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ปฏิกิริยาออกซิเดชัน และอนุมูลอิสระ

ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) หมายถึง ปฏิกิริยาที่โมเลกุลหรืออะตอมมีการสูญเสียอิเล็กตรอนจากวงโคจรให้กับโมเลกุล ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็กตรอน ปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชัน (reduction) จะเกิดคู่กัน สารที่ทำหน้าที่เป็นตัวให้อิเล็กตรอน เรียกว่า ตัวรีดิวซ์ (reducing agent) และเรียกสารที่ทำหน้าที่รับอิเล็กตรอนนี้ว่า ตัวออกซิไดส์ (oxidizing agent) โดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน มักจะเกี่ยวข้องกับออกซิเจน นอกจากนี้ออกซิเดชันยังหมายถึงการเสียไฮโดรเจนอะตอมออกจากโมเลกุลอีกด้วย ปฏิกิริยาออกซิเดชันและอนุมูลอิสระนั้นมีความเกี่ยวข้องกัน เนื่องจากปฏิกิริยานี้ทำให้เกิดอนุมูลอิสระของสารต่างๆ ได้มากมายหลายชนิด และอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น จะทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารอื่นๆ เป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ต่อไป อะตอมที่ทำหน้าที่เป็น reducing agent ได้ดี เป็นอะตอมที่มีขนาดใหญ่ จึงมีระยะห่างระหว่าง นิวเคลียส กับอิเล็กตรอนวงนอกสุดมาก จึงมีแรงดึงดูดอิเล็กตรอน (electronegativity) ต่ำ ทำให้สูญเสียอิเล็กตรอนง่ายปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอาหาร คือ ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ และปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันและไขมัน (lipid oxidation) (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2559)

2.2.1 ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน

ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (lipid oxidation) คือปฏิกิริยาออกซิเดชัน ระหว่างออกซิเจนกับไขมัน ซึ่งหมายถึงไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride) ที่มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) ณ ตำแหน่งพันธะคู่ ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ทำให้เกิดกลิ่นและรสที่ผิดปกติ เรียกว่า การหืน (rancidity) เป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction) เพราะอนุมูลอิสระ ที่เกิดขึ้นจะกระตุ้นโมเลกุลกรดไขมันที่เหลือให้เกิดปฏิกิริยาต่อไปอาหารที่เกี่ยวข้อง เช่น น้ำมันพืช อาหารแห้ง อาหารทอด



รูปที่ 2.6 แสดงปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน
ที่มา : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0395/lipid-oxidation
(สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระจัดเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (Free radical chain reaction) ซึ่งมีกลไกในการเกิดปฏิกิริยา 3 ขั้นตอน คือ (บังอร และศศิลักษณ์, 2549)

1. Initiation step ปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระในเซลล์ มักเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการสลายพันธะด้วยน้ำ (Hydrolysis) แสง (Photolysis) รังสี (Radiolysis) หรือปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox reaction) นอกจากนี้ยังมีเอนไซม์อื่นๆ อีกหลายชนิดที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระขึ้นในเซลล์ รวมถึงโมเลกุลที่มีความไวสูงในการทำปฏิกิริยา เช่น nitric oxide และ singlet oxygen ซึ่งหมายถึงออกซิเจนในสถานะที่ถูกกระตุ้น (Excited state) สิ่งเหล่านี้ล้วนทำให้เกิด Initiation step ของปฏิกิริยาการเกิดอนุมูลอิสระ ดังเช่นสมการที่ 1

$$RH \longrightarrow R^{\bullet} + H^{\bullet} \quad \text{สมการ 1}$$

2. Propagation step อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นใน Initiation step จะดำเนินปฏิกิริยาต่อไปใน Propagation step โดยเกิดปฏิกิริยาขึ้น 2 ทาง คือ โดยการดึงเอาอะตอมไฮโดรเจนจากโมเลกุลข้างเคียง หรือโดยการทำปฏิกิริยากับโมเลกุลออกซิเจนที่อยู่ในสถานะ ground state ทำให้ได้อนุมูลอิสระตัวใหม่ ดังสมการที่ 2

$$R^{\bullet} + O_2 \longrightarrow ROO^{\bullet}$$

$$RH + ROO^{\bullet} \longrightarrow ROOH + R^{\bullet} \quad \text{สมการ 2}$$

3. Termination step ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น 2 อนุมูลมารวมกันได้เป็นสารที่มีความเสถียรจึงเป็นการหยุดปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระ ดังสมการที่ 3

$$ROO^{\bullet} + ROO^{\bullet} \longrightarrow ROOR + O_2$$

$$ROO^{\bullet} + R^{\bullet} \longrightarrow ROOR \quad \text{สมการ 3}$$

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมัน

1. ชนิดของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเท่านั้นที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกรดไขมันที่มีพันธะคู่มากจะเกิดได้เร็วกว่า โดยกรดไขมันชนิดซิส (cis) ไอโซเมอร์ เกิดการออกซิไดส์ได้เร็วกว่า แทรนส์ (trans) ไอโซเมอร์

2. กรดไขมันอิสระ (free fatty acid) จะถูกออกซิไดส์ได้ง่ายกว่าที่อยู่ในรูปไตรกลีเซอไรด์ (triglyceride)

3. ปริมาณออกซิเจน และพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับออกซิเจน ออกซิเจนเข้าร่วมในปฏิกิริยาออกซิเดชัน หากอาหารอยู่ในบรรยากาศที่มีปริมาณออกซิเจนมาก หรือมีพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับออกซิเจนได้มาก จะเกิดปฏิกิริยาได้รวดเร็ว ดังนั้น การกำจัดออกซิเจนออกจากบรรจุภัณฑ์ ด้วยการบรรจุแบบสุญญากาศ (vacuum packaging) การบรรจุแบบปรับสภาพบรรยากาศ (modified atmosphere

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

packaging) หรือใช้สารกำจัดออกซิเจน (oxygen scavenger) ในบรรจุภัณฑ์จะช่วยชะลอการเสื่อมเสียได้

4. อุณหภูมิ อุณหภูมิสูงจะเร่งให้เกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่าอุณหภูมิต่ำ การเก็บรักษาอาหารแช่เย็น แช่เยือกแข็ง (freezing) จะลดอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้

5. วอเตอร์แอคทิวิตี้ (water activity) เป็นค่าที่บ่งชี้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร เป็นสมบัติที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งของอาหาร

6. แร่ธาตุหรือโลหะ เช่น โคบอลต์ ทองแดง เหล็ก แมงกานีส เป็นองค์ประกอบของอาหารโดยธรรมชาติ เช่น เหล็กในไมโอโกลบิน (myoglobin) หรือโลหะและแร่ธาตุที่ปนเปื้อนจากดิน หรือจากอุปกรณ์ในการแปรรูป โดยโลหะถึงแม้เพียงส่วนเล็กน้อย 0.1-5 ส่วนในล้านส่วน ก็สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ดังนั้นในกระบวนการทำน้ำมันและไขมันให้บริสุทธิ์จึงต้องมีขั้นตอนของการฟอกสี และกำจัดโลหะหนัก เช่น เหล็ก และทองแดง นอกจากนี้การใช้สารพวกคีเลติง (chelating agent) เช่น EDTA ซึ่งสารพวกนี้จะไปรวมตัวกับโลหะเป็นสารประกอบเชิงซ้อน เป็นการลดสารเร่งปฏิกิริยาให้น้อยลงปฏิกิริยาออกซิเดชันจะถูกหน่วงให้ช้าลง

7. แสงและรังสีต่างๆ เช่น visible light แสงอัลตราไวโอเลต (ultraviolet) และการฉายรังสีอาหาร (food irradiation)

8. สารต้านออกซิเดชัน (antioxidant) หรือสารต้านอนุมูลอิสระที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) เพื่อป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน มีทั้งสารธรรมชาติ เช่น วิตามินซี (ascorbic acid) วิตามินอี (vitamin E) กรดซิตริก (citric acid) หรือสารสังเคราะห์ เช่น BHA (butylated hydroxyanisole), BHT (butylated hydroxytoluene), propyl gallate, TBHQ (tertiary butylhydroquinone) เป็นต้น (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2559)

2.2.3 อนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ หรืออนุมูลเสรี (free radical) หมายถึง อะตอมหรือโมเลกุล ที่มีอิเล็กตรอนไม่เป็นคู่ (unpaired electron) อย่างน้อย 1 ตัวโคจรรอบวงนอกสุด อนุมูลอิสระเกิดขึ้นได้เมื่อพันธะระหว่างอะตอมแตกออก ทำให้อนุมูลอิสระไม่เสถียรและไวต่อการเกิดปฏิกิริยาอย่างรวดเร็ว จึงทำปฏิกิริยากับโมเลกุลที่อยู่รอบๆ โดยดึงหรือให้อิเล็กตรอนโมเลกุลข้างเคียงเพื่อให้ตัวมันเสถียร โมเลกุลข้างเคียงที่สูญเสียหรือรับอิเล็กตรอนจะกลายเป็นอนุมูลอิสระตัวใหม่ที่ไม่เสถียรและเข้าทำปฏิกิริยากับโมเลกุลอื่นต่อไปเป็นปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction) (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2559)

อนุมูลอิสระ (free radical) ที่ไม่เสถียรสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ว่องไว ดังนั้นจึงสามารถทำปฏิกิริยากับโมเลกุลต่าง ๆ ในร่างกายได้ เช่น โปรตีน ไขมัน หรือสารพันธุกรรม ในภาวะที่อนุมูลอิสระมากเกินไปก่อให้เกิดอันตรายแก่ร่างกาย เรียกภาวะนี้ว่า ภาวะเครียดออกซิเดชัน (สุภกร และคณะ, 2558)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิดอนุมูลอิสระในอาหาร และสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นจากการกระตุ้นโมเลกุลของสารด้วยปฏิกิริยาเคมี เช่น เกิดจากปฏิกิริยาการเกิดลิพิดออกซิเดชัน เกิดจากพลังงาน เช่น การฉายรังสีอาหาร เกิดจากแสงอัลตราไวโอเลต เกิดจากควันไฟ มลพิษทางอากาศ หรือควันจากการสูบบุหรี่ เป็นต้น (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2559)

2.3 สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารปริมาณน้อยที่ สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระได้ (เจนจิรา และประสงค์, 2554) มีความสำคัญต่อกระบวนการออกซิไดซ์อนุมูลอิสระ หรือสามารถยับยังปฏิกิริยาออกซิเดชัน โดยในสิ่งมีชีวิตจะมีระบบการป้องกันการทำลายเซลล์และเนื้อเยื่อจากอนุมูลอิสระ ประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระมากมายหลายชนิดที่ทำหน้าที่แตกต่างกันไป ซึ่งมีทั้งที่เป็นเอนไซม์และไม่เป็นเอนไซม์ สารประกอบที่ละลายในน้ำ และสารประกอบที่ละลายในไขมัน โดยสารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้มีกลไกการทำงานต้านอนุมูลอิสระด้วยกันหลายแบบ เช่น ดักจับอนุมูลอิสระ (radical scavenging) การยับยั้งการทำงานของออกซิเจนที่ขาดอิเล็กตรอน (singlet oxygen quenching) จับกับโลหะที่สามารถเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ (metalchelation) หยุดปฏิกิริยาการสร้างอนุมูลอิสระ (chain-breaking) เสริมฤทธิ์ (synergism) และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (enzyme inhibition) ที่เร่งปฏิกิริยาอนุมูลอิสระ (ปวีณา, 2559)

2.3.1 แหล่งที่มาของสารต้านอนุมูลอิสระ

1. สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (Synthetic antioxidants) เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมี ส่วนใหญ่จะออกแบบให้มีโมเลกุลขนาดเล็ก สารประกอบฟีนอลิกสังเคราะห์ 5 ชนิดได้แก่ propyl gallate, 2- butylated hydroxyanisole, 3- butylate hydroxyanisole, BHT (butylated hydroxytoluene) และ tertiary butylhydroquinone เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันอันเป็นสาเหตุให้อาหารมีกลิ่น สี และรสชาติที่เปลี่ยนไป สารสังเคราะห์เหล่านี้มี ประสิทธิภาพและความคงตัวสูงกว่าสารสกัดจากธรรมชาติ แต่มีข้อจำกัดของการใช้เนื่องจากปัญหา ด้านความปลอดภัยในการบริโภค

2. สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ (Natural antioxidants) สารกลุ่มนี้ได้รับความสนใจและมีการค้นคว้าอย่างมากในปัจจุบันเนื่องจาก ความเชื่อมั่นว่ามีความปลอดภัยในการบริโภคมากกว่าสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ สารต้านอนุมูลอิสระเหล่านี้ พบได้ทั้งในจุลชีพ สัตว์ และพืช ซึ่งมีทั้งที่เป็นเอนไซม์ วิตามิน เช่น วิตามินซี วิตามินอี เบต้าแคโรทีน และสารที่ไม่ให้คุณค่าทางโภชนาการ (non-nutrient) ซึ่งมีโครงสร้างเป็นสารประกอบฟีนอลิก โดยเฉพาะกลุ่มโพลีฟีนอล (polyphenols) เช่น แซนโธน (xanthone) และฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ซึ่งประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิลที่เกาะบนวงเบนซีน (aromatic hydroxyl) ตั้งแต่ 2 หมู่ขึ้นไป หมู่ฟังก์ชั่น (functional group) เหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการดักจับอนุมูลอิสระไม่ให้ไปกระตุ้น หรือก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ สารประกอบกลุ่มโพลีฟีนอล พบในพืชพรรณธรรมชาติ ดอกไม้ที่รับประทานได้หลายชนิด (เจนจิรา และประสงค์, 2554) นอกจากนี้สารกลุ่มโพลีฟีนอล ยังมีส่วนช่วยชะลอความชรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้องกันการเกิดโรคอัลไซเมอร์ และเป็นสารต้านมะเร็ง รวมทั้งโรคที่เกี่ยวกับหลอดเลือดหัวใจได้ อีกทั้งในดอกไม้ยังมีทั้งธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (พัชรี และคณะ, 2556)

2.3.2 ตัวอย่างสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ

1. วิตามินเอ ในธรรมชาติวิตามินเอจะพบเฉพาะในสัตว์เท่านั้น แต่ในพืชจะมีสารประกอบแคโรทีนอยด์ที่สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้ จัดเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ เรียกว่า โปรวิตามินเอ มักพบในพืชผักใบเขียว ผักและผลไม้ที่มีสีเหลือง หรือสีส้มแดง

2. วิตามินซี มีชื่อทางเคมีว่า กรดแอสคอร์บิค (ascorbic acid) เป็นวิตามินที่ละลายได้ในน้ำจะสลายตัวเมื่อถูกความร้อนหรือทิ้งไว้ในอากาศที่มีความชื้น วิตามินซีมีสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันและยังทำหน้าที่เป็นตัวส่งเสริมประสิทธิภาพของสารต้านออกซิเดชันของวิตามินอีด้วย

3. ฟลาโวนอยด์ เป็นสารประกอบกลุ่มโพลีฟีนอลที่พบมากชนิดหนึ่ง จะพบมากในพืชผักและผลไม้ มีหน้าที่สองอย่าง คือ เป็นรงควัตถุ ทำหน้าที่กรองแสงที่มีความยาวคลื่นที่จำเพาะเจาะจง และทำหน้าที่เป็นสารต้านออกซิเดชัน โดยไปกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น ในเซลล์พืชออกไป ความสามารถของการต้านออกซิเดชัน ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของฟลาโวนอยด์ และฟลาโวนอยด์ยังสามารถช่วยลดการอักเสบ ช่วยให้หลอดเลือดแข็งตัว ทำให้การไหลเวียนเลือดดีขึ้น ต่อต้านแบคทีเรียและไวรัส ลดโคเลสเตอรอล และช่วยเสริมการทำงานของวิตามินซี ตัวอย่างสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่น่าสนใจ เช่น เคอร์ซิทิน (quercetin) อาพิจินิน (apigenin) แคทิชิน (catechin) แกลโลแคทิชิน (gallocatechin) อีพิแคทิชิน (epicatechin) อีพิแกลโลแคทิชิน (epigallocatechin, EGC) อิพิแกลโลแคทิชิน-3-แกลเลต(epigallocatechin-3-gallate, EGCG) และลูติโอลิน (luteolin) เป็นต้น (ปวีณา, 2559)

2.3.3 ตัวอย่างอาหารที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง

1. ชาเขียว ในชาเขียวประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ gallocatechin, epigallocatechin, catechin โดยเฉพาะสาร EGCG ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่มีฤทธิ์แรง โดยมีฤทธิ์มากกว่า วิตามินอีถึง 20 เท่า มีผลการวิจัยพบว่าชาเขียวสามารถลดอัตราการเป็นมะเร็งของอวัยวะต่าง ๆ ได้ดี โดยเฉพาะมะเร็งปอด มะเร็งลำไส้ มะเร็งกระเพาะอาหาร และมะเร็งตับ นอกจากนี้ยังช่วยลดความเป็นพิษจากการสูบบุหรี่ เช่น นิโคติน และน้ำมันทาร์ เป็นต้น

2. มะขามป้อม มีสารประกอบที่มีประโยชน์ ได้แก่ ascorbic acid, trigalloyl, ellagic acid, glucoseterchebin และ corilagin เป็นต้น ซึ่งเป็นสาระสำคัญในกลไกการออกฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาอันหลากหลายของมะขามป้อม ฤทธิ์ในทางเภสัชวิทยาของมะขามป้อม ที่ได้รับการวิจัยมีดังนี้ ฤทธิ์ต้านไวรัสไข้หวัดใหญ่ ต้านไวรัส HIV แก้ไอ ต้านการอักเสบ ลดความดันโลหิต ยับยั้งการกลายพันธุ์ ทำให้ป้องกันเซลล์ร่างกายเปลี่ยนเป็นเซลล์มะเร็ง ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ ต้านการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร ลดโคเลสเตอรอล ปกป้องตับ หัวใจและหลอดเลือด ป้องกันตับและไตจากอันตรายของสารพิษ

3. สารสกัดจากเมล็ดองุ่น ได้รับการขนานนามว่า เป็นสารซุปเปอร์แอนติออกซิแดนท์มานาน เนื่องจากคุณสมบัติเด่นในด้านการกำจัดอนุมูลอิสระที่สูงกว่าสารแอนติออกซิแดนท์อื่นๆ โดยสูงกว่าวิตามินซี 20 เท่าและวิตามินอี 50 เท่า ทั้งยังคงอยู่ในกระแสเลือดได้นานถึง 72 ชม. สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้องกันและลดการทำลายล้างจากสารอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกายเราตลอดเวลาทั้งจากปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายใน อันเป็นสาเหตุของความเสื่อมและอ่อนแอของร่างกาย โดยเฉพาะระบบหลอดเลือดหัวใจ ผิวหนัง และตา (ปวีณา, 2559)

4. ดอกชมจันทร์ มีการศึกษาผลของกรรมวิธีการประกอบอาหารแบบต่างๆ ต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในดอกชมจันทร์ประกอบด้วย 5 วิธีการ พบปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ดังนี้ ดอกชมจันทร์สด (ไม่ผ่านความร้อน) 58.64 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกในตัวอย่างหนัก 100 กรัมน้ำหนักสด การต้ม (100 องศา, 10 นาที) 55.45 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกในตัวอย่างหนัก 100 กรัมน้ำหนักสด การนึ่ง (100 องศา, 10 นาที) 54.52 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกในตัวอย่างหนัก 100 กรัมน้ำหนักสด การตาก (ตากแดด, 48 ชั่วโมง) 46.33 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกในตัวอย่างหนัก 100 กรัมน้ำหนักสด และการอบ (ตู้อบ 60 องศา, 48 ชั่วโมง) 45.43 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกในตัวอย่างหนัก 100 กรัมน้ำหนักสด ซึ่งสารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compound) เป็นสารกลุ่มหนึ่งที่มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและสามารถพบได้ในพืชหลายชนิด (พัชรี และสกุลกานต์, 2558)

2.4 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity determination) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเชิงคุณภาพ และการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเชิงปริมาณ ในแต่ละประเภทจะมีหลายวิธีด้วยกัน ซึ่งแต่ละวิธีมีความจำเพาะแตกต่างกัน โดยปกติมักใช้หลายวิธีร่วมกันในการตรวจสอบและสรุปผล

2.4.1 วิธีการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเชิงคุณภาพเป็นการทดสอบเพื่อหาชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีอยู่ในตัวอย่าง โดยอาศัยหลักการต่าง ๆ เช่น การทำให้เกิดสี การทำให้เกิดตะกอน ความสามารถของการละลายในตัวทำละลาย และการถูกดูดซับโดยตัวดูดซับ วิธีการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่นิยม ได้แก่ การตรวจวัดสารโพลีฟีนอลชนิดต่าง ๆ (เช่น Shinoda test และ Pew test) โครมาโตกราฟีแบบแผ่นบาง (thin layer chromatography, TLC) และการตรวจหาสารต้านอนุมูลอิสระชนิดต่างๆ โดยใช้เครื่อง high performance liquid chromatography (HPLC)

2.4.2 วิธีการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเชิงปริมาณ

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเชิงปริมาณเป็นการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณของสารต้านอนุมูลอิสระในตัวอย่างประเภทต่าง ๆ วิธีที่นิยม ได้แก่ การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH วิธีการฟอกสีอนุมูลอิสระเอบีทีเอส การวิเคราะห์ความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านอนุมูลอิสระ (FRAP assay) และ cupric reducing antioxidant capacity (CUPRAC) ซึ่งวิธีการดังกล่าวข้างต้นจะมีการสร้างอนุมูลอิสระ ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนและวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้ง หรือกำจัดอนุมูลอิสระของสารตัวอย่างที่สนใจ หน่วยของการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเชิงปริมาณแสดงได้ 2 แบบ คือ (1) แบบปริมาณความเข้มข้นของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีในตัวอย่าง ซึ่งค่าตัวเลขสูงก็แสดงว่ามี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง และ (2) แบบปริมาณความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่ทำให้สารอนุมูลอิสระลดลง 50% (IC50, 50 % of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

inhibitory concentration) โดยค่าตัวเลขต่างแสดงว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง ทั้งสองแบบสามารถแสดงหน่วยได้หลากหลาย ได้แก่ μM/mg, mM/mg, μM/mL, mM/mL และ mmol/g เป็นต้น (ปวีณา, 2559)

2.4.2.1 การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธีการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH (2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay)

เป็นการทดสอบด้วยวิธีทางเคมีโดยใช้สารที่มีคุณสมบัติเป็นอนุมูลอิสระ คืออนุมูลอิสระ DPPH ซึ่งเป็นสารสังเคราะห์ที่อยู่ในรูปอนุมูลอิสระที่คงตัวและมีสีม่วงสามารถดูดกลืนแสงได้สูงสุดโดยใช้เครื่องสเปกโตโฟโตรมิเตอร์ (spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร เมื่อ DPPH ทำปฏิกิริยากับสารต้านอนุมูลอิสระที่ละลายด้วยเอทานอล (สารที่ให้อิเล็กตรอน) จะทำให้สีม่วงจางลงจนเป็นสีเหลืองซึ่งก่อนนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงต้องตั้งทิ้งไว้ที่มืดเป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้เกิดปฏิกิริยา ทำให้สามารถหาการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารตัวอย่างได้จากการคำนวณสีที่จางลงของการยับยั้ง DPPH สูตรคำนวณได้จากการนำค่าการดูดกลืนแสงที่ลดลงจากการใส่ตัวอย่างเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงตั้งต้น (ก่อนใส่สารตัวอย่าง) ดังนี้

$$\text{DPPH radical scavenging (\%)} = [(A_0-A_s) / A_0] \times 100$$

โดย A_0 = ค่าการดูดกลืนแสงตั้งต้น

A_s = ค่าการดูดกลืนแสงหลังจากเติมสารตัวอย่างสารมาตรฐานที่ใช้ในการเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ คือ trolox แสดงค่าเป็น TEAC

ข้อดีของวิธีการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH คือ ง่าย สะดวก และรวดเร็ว

ข้อเสียของวิธีการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH คือ DPPH ค่อนข้างเสถียรไม่ไวต่อปฏิกิริยาเหมือนอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกายจริง จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ช้า ทำให้ค่าการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่วัดได้น้อยกว่าความเป็นจริง และต้องเตรียมสารละลายในตัวทำละลายที่เป็นแอลกอฮอล์ ซึ่งจะทำให้โปรตีนตกตะกอนจึงไม่สามารถวิเคราะห์ในตัวอย่างที่เป็นเลือดได้ อีกทั้งสารปนเปื้อนและโลหะจะรบกวน (interfere) ซึ่งสามารถเป็นตัวรีดิวซ์แล้วทำให้สีของ DPPH จางลงได้เช่นกัน (ปวีณา, 2559)

2.5 การศึกษาการใช้สารสกัดจากธรรมชาติในการต้านอนุมูลอิสระ

พสุธร และ สรณะ (2559) ศึกษากลุ่มสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดจากสารสกัดของดอกไม้ไทยที่กินได้จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ดอกดาวเรือง (*Tagetes erecta* L.) ดอกเฟื่องฟ้า (*Bougainvillea hybrid*) ดอกเข็ม (*Lxora chinensis* Lamk) ดอกพุดซ้อน (*Gardenia jasminoides* Ellis) และดอกกุหลาบมอญ (*Rosa damascene)* ด้วยการสกัดด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล จากนั้นนำสารสกัดมาจำแนกกลุ่มสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพด้วยวิธีโครมาโตกราฟฟีแผ่นบาง (TLC) และทำการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay, Trolox-Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC) รวมทั้งปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด จากผลการทดลองพบว่าการสกัดด้วยเมทานอลให้ปริมาณผลผลิตของสารที่สกัดได้สูงที่สุดเท่ากับ 8-12 เปอร์เซ็นต์ และการจำแนกสารสำคัญด้วยวิธีโครมาโตกราฟฟีแผ่นบาง (TLC) พบสารสำคัญในกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟลาโวนอยด์และสารประกอบฟีนอลิกในสารสกัดของดอกไม้ทุกชนิดที่สกัดด้วยเมทานอล สารสกัดเมทานอลจากดอกกุหลาบมอญ ดอกเข็มและดอกดาวเรืองมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดเมทานอลจากดอกไม้ทั้ง 5 ชนิด มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี TEAC สูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าสารสกัดเฮกเซน และไดคลอโรมีเทนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเทียบเท่ากับสาร trolox ประมาณ 17 มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง 1 กรัม ส่วนสารสกัดเมทานอลจากดอกกุหลาบมอญมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด (31.91 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกในตัวอย่างหนัก) ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับดอกไม้ที่นำมาทดสอบชนิดอื่น ๆ ($p<0.05$)

พัชรี และคณะ (2556) ศึกษากิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของดอกไม้กินได้จำนวน 15 ชนิด ในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม ได้แก่ ดอกกระเจียวขาว (*Curcuma parviflora* Wall.), ดอกแค (*Sesbania grandiflora* (L.) Desv.), ดอกผักพาย (*Limnocharis flava* Buch.), ดอกกระเจียวแดง (*Curcuma sessilis* Gage.), ดอกแคนา (*Dolichandrone serrulata* (DC.) Seem.), ดอกขจร (*Telosma minor* Craib.), ดอกเสาวรส (*Passiflora laurifolia* L.), ดอกฟักทอง (*Cucurbita moschata* Decne.), ดอกข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.), ดอกชมจันทร์ (*Ipomoea alba* L.), ดอกผักโขม (*Amaranthus lividus* L.), ดอกบวบ (*Luffa acutangula* (Linn.) Roxb.), ดอกมะรุม (*Moringa oleifera* Lam.), ดอกผักคออ่อน (*Crassocephalum crepidioides* (benth.) S. Moore.) และ ดอกส้มลม (*Aganonerion polymorphum* Pierre ex Spire.) นำมาวิเคราะห์หากิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด พบว่า ดอกกระเจียวแดงมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด (93.30 เปอร์เซ็นต์) ส่วนดอกส้มลมมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด (16.83 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกในตัวอย่างหนัก 100 กรัม)

ภาณุมาศ และคณะ (2558) ศึกษาการพัฒนาของดอกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในดอกพระจันทร์ (*Ipomoea alba* L.) พบว่าดอกตูมมีพัฒนาการจนถึงดอกบานนานที่สุดในเดือนมีนาคมและเมษายน รองลงมาในเดือนกุมภาพันธ์ และสั้นที่สุดในเดือนมกราคม และทำการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในดอกตูม ความยาว 6, 8, 10, 12 และ 14 เซนติเมตร เก็บเกี่ยวในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน พ.ศ. 2557 โดยจะนำดอกพระจันทร์ที่ได้จากการอบแห้งมาสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าดอกขนาด 12 และ 14 เซนติเมตร มีปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกทั้งหมด 0.51±0.06 และ 0.55±0.04 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกในตัวอย่างหนัก 100 กรัม ตามลำดับ และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH 91.79±0.34 และ 90.87±0.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงสุดในทั้งสี่เดือนที่เก็บเกี่ยว

วาทิน และ จีรวัฒน์ (2556) ศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากดอกไม้กินได้ทั้ง 11 ชนิด ได้แก่ บรอคโคลี่ ดอกกะหล่ำ ดอกกวางตุ้ง ดอกมะขาม หัวปลี ดอกกุหลาบ ดอกเข็ม ดอกขจร ดอกกุยช่าย ดอกแค และดอกสะเดา โดยทำการสกัด 2 วิธี ได้แก่ การหมักกับ 95 เปอร์เซ็นต์เอทานอล และ การ reflux ด้วยน้ำ ใช้วิธี DPPH scavenging assay พบว่าที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดน้ำของดอกมะขามแสดงฤทธิ์ต้านออกซิเดชันสูงสุด โดยมีการยับยั้งอนุมูลอิสระเท่ากับ 94.24 $\pm$ 0.49 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าสารสกัดดอกไม้ตัวอย่างที่เตรียมโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธี reflux ด้วยน้ำแสดงฤทธิ์ต้านออกซิเดชันได้ดีกว่าสารสกัดส่วนใหญ่ที่หมักกับ 95 เปอร์เซ็นต์เอทานอล จากนั้นนำพืชที่แสดงฤทธิ์ต้านออกซิเดชันสูงมาหาค่า IC_{50} พบว่าสารสกัดที่ออกฤทธิ์ได้ดีที่สุด คือ สารสกัดน้ำของดอกกุหลาบ สารสกัดน้ำของดอกสะเดา และสารสกัดเอทานอลของดอกกุหลาบ โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 41.18, 59.62 และ 84.15 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้การวิเคราะห์ปริมาณฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์รวมในสารสกัดตัวอย่างดอกไม้โดยใช้วิธี Folin – Ciocalteu และวิธี aluminium chloroide ตามลำดับ พบว่าสารสกัดน้ำของดอกกุหลาบให้ปริมาณฟีโนลิกและฟลาโวนอยด์ที่สูงที่สุด คือ 18.05 $\pm$ 0.79 กรัมเปอร์เซ็นต์มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกในตัวอย่างหนัก (g% GAE) และ 2.48 $\pm$ 0.27 g% quercetin equivalent (g% QE) ตามลำดับ

อรสุรินทร์ และคณะ (2553) ทำการศึกษาคุณค่าทางอาหารและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในดอกไม้กินได้ ทำการคัดเลือกดอกไม้มา 2 กลุ่มสี รวมทั้งหมด 6 สายพันธุ์ ดังนี้ กลุ่มสีแดง ได้แก่ ดอกชบา (*Hibicus rosa-sinensis* Linn.) ดอกกุหลาบ (*Rosa damascena* Miller) ดอกเข็ม (*Ixora lobbii* Loud.) และกลุ่มสีขาว ได้แก่ ดอกแค (*Sesbania grandiflora* (L.) Pers.) ดอกขจร (*Telosma minor* Craib) ดอกผักปลัง (*Basella alba* Linn.) โดยวิเคราะห์หาปริมาณเส้นใย สารประกอบฟีนอลิก วิตามินซี และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ พบว่าดอกไม้ที่มีปริมาณเส้นใยสูงที่สุดคือดอกชบา โดยมีปริมาณเส้นใย 68.94 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักสด และดอกชบานั้นยังมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุดโดยมีปริมาณ 3.84 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด ส่วนวิตามินซีพบมากในดอกเข็มโดยมีปริมาณ 174.90 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด นอกจากนี้แล้วยังได้ศึกษากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระโดยใช้วิธี DPPH พบว่าดอกเข็มมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด จะเห็นได้ว่าดอกไม้ที่มีสีแดงมีสาระสำคัญเป็นองค์ประกอบมากกว่าดอกไม้ที่มีสีขาว

Chen และคณะ (2015) ได้ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระก่อนและหลังการบริโภคโดยวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ และความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของดอกไม้กินได้จำนวน 23 ชนิด รวมทั้งทำการทดสอบองค์ประกอบทางชีวภาพที่อยู่ในดอกไม้โดยใช้เทคนิค ultra performance liquid chromatography (UPLC) และหาความสัมพันธ์ของค่าที่ได้มาจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี 2, 2-diphenyl- 1-picrylhydrazylradical scavenging activity assay (DPPH), Ferric reducing antioxidant power assay (FRAP) และ $ABTS^{\bullet+}$ radical cation scavenging activity assay (ABTS) และหาความสัมพันธ์ขององประกอบทั้งหมดของฟลาโวนอยด์และองค์ประกอบทั้งหมดของฟีนอลิก จากการทดสอบพบว่า สารสกัดดอกไม้ 3 ชนิด ได้แก่ *Osmanthus fragrans* (Thunb.) Lour, *Paeonia lactiflora* Pall และ *Rosa rugosa* Thunb (purple) มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด ทั้งก่อนและหลังการย่อย

He และคณะ (2015) ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากดอก *Pyrus pashia* ด้วยเอทานอล 85 เปอร์เซ็นต์ และส่วนของอนุพันธุ์ที่ละลายอยู่ในสารสกัดแต่ละชั้น จากผลการทดลองพบว่า สารสกัดในชั้นของเอทิล อะซีเตต แสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีสุด และจากการทดสอบองค์ประกอบทางเคมีที่อยู่ในดอกไม้ดังกล่าวทำให้สามารถตรวจพบสาร phenolic glycoside, 4-O-Z-coumaroylarbutin ชนิดใหม่ อีกทั้งยังพบสารประกอบฟีนอลิก ชนิดอื่นอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27 ชนิด โดยพบ Hydroquinone มากที่สุดและออกฤทธิ์แรงที่สุด ซึ่งสารดังกล่าวมีส่วนสำคัญในการออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในดอกไม้ชนิดนี้

Kaisoon และคณะ (2011) ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและสารฟีนอลิกทั้งหมดจากดอกไม้กินได้และสามารถนำมาใช้ในการประกอบอาหารที่ปลูกในประเทศไทย ทั้งหมด 12 ชนิด จากการทดสอบพบว่า *Cassia siamea* มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูง และ *Tagetes erecta* มีปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงที่สุด จากการทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ด้วยวิธี ferric reducing antioxidant power (FRAP) พบว่า *Antigonon leptopus* และ *Tagetes erecta* มีความสามารถในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงที่สุด

2.6 เชื้อแบคทีเรียก่อโรค

แบคทีเรียก่อโรค (pathogen) หมายถึง แบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคในมนุษย์และสัตว์ ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคอาหารเป็นพิษ (food poisoning) ที่เป็นอันตรายในอาหาร (food hazard) ได้แก่ แบคทีเรีย รา ไวรัส และปรสิต แต่จุลินทรีย์ก่อโรคที่เป็นสาเหตุสำคัญของโรคที่มีในอาหาร คือ แบคทีเรีย (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2559) ตัวอย่างของแบคทีเรียก่อโรคทางอาหารที่สำคัญ ได้แก่

2.6.1 *Salmonella typhimurium*

2.6.1.1 ลักษณะของเชื้อ

เป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะรูปท่อน ดังแสดงในรูปที่ 2.7 เคลื่อนที่โดยใช้แฟลเจลลารอบเซลล์ ต้องการออกซิเจนในการเติบโต อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเติบโต ประมาณ 37 องศาเซลเซียส ช่วง pH ในการเติบโตอยู่ระหว่าง 4.1-9.0 ส่วนค่า Aw (ปริมาณน้ำอิสระในอาหารที่แบคทีเรียนำไปใช้ในการเติบโต) ต่ำสุดสำหรับการเติบโตประมาณ 0.93-0.95 มีความสามารถในการทนความร้อนแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดสายพันธุ์และผลจากสิ่งแวดล้อมในการเติบโต

2.6.1.2 แหล่งที่มาของเชื้อ

สามารถติดต่อจากสัตว์มาสู่คนและสัตว์อื่น ๆ เช่น หนู สัตว์ปีก แมลง วัว ควาย สุนัข แมว และม้า เป็นต้น สำหรับการติดเชื้อในคนนั้น ส่วนมากจะได้รับเชื้อปะปนมากับน้ำและอาหาร และบางครั้ง อาจเกิดจากสัตว์เลี้ยงที่อาศัยตามอาคารบ้านเรือน ซึ่งเป็นพาหะของเชื้อหรือหากมีผู้ป่วยเป็นโรค salmonellosis ทำงานที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปอาหารแล้วมีสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ไม่ดีพอ เช่น ไว้เล็บยาว และหลังจากกลับจากห้องน้ำมิได้มีการล้างมือให้สะอาดเสียก่อน ก็มีโอกาสที่จะปนเปื้อนลงไปยังอาหารได้ด้วยจึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอาการท้องร่วงประกอบกับเชื้อมีอัตราการแพร่ระบาดสูง สามารถพบผู้ป่วยที่เป็นโรคจากเชื้อนี้ในอัตราสูงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7 ลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Salmonella typhimurium* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
ที่มา : http://kids.britannica.com/comptons/art-91307/A-photograph-taken-with-a-scanning-electron-microscope-shows-Salmonella (สืบค้นวันที่ 15 ธันวาคม 2559)

2.6.1.3 การเข้าสู่ร่างกาย

เป็นแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเป็นพิษ และสามารถถ่ายทอดเข้าสู่ร่างกายได้ โดยรับประทานอาหารที่มีเชื้อปนเปื้อน ได้แก่ อาหารประเภทเนื้อ เช่น พายเนื้อ ไส้กรอก แฮม เบคอน แซนวิช และมักเป็นอาหารที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง นอกจากนี้ยังพบใน เนื้อไก่ ไข่ นม และผลิตภัณฑ์ปลาและอาหารทะเลที่ไม่ได้ผ่านความร้อนอย่างเพียงพอ อาหารสุก ๆ ดิบ ๆ ไม่ว่าจะเป็นแหนม ลาบ ยำ ปูเค็ม ปูดอง ผักสด

2.6.1.4 อันตรายของเชื้อ

เป็นแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเป็นพิษ ที่เรียกว่า salmonellosis อาการจะเกิดขึ้นหลังจากบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อนแล้วประมาณ 6 - 48 ชั่วโมง และจะมีอาการอยู่ในระหว่าง 1-5 วัน เมื่อร่างกายเราได้รับเชื้อเข้าสู่ร่างกายแล้ว เชื้อโรคจะมุ่งเข้าสู่เซลล์น้ำเหลืองของลำไส้เล็กและจะเจริญแบ่งตัวที่นั่นในระยะนี้จะยังไม่มีอาการอะไร เป็นระยะฟักตัวต่อมาเชื้อจะแพร่เข้าสู่กระแสเลือดและกระจายสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ผู้ป่วยจะเริ่มแสดงอาการ ในรายที่ไม่มีโรคอื่นแทรกซ้อนจะมีชีพจรเต้นช้ากว่าปกติ ผู้ป่วยที่เสียชีวิตด้วยโรคนี้มักจะเสียชีวิตเนื่องจากเลือดออกในลำไส้เล็ก และลำไส้ทะลุสำหรับอาการทั่วไปของผู้ที่ได้รับเชื้อ คือ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน ปวดศีรษะ ปวดท้อง มีไข้ หนาวสั่น และอ่อนเพลีย โดยความรุนแรงของอาการที่เกิดขึ้นนั้น จะแตกต่างไปตามปริมาณเชื้อที่บริโภค ชนิดของเชื้อที่บริโภค และความต้านทานของผู้บริโภค ซึ่งเชื้อนี้มีหลายชนิด แต่ละชนิดมีลักษณะทางนิเวศวิทยาที่แตกต่างกันไป จึงทำให้การติดเชื้อและอาการของโรคแตกต่างกันตามไปด้วย สำหรับโรคที่สำคัญ ได้แก่ โรคกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ (Gastroenteritis) โรคโลหิตเป็นพิษ (Septicemia) และไข้ไทฟอยด์ (Typhoid fever)

2.6.1.5 วิธีป้องกัน

ถูกทำลายได้ง่ายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4-5 นาที หรืออุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที ดังนั้นการรับประทานอาหารที่ปรุงสุกใหม่ ๆ และรับประทานในขณะที่ยังร้อน จะช่วยลดการติดเชื้อได้ การแช่เย็นที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้ (http://fic.nfi.or.th/foodsafety สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 *Staphylococcus aureus*

2.6.2.1 ลักษณะของเชื้อ

เป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะกลม เรียงตัวเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น หรือเป็นคู่ หรือเป็นสายสั้นๆ ไม่เคลื่อนที่ โคโลนีมีสีเหลืองหรือสีทอง ดังแสดงในรูปที่ 2.8 เจริญเติบโตได้ดีในสภาพมีออกซิเจนมากกว่าในสภาพไม่มีออกซิเจน ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเติบโต คือ 35-40 องศาเซลเซียส ช่วง pH หรือความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมในการเติบโตอยู่ที่ 7-7.5 ส่วนค่า Aw (ปริมาณน้ำอิสระในอาหารที่แบคทีเรียนำไปใช้ในการเติบโต) ต่ำสุดสำหรับการเติบโตในสภาพมีออกซิเจนประมาณ 0.86 สภาพไม่มีออกซิเจนประมาณ 0.90 บางสายพันธุ์ผลิตสารพิษที่ เรียกว่า เอนเทอโรทอกซิน ทำให้อาหารเป็นพิษ เอนเทอโรทอกซินที่ผลิตมีหลายชนิด แต่ชนิดที่พบว่าทำให้เกิดอาหารเป็นพิษบ่อย คือ ชนิดเอและดี โดยช่วงอุณหภูมิ เชื้อผลิตเอนเทอโรทอกซินอยู่ระหว่าง 15.6 และ 46.1 องศาเซลเซียส และผลิตได้ดีที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

รูปที่ 2.8 ลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
ที่มา : https://www.cdc.gov/media/subtopic/library/DiseaseAgents/img37.jpg
(สืบค้นวันที่ 15 ธันวาคม 2559)

2.6.2.2 อันตรายของเชื้อ

บางสายพันธุ์สามารถสร้างสารพิษ คือ เอนเทอโรทอกซิน ซึ่งเป็นโปรตีนที่ทนต่อความร้อนได้ดี และเป็นสาเหตุทำให้เกิดอาการเจ็บป่วยในมนุษย์ สารพิษชนิดนี้ทนความร้อนถึงระดับ 143.3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วินาทีได้ ดังนั้นอุณหภูมิในการหุงต้มธรรมดาหรืออุณหภูมิน้ำเดือดจึงไม่สามารถทำลายสารพิษชนิดนี้ได้ โรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากเชื้อชนิดนี้ มีชื่อเรียกว่า Staphyloenterotoxicosis และ Staphylorenterotoxemia ลักษณะอาการที่บ่งบอกว่าติดเชื้อนั้นจะแสดงให้เห็นอย่างรวดเร็วและรุนแรงในหลายๆ กรณี ซึ่งอาการทั่วไปของผู้ได้รับเชื้อที่พบคือ ผู้ป่วยจะมีอาการ คลื่นไส้ อาเจียน วิงเวียน เป็นตะคริวในช่องท้อง และอ่อนเพลีย ในผู้ป่วยบางรายอาจมีอาการอื่นแทรกซ้อน หลายรายจะมีอาการปวดหัว เป็นตะคริวที่กล้ามเนื้อ และมีการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตเป็นระยะ ๆ รวมทั้งอาจมีการเต้นของชีพจรผิดปกติ ซึ่งโดยทั่วไปอาการจะดีขึ้นภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2-3 วัน ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับสภาพความต้านทานสารพิษของร่างกาย ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อในอาหารและปริมาณสารพิษที่สร้างขึ้นในอาหารรวมทั้งสภาพร่างกายโดยทั่วไปของผู้ที่ได้รับเชื้อด้วย

2.6.2.3 วิธีป้องกัน

ต้องคำนึงถึงในระหว่างการเตรียมอาหาร หรือปรุงอาหาร คือ ผู้ปรุงต้องไม่ไอ หรือจามรดอาหาร ควรรับประทานอาหารขณะร้อน หากต้องการเก็บรักษาอาหารควรเก็บไว้ในตู้เย็น ไม่ควรเก็บอาหารที่เตรียมเสร็จแล้วไว้ในที่ๆมีอุณหภูมิสูง เพราะจะเป็นสาเหตุให้มีการเพิ่มจำนวนเชื้ออย่างรวดเร็ว ซึ่งกรณีดังกล่าวเป็นกรณีที่พบได้บ่อยในการเกิดอาหารเป็นพิษ สำหรับผู้บริโภคก่อนที่จะรับประทานอาหารต้องนำอาหารมาอุ่นให้ร้อนเสียก่อนทุกครั้งเพื่อความปลอดภัย (http://fic.nfi.or.th/foodsafety สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

2.6.3 *Listeria monocytogenes*

2.6.3.1 ลักษณะของเชื้อ

เป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะรูปท่อนสั้น มักเรียงตัวเป็นสายต่อกัน 3-5 เซลล์หรือมากกว่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.9 เป็นแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์หรือแคปซูล อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเติบโตคือ 37 องศาเซลเซียส แต่สามารถเติบโตได้ทุกอุณหภูมิ แม้ที่อุณหภูมิต่ำถึง 2.5 องศาเซลเซียส และสามารถทนความร้อนได้ดี

รูปที่ 2.9 ลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Listeria monocytogenes* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
ที่มา : http://visualsunlimited.photoshelter.com/image/I0000fx5oYi_NAWA html
(สืบค้นวันที่ 15 ธันวาคม 2559)

2.6.3.2 แหล่งที่มาของเชื้อ

สามารถพบได้ทั่วไปในน้ำ น้ำเสีย อุจจาระคนและสัตว์ จึงสามารถปนเปื้อนลงไปในอาหารได้ง่าย โดยพบเชื้อได้ในวัตถุดิบที่จะนำไปประกอบอาหารโดยเฉพาะ เนื้อสัตว์หรือผลิตผลจากสัตว์ เช่น น้ำนม โดยมันจะถูกทำลายได้โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการปรุงอาหารหรือความร้อนในระดับพาสเจอไรซ์ ดังนั้นการปนเปื้อนเชื้อชนิดนี้ ในอาหารจึงเกิดขึ้นหลังขั้นตอนการปรุงหรือเกิดการปนเปื้อนซ้ำในระหว่างขั้นตอนการบรรจุ การขนส่ง และการวางจำหน่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3.3 การเข้าสู่ร่างกาย

เป็นแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค และสามารถถ่ายทอดเข้าสู่ร่างกายได้ โดยการรับประทานอาหารที่มีเชื้อนี้ปนเปื้อน อาหารที่พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อ ได้แก่ นม เนื้อไก่ อาหารทะเล ส่วนในผักไม่พบ หรือพบน้อยมาก นอกจากนี้ ยังสามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิตู้เย็น และทนความร้อนได้ดีกว่าแบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ชนิดอื่น จึงสามารถมีชีวิตอยู่รอดได้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ เช่น นม เนื้อสัตว์ ผัก และไส้กรอก

2.6.3.4 อันตรายของเชื้อ

เป็นแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค Listeriosis โลหิตเป็นพิษและเยื่อหุ้มสมองอักเสบ มีอาการคล้ายเป็นหวัด เช่น มีไข้ ปวดหัว มีอาการท้องเสีย อาเจียน อาการติดเชื้อในกระแสเลือดอื่น ๆ มักพบในผู้ป่วยที่มีระบบภูมิคุ้มกันอ่อนแอ หรือทารกที่เกิดจากมารดาที่ได้รับเชื้อขณะตั้งครรภ์ และยังมีรายงานว่ามีผู้เสียชีวิตเนื่องจากบริโภคอาหารที่มีเชื้อนี้ปนเปื้อน จึงเป็นดัชนีตัวหนึ่งที่แสดงถึงความปลอดภัยของอาหารด้วย (http://fic.nfi.or.th/foodsafety สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

2.4.4 *Escherichia coli*

2.6.4.1 ลักษณะของเชื้อ

เป็นแบคทีเรียแกรมลบรูปร่างเป็นท่อน (Gram negative rod) ดังแสดงในรูปที่ 2.10 อยู่ในกลุ่ม Enterobacteriaceae ในภาวะร่างกายปกติ ไม่ทำให้เกิดโรค แต่จะก่อให้เกิดโรคได้ในกรณีภูมิคุ้มกันบกพร่อง หรือในสภาวะที่ร่างกายอ่อนแอ เรียกว่า เชื้อฉวยโอกาส (Opportunistic pathogen)

2.6.4.2 แหล่งที่มาของเชื้อ

ปกติอาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น พบเป็นจำนวนมากในอุจจาระ แต่ไม่พบในปัสสาวะ ด้วยเหตุนี้ ทำให้มีความสำคัญ ในการตรวจเชื้อเพื่อควบคุมคุณภาพของอาหารและผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยใช้เป็นตัวบ่งชี้ (Indicator) ที่บ่งบอกว่าผลิตภัณฑ์มีการปนเปื้อนของสิ่งปฏิกูลหรือไม่

รูปที่ 2.10 ลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Escherichia coli* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
ที่มา : http://www.pharmamicroresources.com/2015_01_01_archive.html
(สืบค้นวันที่ 15 ธันวาคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4.3 การเข้าสู่ร่างกาย

ทำให้เกิดการติดเชื้อโดยเกาะกับผนังเซลล์ของอวัยวะส่วนต่างๆ เช่น ไต กระเพาะปัสสาวะ และจะสร้างสารช่วยในการยึดเกาะให้เชื้ออยู่ในบริเวณนั้นได้ และจะสร้างสารต่างๆออกมาเพื่อ ทำลายเซลล์ก่อให้เกิดโรคติดเชื้อขึ้น

2.6.4.4 อันตรายของเชื้อ

จะทำให้เกิดกลุ่มอาการที่สำคัญ คือ การติดเชื้อที่ทางเดินปัสสาวะ เยื่อหุ้มสมองอักเสบในทารก และท้องร่วง

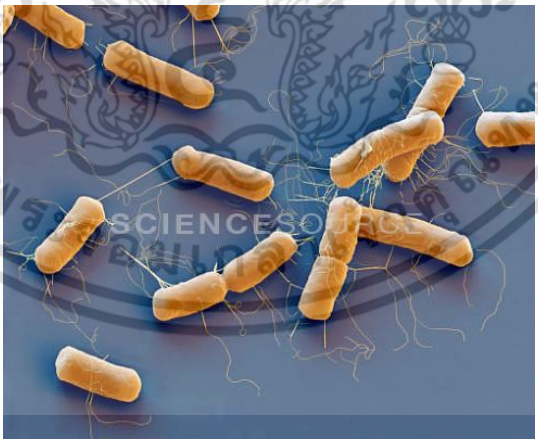
2.6.4.5 วิธีป้องกัน

อาศัยหลัก “ถูกสุขลักษณะ” ได้แก่ ล้างมือให้ สะอาดหลังเข้าห้องน้ำ ก่อนและหลังรับประทานอาหารทุกครั้ง กินอาหารที่ทำให้สุกแล้ว และควรกินอาหารทันที หากยังไม่รับประทานทันทีควรเก็บไว้ในตู้เย็น ควรล้างผักผลไม้ให้สะอาดก่อนรับประทาน เป็นต้น (http://www.oshthai.org/attachments/article/130/130.pdf สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

2.6.5 *Bacillus cereus*

2.6.5.1 ลักษณะของเชื้อ

เป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะเป็นรูปท่อนตรง ดังแสดงในรูปที่ 2.11 ขนาด 0.3-2.2 x 1.2-7.0 ไมโครเมตร ส่วนใหญ่เคลื่อนที่ได้ สร้างสปอร์และสร้างสารพิษ ซึ่งจะขับสารพิษออกมาขณะปนเปื้อนอยู่ในอาหาร ช่วงอุณหภูมิในการเติบโตอยู่ระหว่าง 30-37 องศาเซลเซียส แต่บางสายพันธุ์สามารถเติบโตได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 55 องศาเซลเซียส และบางสายพันธุ์เติบโตได้ที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส สำหรับค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อชนิดนี้อยู่ระหว่าง 6-7 และสามารถเติบโตได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจนและจะสร้างสารพิษเมื่ออยู่ภายใต้สภาพที่มีออกซิเจนน้อย



รูปที่ 2.11 ลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Bacillus cereus* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
ที่มา : http://images.sciencesource.com/p/14058102/Bacillus-cereus-Bacteria-SEM-BS9504.html (สืบค้นวันที่ 15 ธันวาคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5.2 แหล่งที่มาของเชื้อ

พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ ในดิน ฝุ่นละออง ผลิตภัณฑ์จากพืช เช่น ข้าว ธัญพืช แป้ง ผลิตภัณฑ์จากแป้ง เครื่องเทศ ผลิตภัณฑ์จากสัตว์ และเครื่องปรุงแต่งรสต่างๆ นอกจากนี้ยังพบในอุจจาระของคนที่มีสุขภาพปกติได้ประมาณ 15%

2.6.6.3 การเข้าสู่ร่างกาย

เป็นแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเป็นพิษ และสามารถถ่ายทอดเข้าสู่ร่างกายได้ โดยการรับประทานอาหารที่มีเชื้อนี้ปนเปื้อน อาหารที่พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อ จนทำให้เกิดอาการอาเจียน ได้แก่ อาหารประเภทข้าว และแป้ง อาทิ มักกะโรนี และข้าวผัด เนยแข็ง ผลิตภัณฑ์จากวานิลลาที่ทำในลักษณะยัดไส้ครีม ส่วนอาหารที่พบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อจนทำให้เกิดอาการท้องร่วง ได้แก่ ผักต่างๆ สลัด อาหารที่มีเนื้อสัตว์เป็นส่วนประกอบ ซอส ซุป และอาหารที่มีแป้งและครีมเป็นส่วนประกอบ

2.6.5.4 อันตรายของเชื้อ

เป็นแบคทีเรียที่สร้างสารพิษ การเกิดพิษมี 2 ลักษณะอาการคือ ทำให้อาเจียน (Emetic illness) และทำให้ท้องเสีย (Diarrhea illness) อาการอาเจียนมักเกิดจากการได้รับสารพิษชนิดทีมีความคงทน ที่สามารถมีชีวิตรอด ได้ในอุณหภูมิสูงและค่าความเป็นกรด-ด่างสูง โดยผู้ป่วยจะเกิดอาการคลื่นไส้และอาเจียน ภายหลังจากการบริโภคอาหารทีมีสารพิษเข้าไป 11-15 ชั่วโมง โดยทั่วไปมักปรากฏอาการภายหลังจากการบริโภคอาหารทีมีสารพิษเข้าไป 30 นาทีถึง 6 ชั่วโมง ส่วนอาการท้องเสียมักเกิดจากสารพิษชนิดที่ไม่ทนความร้อนและกรด ตามปกติใช้เวลาฟักตัวประมาณ 6-12 ชั่วโมง หลังจากบริโภคอาหารทีมีการปนเปื้อนสารพิษของเชื้อ อาการประกอบด้วยการปวดท้องและถ่ายอุจจาระเหลวเนื่องจากมีน้ำมาก โดยทั่วไปอาการจะทรงอยู่ไม่เกิน 24 ชั่วโมง แล้วจะทุเลาลง

2.6.5.5 วิธีป้องกัน

เป็นเชื้อชนิดที่ก่อปัญหากับอุตสาหกรรมการจัดบริการอาหาร ที่ต้องมีการเตรียมอาหารจำนวนมาก หรือต้องจัดเตรียมอาหารขึ้นล่วงหน้าเป็นเวลานานๆ ก่อนนำไปบริโภค เพราะหากในระหว่างการปรุง และการเก็บรักษามีการปฏิบัติที่ไม่ถูกสุขลักษณะหรือไม่สะอาด จะทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อชนิดนี้ขึ้น ดังนั้น ในขั้นตอนของการจัดเตรียม การเก็บรักษา และการขนส่งอาหารจึงต้องกระทำอย่างระมัดระวัง และรักษาความสะอาด โดยเฉพาะอาหารที่ทำให้สุกแล้ว ไม่ควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนานเกินควร (http://fic.nfi.or.th/foodsafety สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6 *Bacillus subtilis*

2.6.6.1 ลักษณะของเชื้อ

เซลล์เป็นรูปท่อนตรง ขนาด 0.3 –2.2 x 1.2 –7.0 ไมโครเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.12 ส่วนใหญ่สามารถเคลื่อนที่ได้ ติดสีแกรมบวก หายใจโดยใช้ออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้าย มีรูปร่างเป็น rod-shaped group สามารถที่จะผลิต robust endospore ในการเป็นปฏิปักษ์ต่อ microorganism อื่นได้ มีโครงสร้าง ที่เป็นส่วน refractile สูง อยู่ตรงบริเวณ cell และ Endospores เป็น widespread

รูปที่ 2.12 ลักษณะรูปร่างของเชื้อ *Bacillus subtilis* ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
ที่มา : http://www.nyrture.com/blog/2015/5/23/the-subtle-beauty-of-bacillus-subtilis (สืบค้นวันที่ 15 ธันวาคม 2559)

2.6.6.2 แหล่งที่มาของเชื้อ

เป็นแบคทีเรียที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมเป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่เกิดจากแหล่งน้ำและอาหาร และพบได้ทั่วไปในดิน เจริญเติบโตได้โดยใช้สารอาหารจากการย่อยสลายของ ซากพืช ซากสัตว์ และอื่นๆ แบคทีเรียจำพวกนี้สร้างและหลั่งเอนไซม์พวก carbohydrate และ protease ออกจากเซลล์ได้หลายชนิดทำให้สามารถย่อยสลายสารต่างๆได้หลาย ชนิด เช่น cellulose แป้งต่างๆ และโปรตีนต่างๆ ได้มาก ส่วนใหญ่จะพบประมาณ 107-108 เซลล์ในดิน 1gm แต่ถ้าในดินที่มีสารอาหารน้อยก็อาจจะพบในจำนวนน้อย และเป็นแบคทีเรียที่มีการเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส (http://www.vcharkarn.com/blog/37439 สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559)

2.6.6.3 ความสำคัญ

เป็นแบคทีเรียที่สามารถใช้เพื่อควบคุมและป้องกันโรคพืชจากแบคทีเรียชนิดอื่นได้ หลายชนิด สามารถผลิตเอนไซม์ (enzyme) เช่น อะไมเลส (amylase) ใช้ประโยชน์เพื่อย่อยสลายโมเลกุลของสตาร์ชในการผลิตเป็นสตาร์ชไฮโดรไลเสต (starch hydrolysate) โปรตีเอส (protease) เป็นเอนไซม์ที่ย่อยสลายโมเลกุลของโปรตีนให้เป็นเพปโทน และเพปไทด์ หรือโปรตีนไฮโดรไลเสต (protein hydrolysate) เป็นต้น (พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6.4 อันตรายของเชื้อ

Bacillus subtilis เป็นแบคทีเรียก่อโรคที่ปนเปื้อนไปกับอาหาร ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ จากการบริโภคอาหารที่สร้างสารพิษที่เชื้อสร้างขึ้นเข้าไป เชื้อจะปล่อย endotoxin ออกมาสร้างสปอร์ ผลิต enterotoxin ปนเปื้อนได้ทุกที่ โดยเฉพาะสิ่งขับถ่าย อาการของโรคที่เกิดจากการติดเชื้อ *Bacillus subtilis* คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน ปวดศรีษะ ร่างกายอ่อนเพลีย (จิราพร, 2549)

2.7 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย

การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดสมุนไพร สามารถทดสอบได้ 2 วิธี คือ

2.7.1 Dilution Method เป็นการเจือจางยาให้มีความเข้มข้นที่ต่างๆ กันในอาหารเลี้ยงเชื้อ แล้วนำอาหารเลี้ยงเชื้อที่มียาที่มีความเข้มข้นที่ระดับต่างๆมาทดสอบกับเชื้อ วิธีนี้สามารถหาความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อได้ (Minimal Inhibition Concentration, MIC) ซึ่งสามารถแบ่งย่อยออกเป็น 2 วิธี คือการเจือจางยาในอาหารเหลว (Broth dilution method) และการเจือจางในอาหารแข็ง (Agar dilution method) ซึ่งจะต้องใช้เวลา เครื่องมือและแรงงานในการทำมาก แต่ผลการทดลองที่ได้แน่นอนกว่า

2.7.2 Diffusion Method เป็นการทดสอบโดยทำให้ตัวยาซึมไปในอาหารเลี้ยงเชื้อ อาจใช้แผ่นยาเป็นกระดาษกรอง หรือเป็นเม็ดยา หรือเจาะหลุมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ แล้วใส่ยาลงไป เพื่อให้ยาซึมจากบริเวณหนึ่งที่มีความเข้มข้นสูงไปสู่ที่ที่มีความเข้มข้นต่ำ อ่านผลการทดสอบโดยดูบริเวณที่เชื้อถูกยับยั้งการเจริญ (clear zone หรือ inhibition zone) วิธีนี้ไม่สามารถอ่านผลเป็นค่าความเข้มข้นของยาโดยตรงได้ แต่ก็เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากทำได้ง่าย ใช้เวลาน้อยและวิธีที่นิยมทดสอบมากที่สุดคือแบบที่ใช้แผ่นกระดาษกรอง (disc diffusion method) (ธีรวุฒิ และรัชนี, 2550)

2.8 การศึกษาการใช้สารสกัดจากธรรมชาติในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคทางอาหาร

กนกรัชต์ และคณะ (2555) งานวิจัยในครั้งนี้ศึกษาคุณสมบัติการยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากส่วน ก้าน ใบ ดอก เกสร ของบัวเผื่อน โดยศึกษาจากแบคทีเรียทั้ง 9 ชนิดแบ่งออกเป็นแบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่ *B. cereus*, *S. aureus* 980, *S. aureus* ATCC 25923 และแบคทีเรียแกรมลบได้แก่ *Salmonella typhi, E. coli, Pectobacterium carotovorum, Ps. aeruginosa, Shigella dysenteriae, Serratia marcescens* จากผลการศึกษาพบว่าส่วนของเกสร ใบ ดอก และก้านบัวเผื่อน สามารถยับยั้งแบคทีเรีย *B. cereus* และแบคทีเรียที่มีความต้านทานต่อสารสกัดเกสร ใบ ดอก และก้านบัวเผื่อน ส่วนใหญ่คือ *E. coli* ซึ่งผลสารสกัดจาก เกสร และใบบัวเผื่อน สามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบและแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่า สารสกัดจากดอกและก้านบัวเผื่อน

วัชรินทร์ และคณะ (2559) ทำการศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรไทย 10 ชนิด ได้แก่ ขมิ้นชัน ชุมเห็ดเทศ จันทน์แดง จันทน์แปดกลีบ ฝาง พริกไทยดำ ฟ้าทะลายโจร ยี่หร่า สมอไทย และอบเชย โดยใช้ตัวทำละลายเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวสกัด ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* ATCC 25923, *B. cereus* และ *E. coli* ATCC 25922 โดยวิธี agar well diffusion พบว่า สารสกัดสมุนไพรไทยทุกชนิดยับยั้ง *S. aureus* ATCC 25923 ได้ สารสกัดสมุนไพรไทย 7 ชนิด ยับยั้ง *B. cereus* ได้ สารสกัดสมุนไพรไทย 5 ชนิดยับยั้งเชื้อได้ทุกชนิด โดยสารสกัดจากฝาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิดได้ดีที่สุด เมื่อทดสอบหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการเจริญเติบโต (MIC) และค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ฆ่าเชื้อได้ (MBC) โดยวิธี broth dilution พบว่าฝางมีค่า MIC เท่ากับ MBC ต่อเชื้อ *S. aureus* ATCC 25923, *B. cereus* และ *E. coli* ATCC 25922 ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาฤทธิ์ต้านจุลชีพและประเมินทางเภสัชวิทยาของฝางต่อไป

สิทธิเดช (2551) ทำการศึกษาผลของสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง และผลหนามแดงสด ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* และ *E. coli* และศึกษากลุ่มของสารสกัดที่สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียนี้ได้ โดยใช้ตัวทำละลาย คือเมทานอลผสมกับน้ำกลั่น พบว่าสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้มากที่สุดทั้ง *S. aureus* และ *E. coli* รองลงมาคือสารสกัดจากผลหนามแดงสด และดอกกระเจี๊ยบแดงสด ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย พบว่าดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อ *E. coli* คือ 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผลหนามแดงสดคือ 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ ดอกกระเจี๊ยบแดงสดคือ 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ของดอกกระเจี๊ยบแดงแห้งคือ 5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ผลหนามแดงสดคือ 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และดอกกระเจี๊ยบแดงสดคือ 40 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำสารสกัดทั้งสาม มาทำการศึกษาหากลุ่มของสารสกัดที่อยู่ในดอกกระเจี๊ยบแดงทั้งแห้งและสด พบว่าไม่มีกลุ่มสาร anthraquinone ส่วนกลุ่มสารสกัดจากผลหนามแดงสด ไม่พบกลุ่มสาร cardenolides และ flavonoids

อัฐญาพร และ นฤมล (2554) ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพร 10 ชนิด ได้แก่ กลอย กระดังงา กุ่มบก เตย นางแย้ม บัวบก มะยม มะเนียงน้ำ หญ้าถอดปล้อง และ ฮ่อม ที่สกัดด้วยน้ำและเอทานอลมาทดสอบกับเชื้อก่อโรคบนผิวหนัง 6 ชนิด ได้แก่ *E. coli* O157:H7, *Propionibacterium acnes*, *Ps. aeruginosa, S. aureus,* Methicillin resistant *S. aureus* และ *S. epidermidis* โดยนำสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด โดยวิธี Agar disc diffusion และ broth dilution พบว่ามะยมให้ค่า MIC ต่ำสุดในการยับยั้ง การเจริญของ *E. coli* O157:H7 มะยม กลอย และมะเนียงน้ำให้ค่า MIC ต่ำสุด ในการยับยั้งการเจริญของ *P. acnes* ฮ่อมให้ค่า MIC ต่ำสุดในการยับยั้งการเจริญของ *Ps. aeruginosa, S. aureus* และ MRSA ฮ่อมและกระดังงาให้ค่า MIC ต่ำสุดในการยับยั้งการเจริญของ *S. epidermidis* จากการทดสอบความเป็นพิษต่อเซลล์เพาะเลี้ยง พบว่ามะเนียงน้ำมีความเป็นพิษสูงที่สุด รองมาคือบัวบก

Anusha และคณะ (2015) ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ จากสารสกัดดอกและใบของ *Hypericum mysorense* (Hypericaceae) ทำการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียและเชื้อราโดยใช้วิธี agar well diffusion และเทคนิค Poisoned ตามลำดับ พบว่าสารสกัดจากใบสามารถยับยั้งแบคทีเรียและราได้สูงกว่าเมื่อเทียบกับสารสกัดจากดอก และพบว่าสารสกัดสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้ดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ และสารสกัดจากใบสามารถยับยั้งเชื้อ *C. capsici* ได้สูง ในขณะที่สารสกัดจากดอกสามารถยับยั้งเชื้อ *B. sorokiniana* การทดสอบประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH พบว่าสารสกัดจากดอกมีการต้านอนุมูลอิสระได้ดีกว่าสารสกัดจากใบ และพบปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดจากดอกสูงกว่าสารสกัดจากใบเช่นกัน จึงสรุปได้ว่าประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gupta และคณะ (2011) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของดอกพวงชมพู (*Antigonon leptopus*) ที่มีความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคฝันผุ (*Micrococcus albus, S. aureus, Proteus vulgaris* และ *Ps. aerogenosa*) โดยใช้วิธี disc diffusion และในการสกัดดอกไม้จะใช้ ethanol และ chloroform เป็น solvent พบว่าการสกัดด้วย ethanol จะทำให้ได้ปริมาณและชนิดของสารสกัดมากกว่า และผลการทดลองพบว่าสารสกัดของดอกพวงชมพูมีฤทธิ์ยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคฟันผุได้

Kowti และคณะ (2010) ทำการทดสอบหาสารยับยั้งจุลินทรีย์จากสารสกัดดอกและใบของ *Spathodea campanulata* ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ใช้วิธีการ disk diffusion โดยมีเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ เช่น *Escherichia coli, Klebsiella pneumonia, Proteus vulgaris, Pseudomonas sps, Salmonella typhimurium, Bacillus subtilis, Staphylococcus aureus* และ *Vibrio cholera* หลังจากนั้นบ่มไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยจะพบบริเวณยั้บยั้งจุลินทรีย์ (clear zone) ซึ่งมียาปฏิชีวนะเจนต้ามัยซินและสเตปโตมัยซินเป็นตัวควบคุม (10 ไมโครกรัมต่อแผ่นดิส) จากการศึกษาพบว่าสารสกัดจากดอกมีฤทธิ์มากกว่าสารสกัดจากใบ และยังพบสารฟลาโวนอยด์และแทนนินที่อยู่ในสารสกัดจากดอกและสารสกัดจากใบที่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้

Mak และคณะ (2013) ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียและทำการวิเคราะห์สีและ FT-IR spectral ที่อยู่ในดอกไม้ในตระกูล hibiscus และ *Cassia* โดยทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH and ferric reducing antioxidant power (FRAP) ทำการวิเคราะห์ปริมาณ phenolic ทั้งหมดที่อยู่ในสารสกัดด้วยวิธีการ Folin–Ciocalteu และประเมินปริมาณสารแทนนิน และฟลาโวนอยด์ทั้งหมดเบื้องต้น ที่อยู่ในสารสกัดด้วยวิธีการ vanillin–HCl และ aluminum chloride ทำการวิเคราะห์ปริมาณฟลาโวนอยด์ และแอนโทไซยานิน ทั้งหมดที่อยู่ในสารสกัดด้วยวิธีการ spectrophotometric และทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียด้วยวิธีการ modified agar disk diffusion ทำการวิเคราะห์สีโดยใช้ colorimeter และทำการตรวจหาหมู่ฟังชั่นของสารประกอบโดยวิธี FTIR-spectrophotometer ซึ่งผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากดอกไม้ทั้งสองชนิดมีปริมาณสารประกอบที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในปริมาณสูง และขึ้นอยู่กับตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด จากการสกัด *Cassia* ด้วยเอทานอล พบว่าให้ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในปริมาณที่สูง อีกทั้งยังมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด ในขณะที่สารสกัดจาก hibiscus พบสาร แทนนิน และแอนโทไซยานิน ในปริมาณที่สูง และมี ferric reducing antioxidant power ในระดับสูง ส่วนฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียพบว่า hibiscus ที่สกัดด้วยเอทานอล สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อก่อโรคในอาหาร ได้แก่เชื้อ *Salmonella typhimurium* และ *Staphylococcus aureus* ในขณะที่สารสกัดจาก *Cassia* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Bacillus cereus* และ *Klebsiella pneumoniae* ได้ ส่วนสารสกัดจาก hibiscus พบว่ามีค่าสี chroma และ hue angle values ที่ต่ำ จากการเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเปกตรัมของดอกไม้ทั้งสองชนิดพบว่าดอกไม้ทั้งสองชนิดมี โพลีแซคคาไรด์ ซูเบอริน และไตรกลีเซอไรด์ เป็นส่วนประกอบ ผลการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้ประโยชน์จากดอกไม้ทั้งสองชนิดในการนำมาใช้เป็นสารกันบูดที่ได้มาจากธรรมชาติหรือนำมาใช้เป็นสีผสมอาหาร ในขณะเดียวกันก็สามารถนำมาพัฒนาเป็นอาหารที่มีสารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ (functional foods) ชนิดใหม่ได้

Nayan และคณะ (2011) ศึกษาฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียและรา ของสารสกัดจากดอกราชพฤกษ์ (*Cassia fistula* L.) โดยใช้วิธี agar disc diffution มีการทดลองสารสกัดที่ความเข้มข้น 5, 25, 50, 100 และ 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยทดสอบกับเชื้อแบคทีเรียแกรมลบและแกรมบวกที่ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ ได้แก่ *S. aureus, S. pyogenes, E. coli, Ps. aeruginosa* และรา *A. niger, A. clavatus, C. albicans* ผลการทดลองพบว่าสารสกัดนี้มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียและราได้ ดังนั้นดอกไม้ชนิดนี้จึงสามารถนำมาพัฒนาเป็นยาได้ภายในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

3.1.1.1 ดอกไม้กินได้ ที่นำมาทดลองได้แก่

1. ดอกแคขาว (*Sesbania grandiflora* L.)
2. ดอกมะรุม (*Moringa oleifera* Lam.)
3. ดอกเข็มแดง (*Ixora stricta* Roxb)
4. ดอกชมจันทร์ (*Ipomoea alba* L.)
5. ดอกพวงชมพู (*Antigonon leptopus*)

3.1.2 สารเคมีและอาหารเลี้ยงเชื้อ

3.1.2.1 สารเคมี

1. เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ (95% ethanol)
2. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ยี่ห้อ Sigma Aldrich
3. Butylated hydroxyl toluene (BHT) ยี่ห้อ Sigma Aldrich
4. Folin-Ciocalteu phenol reagent ยี่ห้อ VWR prolabo (hemicals)
5. Gallic acid monohydrate ยี่ห้อ Sigma Aldrich
6. Quercetin ยี่ห้อ Sigma Aldrich
7. โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride, NaCl) ยี่ห้อ Univar
8. โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate, Na_2CO_3) ยี่ห้อ Merck
9. อะลูมิเนียมคลอไรด์ ($AlCl_3 \cdot 6H_2O$) ยี่ห้อ Univar
10. โปแทสเซียม อะซีเตต ความเข้มข้น 1 โมลาร์ (1 M KCH_3COO) ยี่ห้อ Unilab

3.1.2.2 อาหารเลี้ยงเชื้อและยาปฏิชีวนะ

1. Nutrient agar (NA) ยี่ห้อ Himedia
2. Mueller Hinton agar (MHA) ยี่ห้อ Himedia
3. โพแทสเซียม ไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (Potassium dihydrogen phosphate, KH_2PO_4) ยี่ห้อ Carlo Erba
4. ยาปฏิชีวนะเจนตามัยซิน (Gentamicin) ยี่ห้อ T.P.Drug Laboratories

3.1.3 เชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการทดสอบ

3.1.3.1 แบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่

1. *Staphylococcus aureus* ATCC 25923
2. *Bacillus subtilis* ATCC 6633

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. *Bacillus cereus* TISTR 5040
4. *Listeria monocytogenes* DMST 17256

3.1.3.2 แบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่

1. *Escherichia coli* ATCC 25922
2. *Salmonella typhimurium* TISTR 1469

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. กระดาษกรอง whatman เบอร์ 5
2. แผ่นทดสอบ (paper disc) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร
3. ไมโครปิเปต (Micropipette)
4. ขวดสีชา
5. ไม้พันสำลี
6. อุปกรณ์เครื่องแก้ว
7. เครื่องชั่ง (balance) ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BSA224S-CW
8. ตู้อบลมร้อน (hot air oven) บริษัทกล้วยน้ำไทย
9. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) ยี่ห้อ Binder รุ่น BD 240
10. เครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน (Rotary Evaporator) ยี่ห้อ Heidolph
11. เครื่องเขย่า (shaker) ยี่ห้อ GALLENKAMP
12. ชุดกรองสุญญากาศ (vacuum funnel) ยี่ห้อ PALL Life Sciences ของบริษัท พี.อินเตอร์เทรด อิควิปเม้นท์ จำกัด
13. ตู้ปลอดเชื้อ (laminar air flow) MICROTECH ของบริษัท แล็บ ไมโคร จำกัด
14. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) ยี่ห้อ Hirayama รุ่น HVE – 50
15. Vortex mixer ยี่ห้อ Scientific Industries
16. Spectrophotometry ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น UV-1800
17. Microplate reader ยี่ห้อ BMG LABTECH รุ่น FLUOstar Omega

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การเตรียมวัตถุดิบ

นำตัวอย่างดอกมะรุม ดอกเข็มแดง ดอกพวงชมพู ดอกแคขาว ดอกชมจันทร์ มาล้างให้สะอาดจำนวน 2 ครั้ง ทำให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำไปอบแห้งโดยใช้เครื่อง Hot air oven ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน ยกเว้น ดอกแคขาว และดอกชมจันทร์ นำมาหั่นให้มีขนาดเท่ากับ 1 เซนติเมตร × 1 เซนติเมตร ก่อนที่จะนำไปอบแห้ง นำตัวอย่างดอกไม้ที่แห้งมาบดให้เป็นผงหยาบ และบรรจุใส่ในถุงพลาสติกปิดสนิท เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

3.3.2 การสกัดสารสกัดหยาบจากดอกไม้ ดัดแปลงจากวิธีการของ ณัชชาพร และคณะ (2559) ซึ่งมีวิธีการดังนี้

เตรียมผงดอกไม้จำนวน 20 กรัม ใส่ลงในฟลาสก์ จากนั้นเติมเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 300 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่อง shaker ที่ความเร็วรอบ 140 รอบ/นาที เป็นระยะเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

48 ชั่วโมง กรองส่วนใสเก็บไว้ และทำการสกัดซ้ำอีก 1 รอบ นำสารละลายที่ได้ทั้งหมดมากรองโดยใช้กระดาษกรอง whatman เบอร์ 5 นำส่วนใสที่กรองได้มาระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (rotary evaporator) ความเร็วรอบ 80 รอบ/นาที ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ความดัน 97 บรรยากาศ นำสารสกัดที่ได้ใส่ในขวดสีชาและนำไปใส่ในโถดูดความชื้น คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตของสารสกัด (% yield) และนำสารสกัดหยาบ (crude extract) เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ต่อไป

$$\text{เปอร์เซ็นต์ผลผลิตของสารสกัด} = \frac{\text{น้ำหนักของสารสกัดหยาบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักแห้งของตัวอย่างดอกไม้ (กรัม)}} \times 100$$

3.3.3 การศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดจากดอกไม้

3.3.3.1 การวิเคราะห์หาสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total phenolic content) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Kumar และคณะ (2008)

เตรียมสารสกัดหยาบจากดอกไม้ด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ความเข้มข้นเป็น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นนำสารสกัดจากดอกไม้ 0.1 มิลลิลิตร ผสมน้ำกลั่นปริมาตร 6 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง แล้วเติมสารละลาย Folin-Ciocalteu phenol reagent 0.5 มิลลิลิตร สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ (20% Na_2CO_3) 1.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ปรับปริมาตรสุดท้ายด้วยน้ำกลั่นจนครบ 10 มิลลิลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 760 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง spectrophotometer ทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้ง คำนวณหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) จากกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานกรดแกลลิกที่มีความเข้มข้นในช่วง 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ยในรูปมิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อสารสกัด 1 กรัม (น้ำหนักแห้ง) (mg GAE/g)

3.3.3.2 การวิเคราะห์หาปริมาณฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total Flavonoids Content) ด้วยวิธี colorimetric aluminum chloride โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Prommuak และคณะ (2008)

เตรียมสารสกัดหยาบจากดอกไม้ด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ให้ได้ความเข้มข้นเป็น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นนำสารสกัดจากดอกไม้ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ผสมเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ลงไป 1.5 มิลลิลิตร และเติมสารละลายอะลูมิเนียมคลอไรด์ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ (10% $AlCl_3{\cdot}6H_2O$) ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วเติมโปแทสเซียมอะซีเตตความเข้มข้น 1 โมลาร์ (1 M KCH_3COO) 0.1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 5 มิลลิลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในสารสกัดโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐานเคอร์ซิตินที่มีความเข้มข้นในช่วง 0.05, 0.10, 0.15 และ 0.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด (mg of quercetin equivalent / g extract)

3.3.3.3 การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay โดยดัดแปลงจากวิธีการของ สุธิรา และประสบอร (2559)

นำสารสกัดดอกไม้มาละลายด้วยเอทานอลให้มีความเข้มข้นในช่วง 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.0, 12.5 และ 15.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ทำการเติมสารที่ต้องการทดสอบหลุมละ 20 ไมโครลิตร ทดสอบด้วยสารละลาย DPPH (0.2 มิลลิโมลาร์ DPPH ในแอปโซลูทเอทานอล) ปริมาตร 180 ไมโครลิตร นำมาใส่ใน 96-well plate ตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยเครื่อง Microplate reader ทำการทดสอบตัวอย่างละ 3 ครั้ง เปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดกับสารละลายมาตรฐาน BHT นำค่าที่ได้มาคำนวณค่า % inhibition ดังนี้

$$\% \text{ inhibition} = \left[\frac{A_{control} - A_{sample}}{A_{control}} \right] \times 100$$

เมื่อ $A_{control}$ คือ absorbance ของ DPPH ที่ไม่ผสมสารสกัดหรือสารมาตรฐาน BHT

A_{sample} คือ absorbance ของ DPPH ผสมสารสกัดหรือสารมาตรฐาน BHT

จากนั้นคำนวณหาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในรูปของ IC_{50} จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง % inhibition กับความเข้มข้นของสารสกัดดอกไม้

3.3.4 การทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ด้วยวิธี Agar disc diffusion โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Benkeblia (2004) ซึ่งมีวิธีการดังนี้

3.3.4.1 การเตรียมเชื้อแบคทีเรียทดสอบ

ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียทดสอบ ได้แก่ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Salmonella typhimurium* TISTR 1469, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Bacillus cereus* TISTR 5040, *Listeria monocytogenes* DMST 17256, *Escherichia coli* ATCC 25922, ในอาหารผิวเอียง Nutrient agar (NA) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 - 18 ชั่วโมง

3.3.4.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน 0.5 McFarland (Dalynn, 2014)

ทำการผสมสารละลาย $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ ความเข้มข้น 1.175 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 0.05 มิลลิลิตร และ H_2SO_4 ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 9.95 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จะได้สารละลายมาตรฐาน 0.5 McFarland ซึ่งเมื่อนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร จะได้เท่ากับ 0.08 - 0.10 สามารถเก็บไว้ในที่มืด ณ อุณหภูมิห้อง (ก่อนใช้เทียบความขุ่นต้องเขย่าให้เข้ากันทุกครั้ง)

3.3.4.3 การเตรียมสารละลายเชื้อแบคทีเรีย

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller Hinton Broth (MHB) ในหลอดทดสอบ 5 มิลลิลิตร ถ่ายเชื้อที่ทำการเพาะเลี้ยงในอาหาร NA ลงในหลอดทดสอบที่มีอาหาร MHB นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายของเชื้อแบคทีเรียที่ได้มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการเพาะเลี้ยงลงในอาหาร MHB ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปรับความขุ่นของสารละลายเชื้อที่ได้ด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.85 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำไปเทียบกับสารละลายมาตรฐาน Mac Farland เบอร์ 0.5 จะได้เชื้อเริ่มต้นประมาณ 1×10^8 CFU/ml

3.3.4.4 การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย

ใช้ไม้พันสำลีที่ฆ่าเชื้อแล้วชุบสารละลายของเชื้อแบคทีเรียที่เตรียมไว้ จากนั้น swab บนอาหาร Mueller Hinton agar (MHA) ให้ทั่ว จากนั้นใช้ไมโครปิเปตดูดสารละลายของสารสกัดหยาบ (crude extract) ที่ระดับความเข้มข้นในช่วง 300, 400, 500 และ 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 20 ไมโครลิตร หยดลงบนแผ่นทดสอบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วทิ้งไว้ให้แห้ง จากนั้นใช้คีมคีบที่ปราศจากเชื้อคีบแผ่นทดสอบวางลงบนอาหาร MHA ที่มีเชื้อทดสอบกระจายอย่างสม่ำเสมอ ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกผลโดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งของฤทธิ์สารสกัดจากดอกไม้ที่เกิดขึ้น คือ บริเวณส่วนใสรอบแผ่นทดสอบ (clear zone) โดยรวมความกว้างของแผ่นกระดาษกรองด้วย วัดขนาดเป็นมิลลิเมตร โดยใช้ยาปฏิชีวนะเจนตามัยซิน (Gentamicin) เป็นตัวควบคุมเชิงบวก และใช้เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวควบคุมเชิงลบ

3.3.5 การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดลอง 3 ครั้งๆละ 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) และวิเคราะห์ความแตกต่างของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง ด้วยวิธี Duncan multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS Version 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของดอกไม้ที่กินได้ โดยทำการสกัดดอกไม้ที่กินได้ด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ ดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มาหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Content) ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total Flavonoids Content) และทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH free radical scavenging รวมทั้งทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคทางอาหาร ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 ปริมาณผลได้ของสารสกัดหยาบด้วยเอทานอลของดอกไม้ที่กินได้

จากการสกัดดอกไม้ที่กินได้ทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม ด้วยตัวทำละลายเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสารสกัดที่ได้จากดอกแคมีเปอร์เซ็นต์ผลได้สูงที่สุด คือ 38.22 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือสารสกัดจากดอกพวงชมพู ดอกชมจันทร์ ดอกมะรุม และดอกเข็ม คือ 16.82 , 12.63 , 10.21 และ 7.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4.1) ในการใช้ตัวทำละลายเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นสารที่มีความเป็นขั้วสูงเป็นตัวทำละลายนั้น ส่งผลให้สารสกัดที่ได้มีทั้งสารที่มีขั้วและไม่มีขั้วรวมอยู่ในสารสกัด จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าได้เปอร์เซ็นต์ผลได้ของสารสกัดดอกไม้กินได้แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากพื้นที่ผิวในการสัมผัสตัวทำละลายของดอกไม้กินได้แต่ละชนิดไม่เท่ากัน ซึ่งดอกไม้กินได้ที่นำมาสกัดจะมีลักษณะแตกต่างกันไป คือมีทั้งชนิดที่เป็นดอกขนาดเล็กและดอกขนาดใหญ่ ดังนั้นดอกไม้กินได้ชนิดที่เป็นดอกขนาดใหญ่ได้ทำการลดขนาดจึงมีพื้นที่ผิวในการสัมผัสตัวทำละลายมากกว่าชนิดที่เป็นดอกขนาดเล็กที่ไม่ได้ทำการลดขนาด จึงส่งผลให้ได้เปอร์เซ็นต์ผลได้ของสารสกัดมากกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของธีรวุฒิ และ รัชนี (2550) ได้กล่าวว่าการสกัดเบื้องต้นด้วยตัวทำละลายเอทานอลของสมุนไพร 5 วงศ์ จำนวน 25 ชนิด พบว่าสารสกัดปริมาณที่ได้แตกต่างกันไปและสมุนไพรบริเวณดอกและก้านที่ทำการลดขนาดมีเปอร์เซ็นต์ผลได้ที่มากกว่าสมุนไพรบริเวณลำต้น นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปริมาณของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เป็นองค์ประกอบในดอกไม้แต่ละชนิด ที่สามารถละลายออกมาในตัวทำละลายเอทานอล ที่ใช้ในการสกัดที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลทำให้ปริมาณของสารสกัดที่ได้ของดอกไม้แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์ผลได้ และคุณลักษณะของสารสกัดหยาบของดอกไม้ที่กินได้ทั้ง 5 ชนิด

ตัวอย่างดอกไม้	ผลได้ (เปอร์เซ็นต์)	คุณลักษณะของสารสกัดหยาบ
ดอกเข็มแดง	7.64^{e} ± 0.21	มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว มีสีแดงเข้ม
ดอกแค	38.22^{a} ± 1.57	มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว มีสีเขียวเหลือง
ดอกชมจันทร์	12.63^{c} ± 1.19	มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว มีสีเขียวแก่
ดอกพวงชมพู	16.82^{b} ± 0.69	มีลักษณะข้นหนืด มีสีม่วงแดง
ดอกมะรุม	10.21^{d} ± 0.27	มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว มีสีเขียวเหลือง

หมายเหตุ

a, b, c, d และ e คือ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Content)

สารประกอบกลุ่มฟีนอลิกเป็นสารกลุ่มที่สำคัญ ซึ่งมีสมบัติต้านออกซิเดชันพบในผักผลไม้ สมุนไพร และดอกไม้ นอกจากนี้สารประกอบฟีนอลิกยังมีหมู่ฟีนอลบนวงเบนซีน ซึ่งสามารถให้อิเล็กตรอนหรือไฮโดรเจนแก่อนุมูลอิสระ จึงช่วยต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ (พัชรี และคณะ, 2556)

จากการนำสารสกัดมาสกัดด้วยเอทานอลจากดอกไม้ที่กินได้ทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม มาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดที่ความเข้มข้นของสารสกัด 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วยวิธีโฟลิน-ไซโอแคลทู และใช้กรดแกลลิกเป็นสารมาตรฐาน โดยมีสมการเส้นตรง เท่ากับ $y = 1.1076x$ ($R^2 = 0.9988$) ในการหาปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกรวมของสารสกัดดอกไม้ โดยรายงานผลเป็น มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด ซึ่งผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากดอกพวงชมพูมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด เท่ากับ 1663.66 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด รองลงมาคือ สารสกัดจากดอกเข็มแดง ดอกชมจันทร์ ดอกมะรุม และดอกแค ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก เท่ากับ 1165.28 , 415.31 , 294.63 และ 99.01 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด ตามลำดับ และพบว่าสารสกัดจากดอกแคมีปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิกน้อยที่สุดคือ 99.01 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด (ดังแสดงในตารางที่ 4.2) เมื่อนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดดอกพวงชมพู ดอกเข็มแดง ดอกชมจันทร์ ดอกมะรุม และดอกแค มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) (ดังแสดงในรูปที่ 4.1)

จากผลการทดลอง ดอกพวงชมพูและดอกเข็มแดง มีองค์ประกอบทางเคมีหลากหลายชนิด ได้แก่ สารกลุ่มฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และสารอื่นๆ ซึ่งสารเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นสารที่มีขั้วสูง จึงสามารถสกัดได้ด้วยตัวทำละลายที่มีขั้วสูง เช่น เมทานอล น้ำ เอทานอล เป็นต้น (โอภา และคณะ 2549) จากงานวิจัยของ Kaisoon และคณะ (2011) ได้รายงานถึงกลุ่มสารฟีนอลิกที่ละลายน้ำได้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดอกพวงชมพูพบว่ามีปริมาณฟีนอลิกรวม ประกอบด้วย กลุ่มกรดไฮโดรเบนโซอิกดังนี้ กรดแกลลิก กรดโปรโตแคตเตชู กรดพารา-ไฮโดรไซเบนโซอิก กรดวานิลิก และในกลุ่มกรดไฮโดรซินนามิก ดังนี้ กรดโครโรจีนิก กรดไซริงกิก กรดคาแฟอิก กรดพารา-โคมาริก กรดเฟอรูลิก กรดซินาพิก เป็นกลุ่มสารฟีนอลิกที่เป็น bound phenolic acids ชนิดสารที่พบคือ กรดแกลลิก กรดโปรโตแคตเตชูอิก กรดพารา-ไฮโดรไซเบนโซอิก กรดพารา-โคมาริก กรดเฟอรูลิก และกรดซินาพิก และมีรายงานการวิจัยในกลุ่มของดอกไม้กินได้ชนิดอื่น เช่น การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของบัวหลวงพบว่า กลีบดอกมีสารประกอบฟีนอลิก เท่ากับ 143.54 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด (สุรัตน์วดี และคณะ 2558) และดอกดาวเรืองมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกอยู่ในช่วง 105-510.5 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด (อรชร และกาญจนา 2558) ซึ่งจะเห็นได้ว่าดอกพวงชมพู และดอกเข็มแดงมีปริมาณฟีนอลิกสูงกว่างานวิจัยข้างต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mak และคณะ (2007) ที่ว่าดอกไม้กลุ่มที่มีสีแดง ส้ม มีสารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกสูงกว่ากลุ่มดอกไม้ที่มีสีอื่นๆ

ตารางที่ 4.2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากดอกไม้ที่กินได้ทั้ง 5 ชนิด

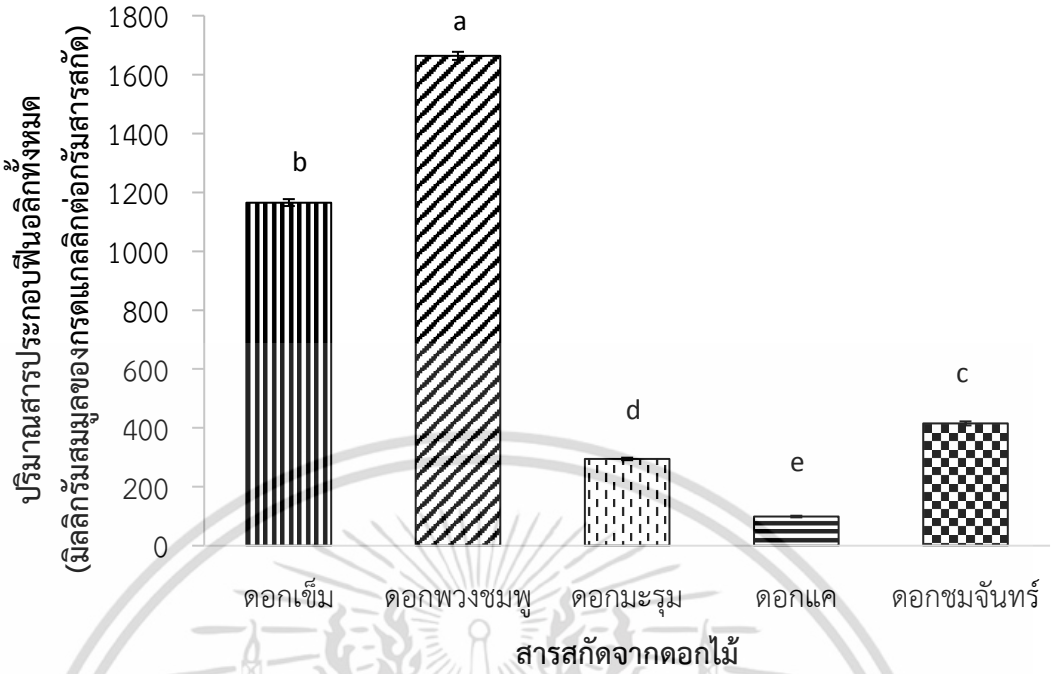
สารสกัดจากดอกไม้	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด)
ดอกเข็มแดง	$1165.28^{b} \pm 11.75$
ดอกแค	$99.01^{e} \pm 2.76$
ดอกชมจันทร์	$415.31^{c} \pm 6.82$
ดอกพวงชมพู	$1663.66^{a} \pm 13.67$
ดอกมะรุม	$294.63^{d} \pm 4.26$

หมายเหตุ

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

a, b, c, d และ e คือ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกของสารสกัดจากดอกเข็มแดง (▥) ดอกแค (▤) ดอกชมจันทร์ (▩) ดอกพวงชมพู (▨) และดอกมะรุม (▦)

หมายเหตุ

a, b, c, d และ e คือ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.3 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total Flavonoids Content)

ฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เป็นสารประกอบโพลีฟีนอลิก (Polyphenolic compound) พบมากในธรรมชาติโดยมักพบเป็นเม็ดสี (Pigment) ในส่วนต่าง ๆ ของพืชส่วนใหญ่เป็นเม็ดสีที่ละลายได้ในน้ำ ทำให้ดอกไม้มีสีสวยงาม (จุฑารัตน์, 2559)

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม โดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัดเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ด้วยวิธี Colorimetric aluminum chloride และใช้เคอร์ซิตินเป็นสารมาตรฐาน พบว่าสารสกัดจากดอกพวงชมพูมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงที่สุด คิดเป็น 235.58 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด รองลงมาคือ สารสกัดจากดอกชมจันทร์ ดอกมะรุม และดอกเข็ม ซึ่งมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด คือ 56.38 , 46.77 และ 43.36 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด ตามลำดับ ส่วนสารสกัดจากดอกแคมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดต่ำที่สุด คือ 13.10 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด (ดังแสดงในตารางที่ 4.3) และผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดดอกพวงชมพู ดอกชมจันทร์ ดอกมะรุม ดอกเข็มแดง และดอกแค มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ดังแสดงในรูปที่ 4.2)

จากงานวิจัยของ วิชาญ (2556) พบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่ละลายน้ำได้ในดอกพวงชมพู ปริมาณรวม 307.4 ± 45.3 ไมโครกรัมต่อหนึ่งกรัมน้ำหนักแห้ง ชนิดสารที่พบ คือ รูติน ไมริเซติน แคมป์เฟอรอล และเคอร์ซิติน แต่จะไม่พบ อปิเจนิน ส่วนสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ที่เป็น bound flavonoid acids มีปริมาณรวม 130.4 ± 4.7 ไมโครกรัมต่อหนึ่งกรัมน้ำหนักแห้ง ชนิดสารที่พบ คือ รูติน เคอร์ซิติน และอปิเจนิน จึงสอดคล้องกับการทดลองข้างต้น ที่พบว่าดอกพวงชมพูมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงที่สุด คิดเป็น 235.58 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัม ส่วนในดอกแค พบกลุ่มสารโพลีฟีนอลิก แทนนิน กลุ่มสารฟลาโวนอยด์อิสระเช่นกัน แต่ในงานวิจัยดังกล่าวใช้สารสกัด คือ ปิโตรเลียมอีเทอร์ และเมทานอล แตกต่างจากการทดลองครั้งนี้ที่ใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย ซึ่งคาดว่าการใช้สารสกัดต่างชนิดกันจะสามารถสกัดสารออกมาได้ปริมาณที่แตกต่างกัน นอกจากนี้มีงานวิจัยของ อรชรและกาญจนา (2558) ทำการศึกษาปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ในสารสกัดจากดอกดาวเรืองสด พบว่ามีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์อยู่ในช่วง 5 - 21.36 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมของสารสกัด และงานวิจัยของ สุธิราและประสบอร (2559) พบวา สารสกัดจากดอกถั่วแระและดอกสมปอยมีปริมาณ สารฟลาโวนอยดเทากับ 0.22 และ 0.98 มิลลิกรัมสมมูลของเคอรซิตินต่อกรัมของสารสกัด ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณของสารประกอบฟลาโวนอยด์ของตัวอย่างดอกไม้ที่นำมาทดลองมีปริมาณ 235.58 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด สูงกว่าดอกดาวเรือง ดอกถั่วแระ และดอกส้มป่อย

ตารางที่ 4.3 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดจากดอกไม้กินได้ทั้ง 5 ชนิด

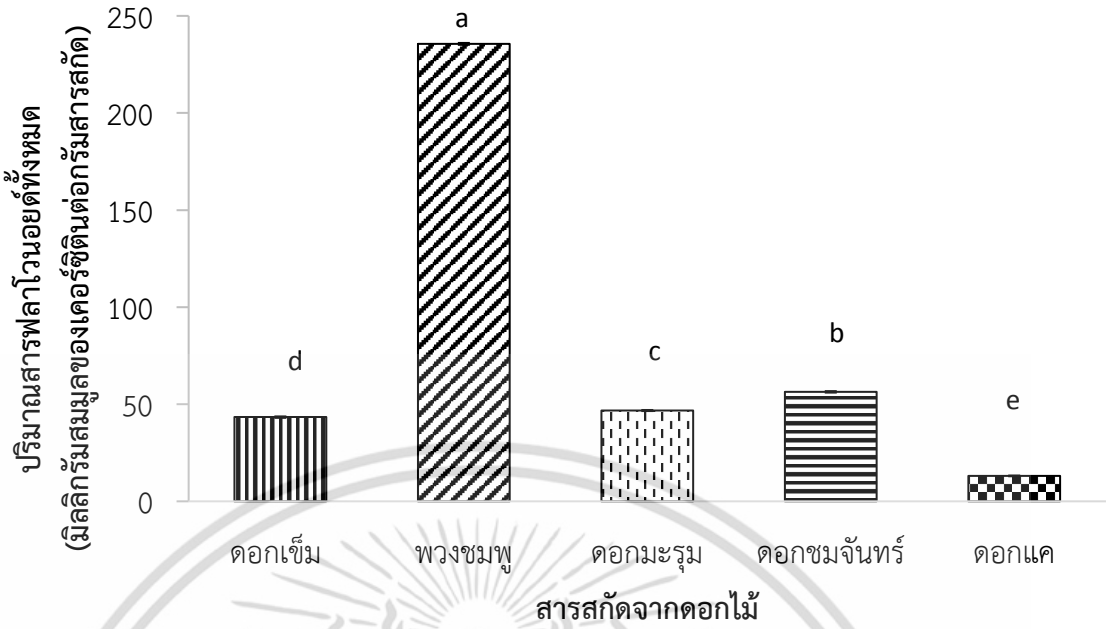
สารสกัดจากดอกไม้	ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด)
ดอกเข็มแดง	43.36^{d} ± 0.37
ดอกแค	13.10^{e} ± 0.19
ดอกชมจันทร์	56.38^{b} ± 0.38
ดอกพวงชมพู	235.58^{a} ± 0.49
ดอกมะรุม	46.77^{c} ± 0.27

หมายเหตุ

ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่ได้ แสดงในรูปของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

a, b, c, d และ e คือ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ของสารสกัดจากดอกเข็มแดง (▥) ดอกแค (▩) ดอกชมจันทร์ (▤) ดอกพวงชมพู (▨) และดอกมะรุม (▦) ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

หมายเหตุ

a, b, c, d และ e คือ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.4 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH free radical scavenging assay

การวิเคราะห์ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH free radical scavenging assay สามารถทดสอบได้โดย นำสาร 2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl (DPPH) ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระที่เสถียร โดยสารละลาย DPPH จะมีสีม่วง สามารถดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร เมื่อนำมาทำปฏิกิริยากับสารต้านอนุมูลอิสระ ในระยะเวลาที่กำหนด จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของสารละลายจากสีม่วงเป็นสีเหลือง และเมื่อนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร มีผลทำให้ค่าดูดกลืนแสงลดลง ซึ่งจะบ่งบอกถึงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสารต้านอนุมูลอิสระชนิดนั้น (จุฑารัตน์, 2559)

จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ ของสารสกัดจาก ดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม ด้วยวิธี DPPH โดยใช้ BHT เป็นสารมาตรฐาน พบว่าดอกไม้ดังกล่าวเหล่านี้มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่า เมื่อความเข้มข้นของสารสกัดเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ที่ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ดอกพวงชมพูและดอกเข็มแดง มีผลเปอร์เซ็นต์การออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 40.39 และ 38.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนดอกชมจันทร์ ดอกมะรุม และดอกแค มีเปอร์เซ็นต์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ค่อนข้างต่ำ เท่ากับ 20.61, 14.17, 14.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และพบว่า ความเข้มข้นที่ออกฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป จะใช้ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับดอกพวงชมพูและดอกเข็มแดง ส่วนในดอกชมจันทร์ ดอกมะรุม และดอกแค จะใช้ความเข้มข้นตั้งแต่ 2.5, 7.5 และ 10.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ จึงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป การที่สารสกัดของดอกเข็มแดงและดอกพวงชมพูสามารถออกฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้ดีที่สุด (ดังแสดงในรูปที่ 4.3) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากดอกเข็มแดง และดอกพวงชมพู เป็นดอกไม้ที่มีสีโทนแดง ซึ่งดอกไม้ในกลุ่มนี้มีสารพฤกษเคมี (phytochemical compounds) เช่น วิตามิน สารประกอบฟีนอลิก ฟลาโวนอยด์ และแอนโทไซยานิน เป็นต้น เป็นองค์ประกอบมากกว่าดอกไม้ที่มีสีอื่นๆ โดยสารเหล่านี้มีความสามารถในการต่อต้านอนุมูลอิสระได้ นอกจากนี้สารดังกล่าวยังช่วยในด้านความจำ และด้านการควบคุมจิตใจ โดยดอกไม้แต่ละชนิดจะมีคุณค่าทางอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระที่แตกต่างกันตามไปด้วย (อรสุรินทร์ และคณะ, 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

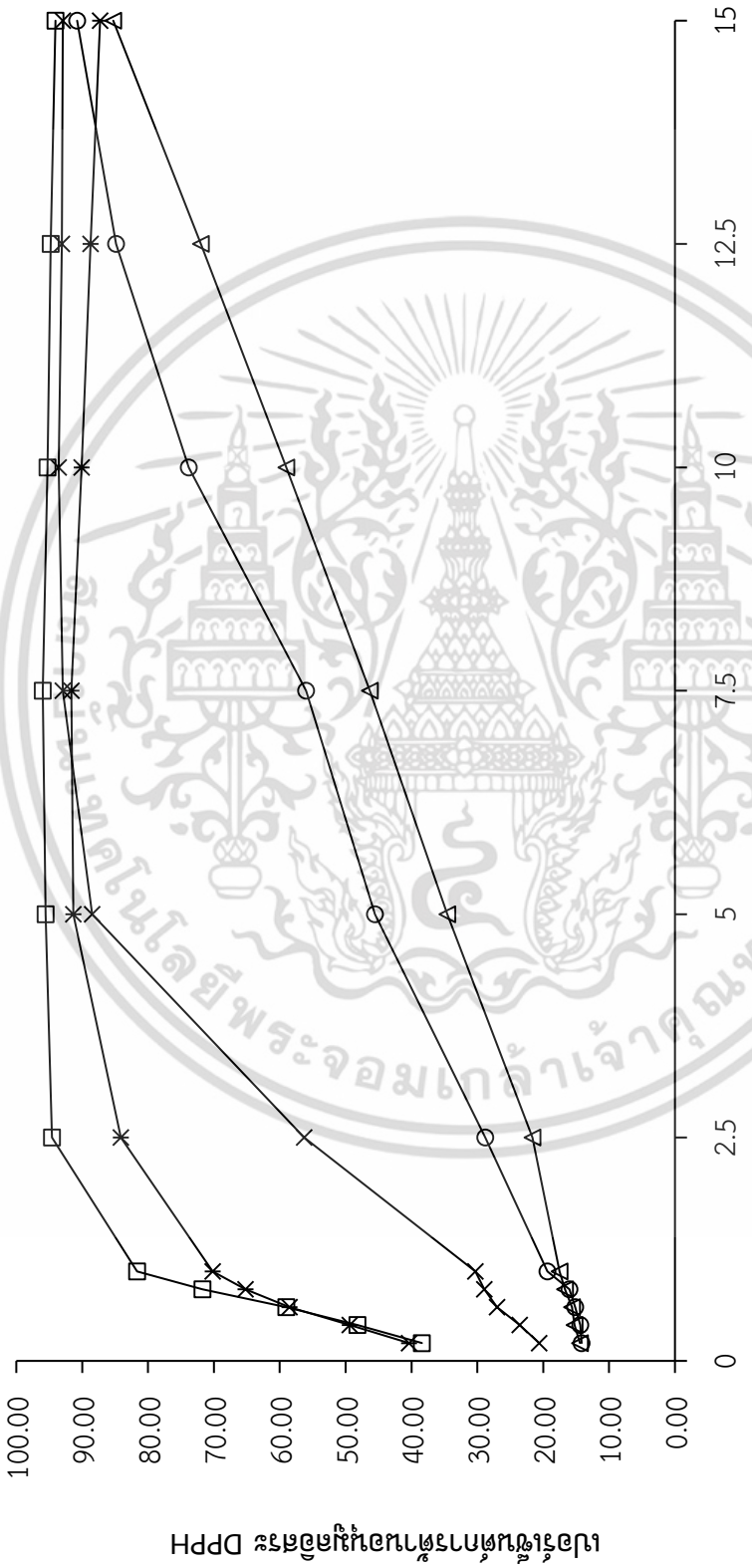
ตารางที่ 4.4 เปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดดอกไม้ที่กินได้ทั้ง 5 ชนิด ที่ความเข้มข้น 0.2-15.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้นของสารสกัด (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	เปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH				
	ดอกเข็มแดง	ดอกแค	ดอกชมจันทร์	ดอกพวงชมพู	ดอกมะรุม
0.2	$38.42^{b} \pm 0.28$	$14.43^{d} \pm 0.33$	$20.61^{c} \pm 0.30$	$40.39^{a} \pm 0.37$	$14.17^{d} \pm 0.21$
0.4	$48.21^{b} \pm 1.13$	$15.27^{d} \pm 0.21$	$23.36^{c} \pm 0.27$	$49.38^{a} \pm 0.28$	$14.38^{d} \pm 0.12$
0.6	$58.98^{a} \pm 0.37$	$15.66^{c} \pm 0.28$	$27.02^{b} \pm 0.48$	$58.51^{a} \pm 0.18$	$15.16^{c} \pm 0.31$
0.8	$71.75^{a} \pm 1.29$	$16.72^{d} \pm 0.12$	$28.94^{c} \pm 0.43$	$65.21^{b} \pm 0.51$	$16.02^{d} \pm 0.25$
1.0	$81.65^{a} \pm 0.47$	$17.50^{e} \pm 0.40$	$30.30^{c} \pm 0.63$	$70.20^{b} \pm 0.12$	$19.34^{d} \pm 0.78$
2.5	$94.57^{a} \pm 0.25$	$21.62^{e} \pm 0.39$	$56.31^{c} \pm 0.54$	$84.11^{b} \pm 0.47$	$28.82^{d} \pm 0.08$
5.0	$95.53^{a} \pm 0.09$	$34.58^{e} \pm 0.77$	$88.50^{c} \pm 0.59$	$91.35^{b} \pm 0.28$	$45.56^{d} \pm 0.36$
7.5	$95.98^{a} \pm 0.23$	$46.31^{e} \pm 1.06$	$92.96^{b} \pm 0.09$	$91.64^{c} \pm 0.05$	$56.00^{d} \pm 0.55$
10.0	$95.28^{a} \pm 0.27$	$59.01^{e} \pm 0.55$	$93.56^{b} \pm 0.40$	$90.05^{c} \pm 0.24$	$73.83^{d} \pm 0.51$
12.5	$94.78^{a} \pm 0.00$	$71.99^{e} \pm 1.98$	$93.07^{a} \pm 0.34$	$88.74^{b} \pm 0.09$	$84.87^{c} \pm 0.78$
15.0	$94.06^{a} \pm 0.12$	$85.28^{e} \pm 0.23$	$92.96^{b} \pm 0.17$	$87.28^{d} \pm 0.35$	$90.76^{c} \pm 0.98$

หมายเหตุ

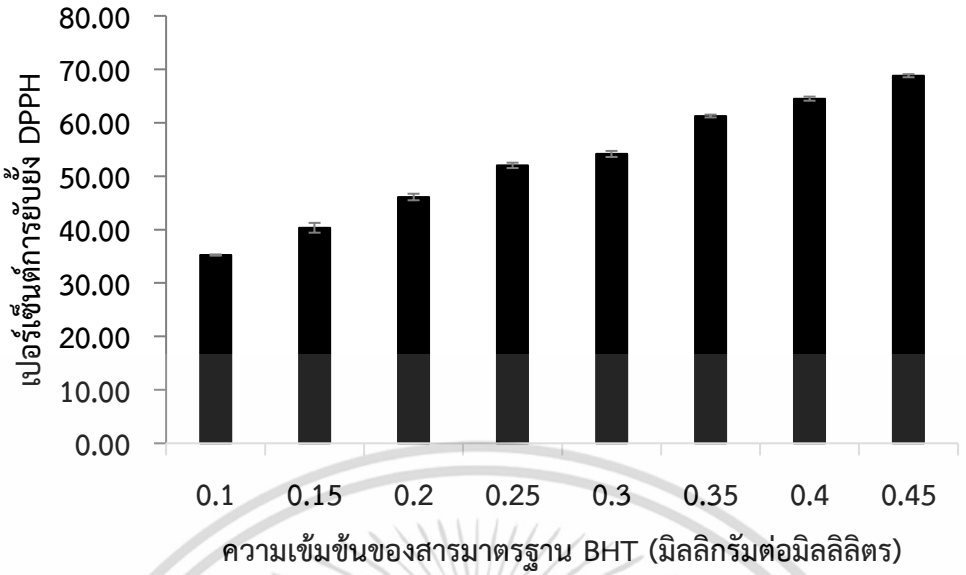
เปอร์เซ็นต์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH แต่ละค่าแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

a, b, c, d และ e ค่าเฉลี่ยในแนวนอนที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.3 ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดดอกเข็มแดง (—□—) ดอกแค (—△—) ดอกชมจันทร์ (— ✳ —) ดอกพวงชมพู (—✳—) ดอกมะรุม (—○—) ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.2-15.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารมาตรฐาน BHT

IC_{50} (Inhibition Concentration) หมายถึง ความเข้มข้นของสารสกัดที่สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ถ้าค่าที่คำนวณได้มีค่าน้อยแสดงว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระได้ดีกว่า

เมื่อทำการหาค่า IC_{50} ของสารสกัดดอกไม้ทั้ง 5 ชนิดและสารมาตรฐาน BHT พบว่า สารสกัดจากดอกเข็มแดงและดอกพวงชมพูมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.42 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งเป็นค่ารองลงมาจากค่า IC_{50} ของสารมาตรฐาน BHT ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนสารสกัดจากดอกชมจันทร์ ดอกมะรุม และดอกแค มีค่า IC_{50} สูง เท่ากับ 2.24, 6.11 และ 8.13 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากดอกไม้กินได้ทั้ง 5 ชนิด มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้น้อยกว่าสารมาตรฐาน BHT (ดังแสดงในตารางที่ 4.5)

มีรายงานของ ปิยศิริ (2551) พบว่า สารสกัดจากดอกดาหลาแสดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ได้ดีที่สุด โดยมีค่า IC_{50} ต่ำที่สุด คือ 3.02 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งจัดเป็นฤทธิ์ที่ดีเมื่อเทียบกับสารออกฤทธิ์มาตรฐาน คือ BHT ซึ่งให้ค่า IC_{50} เท่ากับ 2.76 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และจากงานวิจัยของ สุธิราและประสบอร (2559) ทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH assay พบว่า สารสกัดจากดอกถั่วแระและดอกส้มป่อยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.66 และ 0.94 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ โดยที่สารมาตรฐานวิตามินซีมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.07 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

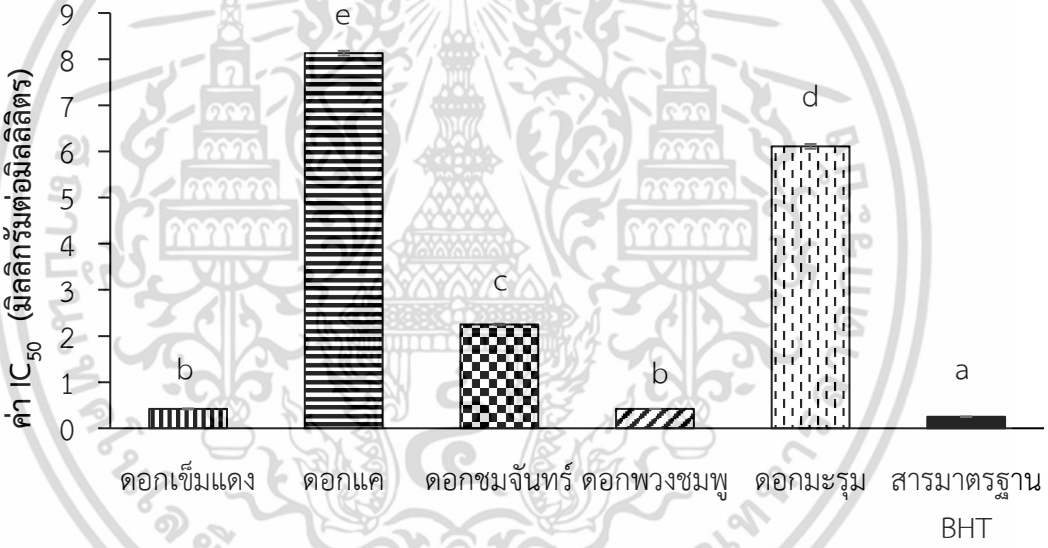
ตารางที่ 4.5 ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากดอกไม้กินได้

ตัวอย่าง	ค่า IC_{50} (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)
สารสกัดดอกเข็ม	0.42^{b} ± 0.010
สารสกัดดอกแค	8.13^{e} ± 0.051
สารสกัดดอกชมจันทร์	2.24^{c} ± 0.015
สารสกัดดอกพวงชมพู	0.42^{b} ± 0.000
สารสกัดดอกมะรุม	6.11^{d} ± 0.052
สารมาตรฐาน BHT	0.25^{a} ± 0.006

หมายเหตุ

ค่า IC_{50} แต่ละค่าแสดงในรูปของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

a, b, c, d และ e ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.5 ค่า IC_{50} ของสารสกัดจากดอกเข็มแดง (▥) ดอกแค (▤) ดอกชมจันทร์ (▩) ดอกพวงชมพู (▨) ดอกมะรุม (▦) และสารมาตรฐาน BHT (■)

หมายเหตุ

a, b, c, d และ e ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และวิเคราะห์ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH พบว่าสารสกัดของดอกพวงชมพูมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ทั้งหมดมากที่สุด ส่วนในสารสกัดดอกเข็มแดงและดอกพวงชมพูมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ดีที่สุด โดยทั้งสารสกัดดอกเข็มแดงและดอกพวงชมพูมีค่าใกล้เคียงกัน

จากการศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากดอกไม้ พบว่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดแปรผันตรงกับปริมาณสารประกอบ ฟีนอลิก เช่น สารสกัดจากดอกเข็มแดง ดอกพวงชมพู มีปริมาณฟีนอลิกเท่ากับ 1165.28 และ 1663.66 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด และทั้งสองมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.42 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ กันญารัตน์ (2550) และ พัชรี (2550) และยังสอดคล้องกับระวิวรรณ และทรงพร (2549) Kim และ Chung (2002) ที่เกี่ยวกับกลไกในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เกิดจากการให้หรือรับอิเล็กตรอนแก่อนุมูลอิสระ DPPH ของสารจำพวกฟีนอล ซึ่งจะได้เป็นสาร DPPH ที่ไม่เป็นอนุมูลอิสระอีกต่อไป ส่วน phenoxy radical ที่เกิดขึ้นจะจับกันเอง ทำให้เกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ของการเกิดอนุมูลอิสระหยุดลง (ระวิวรรณ และทรงพร, 2549)

ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์กับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัด พบว่า ไม่มีความสอดคล้องกัน โดยสารสกัดดอกพวงชมพู มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์สูงสุด เท่ากับ 235.58 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.42 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนสารสกัดดอกเข็มแดง มีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ เท่ากับ 43.36 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด แต่มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.42 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์น้อยกว่าดอกพวงชมพู แต่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระไม่แตกต่างกัน

4.5 ฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคทางอาหาร

การทดสอบความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากดอกไม้ที่กินได้ ทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม โดยทดสอบการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ 6 ชนิด ได้แก่ *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Bacillus cereus* TISTR 5040, *Salmonella typhimurium* TISTR 1469, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922 และ *Listeria monocytogenes* DMST 17256 ด้วยวิธี Agar disc diffusion พบว่าสารสกัดจากดอกพวงชมพูสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ทดสอบได้ทุกชนิด โดยที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีฤทธิ์ยับยั้ง *Listeria monocytogenes* DMST 17256 ได้สูงที่สุดคือ 16.41 มิลลิเมตร รองลงมาคือ *Bacillus subtilis* ATCC 6633 มีเส้นผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง 15.33 มิลลิเมตร ส่วนสารสกัดจากดอกแคและดอกมะรุม พบว่าไม่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ทดสอบทุกความเข้มข้นของสารสกัด ดังแสดงในตารางที่ 4.6

เมื่อนำสารสกัดหยาบของดอกไม้กินได้แต่ละชนิด มาทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพพบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแต่ละชนิดแตกต่างกัน เมื่อดูจากเส้นผ่านศูนย์กลางของโซนใสโดยรอบ จะเห็นได้ว่าแบคทีเรียแกรมบวกได้แก่ *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Bacillus cereus* TISTR 5040, *Listeria monocytogenes* DMST 17256 และ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 มีความไวต่อสารสกัดที่ใช้ทดสอบ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกประกอบด้วย peptidoglycan ซึ่งไม่มีคุณสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่าน ทำให้สารสามารถผ่านเข้าออกเซลล์ได้อย่างอิสระ แตกต่างจากแบคทีเรียแกรมลบได้แก่ *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 และ *Escherichia coli* ATCC 25922 ที่มีผนังเซลล์เป็น phospholipid membrane ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นเยื่อเลือกผ่าน (Negi และ Jayaprakasha, 2011) และมีผนังเซลล์ชั้นนอก (outer membrane) ซึ่งเป็นสารประกอบในกลุ่ม lipopolysaccharide จึงทำให้ผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบแข็งแกร่งกว่าแบคทีเรียแกรมบวก (Quattara และคณะ, 1997) จึงมีผลในการต้านทานสารสกัดที่ใช้ทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ของสารสกัดจากดอกไม้กินได้

สารสกัดดอกไม้	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)					
		B. subtilis ATCC 6633	*B. cereus* TISTR 5040	*S. typhimurium* TISTR 1469	*S. aureus* ATCC 25923	*E. coli* ATCC 25922	*L. monocytogenes* DMST 17256
ดอกเข็มแดง	300	7.54 ± 0.27	7.51 ± 0.11	-	7.41 ± 0.25	-	8.76 ± 0.12
	400	9.13 ± 0.16	9.31 ± 0.17	-	8.30 ± 0.32	-	10.65 ± 0.14
	500	10.62 ± 0.06	10.40 ± 0.28	-	10.26 ± 0.95	-	11.21 ± 0.13
	600	11.44 ± 0.58	12.35 ± 0.26	-	11.25 ± 0.13	-	12.64 ± 0.09
ดอกชมจันทร์	300	-	7.10 ± 0.10	-	7.43 ± 0.42	-	8.31 ± 0.16
	400	-	7.78 ± 0.23	-	8.79 ± 0.24	-	9.39 ± 0.38
	500	7.82 ± 0.11	8.33 ± 0.06	-	9.79 ± 0.07	-	10.08 ± 0.04
	600	8.59 ± 0.26	8.68 ± 0.10	-	10.48 ± 0.07	-	10.65 ± 0.25
ดอกพวงชมพู	300	8.76 ± 0.17	10.26 ± 0.03	8.70 ± 0.21	8.79 ± 0.20	-	10.25 ± 0.18
	400	9.92 ± 0.17	12.54 ± 0.38	10.51 ± 0.30	10.17 ± 0.04	-	11.30 ± 0.19
	500	13.62 ± 0.25	13.39 ± 0.28	13.62 ± 0.27	11.78 ± 0.17	10.23 ± 0.24	13.93 ± 0.17
	600	15.33 ± 0.26	14.68 ± 0.21	14.38 ± 0.23	14.33 ± 0.23	11.31 ± 0.06	16.41 ± 0.14
ดอกแค	300	-	-	-	-	-	-
	400	-	-	-	-	-	-
	500	-	-	-	-	-	-
	600	-	-	-	-	-	-
ดอกมะรุม	300	-	-	-	-	-	-
	400	-	-	-	-	-	-
	500	-	-	-	-	-	-
	600	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ

เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง แสดงค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (n=3)

4.5.1 ผลของสารสกัดจากดอกไม้ต่อการยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis* ATCC 6633

เมื่อพิจารณาความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ของสารสกัดดอกไม้ทั้ง 5 ชนิด พบว่าสารสกัดจากดอกเข็มแดง และดอกพวงชมพู สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ตั้งแต่ความเข้มข้น 300 ถึง 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งของดอกเข็มแดง คือ 7.54, 9.13, 10.62 และ 11.44 มิลลิเมตร ดอกพวงชมพู คือ 8.76, 9.92, 13.62 และ 15.33 มิลลิเมตร โดยสารสกัดดอกชมจันทร์มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ได้ตั้งแต่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง คือ 7.82 และ 8.59 มิลลิเมตรส่วนสารสกัดจากดอกแคและดอกมะรุม ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ได้ทุกความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบ (ตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.6)

เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ของสารสกัดจากดอกไม้ทุกความเข้มข้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบนี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากดอกพวงชมพูสามารถยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ได้ดีที่สุด จากงานวิจัยของ วิชาญ (2556) พบว่าสารสกัดด้วยเอทานอลของดอกพวงชมพูมีคุณสมบัติของสารออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ได้ดีกว่าสารสกัดคลอโรฟอร์ม ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการทดลองข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ของสารสกัดดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่างๆ

สารสกัดดอกไม้กินได้	เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)			
	300 มก./มล.	400 มก./มล.	500 มก./มล.	600 มก./มล.
ดอกเข็ม	7.54^{b} ± 0.27	9.13^{b} ± 0.16	10.62^{b} ± 0.06	11.44^{b} ± 0.58
ดอกแค	-	-	-	-
ดอกชมจันทร์	-	-	7.82^{c} ± 0.11	8.59^{c} ± 0.26
ดอกพวงชมพู	8.76^{a} ± 0.17	9.92^{a} ± 0.17	13.62^{a} ± 0.25	15.33^{a} ± 0.26
ดอกมะรุม	-	-	-	-

หมายเหตุ

เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (n=3)

a, b และ c ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis* ATCC 6633 ของสารสกัดดอกไม้ที่ความเข้มข้น 600 (ก.), 500 (ข.), 400 (ค.) และ 300 (ง.) มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 ผลของสารสกัดจากดอกไม้ต่อการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* TISTR 5040

ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* TISTR 5040 พบว่าสารสกัดจากดอกเข็มแดง ดอกชมจันทร์ และดอกพวงชมพู มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* TISTR 5040 ได้ตั้งแต่ความเข้มข้น 300 ถึง 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งของดอกเข็มแดง คือ 7.51, 9.31, 10.40 และ 12.35 มิลลิเมตร ดอกพวงชมพู คือ 10.26, 12.54, 13.39 และ 14.68 มิลลิเมตร ส่วนสารสกัดจากดอกแคและมะรุม ไม่สามารถยับยั้งเชื้อได้ทุกความเข้มข้น (ตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.7) จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าสารสกัดจากดอกพวงชมพูมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* TISTR 5040 ได้ดีที่สุด รองลงมาคือสารสกัดจากดอกเข็มแดงและดอกชมจันทร์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus cereus* TISTR 5040 มีความสามารถในการทนทานต่อการถูกยับยั้งการเจริญด้วยสารสกัดหยาบที่ค่อนข้างน้อยอาจเป็นเพราะความแตกต่างของโครงสร้างผนังเซลล์ ไม่มีการสร้างแคปซูล เพื่อป้องกันเซลล์ จึงทำให้สารสกัดหยาบสามารถเข้ายับยั้งการเจริญได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* TISTR 5040 ของสารสกัดดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่างๆ

สารสกัดดอกไม้กินได้	เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)			
	300 มก./มล.	400 มก./มล.	500 มก./มล.	600 มก./มล.
ดอกเข็ม	$7.51^{b} \pm 0.11$	$9.31^{b} \pm 0.17$	$10.40^{b} \pm 0.28$	$12.35^{b} \pm 0.26$
ดอกแค	-	-	-	-
ดอกชมจันทร์	$7.10^{c} \pm 0.10$	$7.78^{c} \pm 0.23$	$8.33^{c} \pm 0.06$	$8.68^{c} \pm 0.10$
ดอกพวงชมพู	$10.26^{a} \pm 0.03$	$12.54^{a} \pm 0.38$	$13.39^{a} \pm 0.28$	$14.68^{a} \pm 0.21$
ดอกมะรุม	-	-	-	-

หมายเหตุ

เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (n=3)

a, b และ c ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus* TISTR 5040 ของสารสกัดดอกไม้ที่ความเข้มข้น 600 (ก.), 500 (ข.), 400 (ค.) และ 300 (ง.) มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 ผลของสารสกัดจากดอกไม้ต่อการยับยั้งเชื้อ *Salmonella typhimurium* TISTR 1469

ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 พบว่ามีเพียงสารสกัดจากดอกพวงชมพูเท่านั้น ที่สามารถยับยั้งเชื้อ *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 ได้ทุกความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบ ในขณะที่สารสกัดชนิดอื่นไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 ได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.9 และรูปที่ 4.8

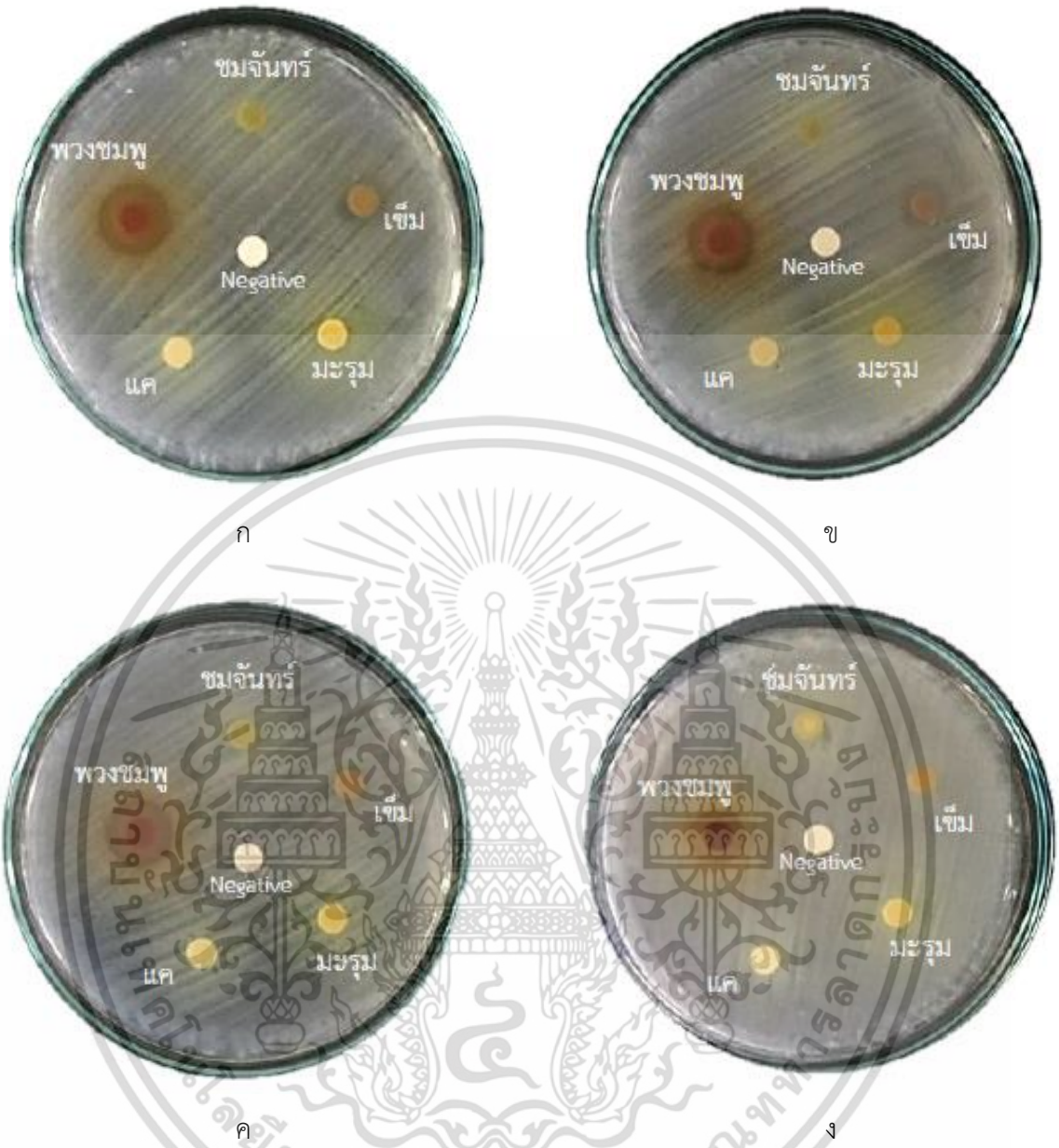
ตารางที่ 4.9 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 ของสารสกัดดอกไม้ ที่ความเข้มข้นต่างๆ

สารสกัดดอกไม้กินได้	เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)			
	300 มก./มล.	400 มก./มล.	500 มก./มล.	600 มก./มล.
ดอกเข็ม	-	-	-	-
ดอกแค	-	-	-	-
ดอกชมจันทร์	-	-	-	-
ดอกพวงชมพู	8.70 ± 0.21	10.51 ± 0.30	13.62 ± 0.27	14.38 ± 0.23
ดอกมะรุม	-	-	-	-

หมายเหตุ

เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (n=3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 ของสารสกัดดอกไม้ที่ความเข้มข้น 600 (ก.), 500 (ข.), 400 (ค.) และ 300 (ง.) มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4 ผลของสารสกัดจากดอกไม้ต่อการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

ผลการทดสอบความสามารถของสารสกัดในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 พบว่าสารสกัดจากดอกเข็มแดง ดอกชมจันทร์ และดอกพวงชมพู สามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ได้ทุกความเข้มข้นที่ใช้ทดสอบ โดยดอกพวงชมพูมีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งกว่างที่สุดอยาในช่วง 8.79-14.33 มิลลิเมตร ในขณะที่ดอกเข็มและดอกชมจันทร์พบว่า การยับยั้งอยู่ในช่วง 7.41-11.25 มิลลิเมตร ส่วนสารสกัดจากดอกแคและดอกมะรุมไม่สามารถยับยั้งเชื้อได้ทุกความเข้มข้น ดังแสดงในตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.9 จากงานวิจัยของ วิชาญ (2556) พบว่า สารสกัดด้วยเอทานอลของดอกพวงชมพูมีคุณสมบัติของสารออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้ดีกว่าสารสกัดคลอโรฟอร์ม

ตารางที่ 4.10 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ของสารสกัดดอกไม้ ที่ความเข้มข้นต่างๆ

สารสกัดดอกไม้กินได้	เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)			
	300 มก./มล.	400 มก./มล.	500 มก./มล.	600 มก./มล.
ดอกเข็ม	7.41^{b} ± 0.25	8.30^{c} ± 0.32	10.26^{b} ± 0.95	11.25^{b} ± 0.13
ดอกแค	-	-	-	-
ดอกชมจันทร์	7.43^{b} ± 0.42	8.79^{b} ± 0.24	9.79^{c} ± 0.07	10.48^{c} ± 0.17
ดอกพวงชมพู	8.79^{a} ± 0.20	10.17^{a} ± 0.04	11.78^{a} ± 0.17	14.33^{a} ± 0.23
ดอกมะรุม	-	-	-	-

หมายเหตุ

เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (n=3)

a, b และ c ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 ของสารสกัดดอกไม้ ที่ความเข้มข้น 600 (ก.), 500 (ข.), 400 (ค.) และ 300 (ง.) มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.5 ผลของสารสกัดจากดอกไม้ต่อการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* ATCC 25922

ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* ATCC 25922 พบว่ามีเพียงสารสกัดจากดอกพวงชมพูที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Escherichia coli* ATCC 25922 ได้ตั้งแต่ความเข้มข้น เท่ากับ 500 และ 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ขึ้นไป โดยมีความกว้างของเส้นผ่านศูนย์กลาง อยู่ในช่วง 10.23-11.31 มิลลิเมตร (ตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.10) ส่วนสารสกัดจากดอกอื่น ๆ ไม่ทำให้เกิดบริเวณยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Escherichia coli* ATCC 25922 ได้

ตารางที่ 4.11 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* ATCC 25922 ของสารสกัดดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่างๆ

สารสกัดดอกไม้กินได้	เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)			
	300 มก./มล.	400 มก./มล.	500 มก./มล.	600 มก./มล.
ดอกเข็ม	-	-	-	-
ดอกแค	-	-	-	-
ดอกชมจันทร์	-	-	-	-
ดอกพวงชมพู	-	-	10.23 ± 0.24	11.31 ± 0.06
ดอกมะรุม	-	-	-	-

หมายเหตุ

เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (n=3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก ข

รูปที่ 4.10 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* ATCC 25922 ของสารสกัดดอกไม้ที่ความเข้มข้น 600 (ก.) และ 500 (ข.) มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.6 ผลของสารสกัดจากดอกไม้ต่อการยับยั้งเชื้อ *Listeria monocytogenes* DMST 17256

ผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อ *Listeria monocytogenes* DMST 17256 ของสารสกัด พบว่า สารสกัดจากดอกพวงชมพู ดอกเข็มแดง และดอกชมจันทร์ สามารถยับยั้งเชื้อ *Listeria monocytogenes* DMST 17256 ได้ตั้งแต่ความเข้มข้น 300 ถึง 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งของดอกพวงชมพู คือ 10.25, 11.30, 13.93 และ 16.41 มิลลิเมตร ดอกเข็มแดง คือ 8.76, 10.68, 11.21 และ 12.64 มิลลิเมตร และดอกชมจันทร์ คือ 8.31, 9.39, 10.08 และ 10.65 มิลลิเมตร ส่วนสารสกัดจากดอกแคและมะรุม ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *Listeria monocytogenes* DMST 17256 ได้ทุกความเข้มข้นจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าสารสกัดจากดอกพวงชมพู มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Listeria monocytogenes* DMST 17256 ได้ดีที่สุด รองลงมาคือสารสกัดจากดอกเข็มแดงและดอกชมจันทร์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ดังแสดงในตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.11)

ตารางที่ 4.12 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *Listeria monocytogenes* DMST 17256 ของสารสกัดดอกไม้ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

สารสกัดดอกไม้กินได้	เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)			
	300 มก./มล.	400 มก./มล.	500 มก./มล.	600 มก./มล.
ดอกเข็ม	$8.76^{b} \pm 0.12$	$10.68^{b} \pm 0.14$	$11..21^{b} \pm 0.13$	$12.64^{b} \pm 0.09$
ดอกแค	-	-	-	-
ดอกชมจันทร์	$8.31^{c} \pm 0.16$	$9.39^{c} \pm 0.38$	$10.08^{c} \pm 0.04$	$10.65^{c} \pm 0.25$
ดอกพวงชมพู	$10.25^{a} \pm 0.18$	$11.30^{a} \pm 0.19$	$13.93^{a} \pm 0.17$	$16.41^{a} \pm 0.14$
ดอกมะรุม	-	-	-	-

หมายเหตุ

เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (n=3)

a, b และ c ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ เชื้อ *Listeria monocytogenes* DMST 17256 ของสารสกัดดอกไม้ ที่ความเข้มข้น 600 (ก.), 500 (ข.), 400 (ค.) และ 300 (ง.) มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองนำสารสกัดดอกพวงชมพู ดอกเข็มแดง ดอกชมจันทร์ ดอกมะรุม และดอกแค มาทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคทางอาหาร พบว่า ดอกพวงชมพูมีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียดีได้ที่สุด โดยสามารถยับยั้งเชื้อ *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Bacillus cereus* TISTR 5040, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Listeria monocytogenes* DMST 17256 และ *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 ได้ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 300, 400, 500 และ 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนเชื้อ *Escherichia coli* ATCC 25922 สามารถยับยั้งได้ที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่ดอกเข็มแดง สามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Bacillus cereus* TISTR 5040, *Listeria monocytogenes* DMST 17256 ได้ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 300, 400, 500 และ 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *Salmonella typhimurium* TISTR 1469 และ*Escherichia coli* ATCC 25922 ซึ่งอาจเป็นเพราะผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบ มีความแตกต่างกับผนังเซลล์แบคทีเรียแกรมบวก จึงทำให้สารสกัดจากดอกเข็มแดงไม่สามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการสกัดสารจากดอกไม้ทั้ง 5 ชนิด โดยใช้เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์เป็นตัวทำละลาย พบว่าสารสกัดหยาบจากดอกแคให้ปริมาณผลได้สูงที่สุด คือ 38.22 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือสารสกัดจากดอกพวงชมพู ดอกชมจันทร์ ดอกมะรุม และดอกเข็ม คือ 16.82, 12.63, 10.21 และ 7.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อนำสารสกัดหยาบที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Content) ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าสารสกัดหยาบที่ได้จากดอกพวงชมพูมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด เท่ากับ 1663.66 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด รองลงมา คือ สารสกัดจากดอกเข็มแดง ดอกชมจันทร์ ดอกมะรุม และดอกแค ซึ่งมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก เท่ากับ 1165.28, 415.31, 294.63 และ 99.01 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด ตามลำดับ และการวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดหยาบ ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่า สารสกัดจากดอกพวงชมพูมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดสูงที่สุด คิดเป็น 235.58 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด รองลงมาคือ สารสกัดจากดอกชมจันทร์ ดอกมะรุม ดอกเข็มและดอกแค ซึ่งมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด คือ 56.38, 46.77, 43.36 และ 13.10 มิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซิตินต่อกรัมสารสกัด ตามลำดับ

จากการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดหยาบจากดอกไม้ทั้ง 5 ชนิด พบว่าสารสกัดหยาบจากดอกเข็มแดงและดอกพวงชมพูให้ผลการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ดีกว่าสารสกัดจากดอกไม้ชนิดอื่นๆ โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.42 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ในขณะที่สารมาตรฐาน BHT มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดหยาบจากดอกไม้ พบว่าสารสกัดหยาบจากดอกพวงชมพูสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียทุกชนิดที่นำมาทดสอบ โดยมีบริเวณยับยั้งอยู่ในช่วง 8.70 – 16.41 มิลลิเมตร ส่วนสารสกัดจากดอกแคและดอกมะรุมไม่สามารถยับยั้งแบคทีเรียที่ทดสอบได้ทุกชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาองค์ประกอบของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในดอกไม้ที่ทำการทดลองทั้ง 5 ชนิดว่าประกอบไปด้วยสารอะไรบ้าง

2. ควรมีการศึกษาผลของชนิดตัวทำละลายที่มีความเป็นขั้วต่าง ๆ ที่ใช้ในการสกัดสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของดอกไม้กินได้ที่นำมาทดสอบ

3. ควรมีการศึกษาฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระของสารสกัดจากดอกไม้กินได้ ด้วยวิธีอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น ABTS (3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid), TBARS (Thiobarbituric acid reactive substances), FRAP (The ferric reducing ability of plasma assay) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กนกรัชต์ มานะจิตต์, กิ่งกาญจน เชวงภักดีเวทย์ และอรนิตา พืชมงคล. 2555. “การยับยั้งการเจริญการเติบโตของเชื้อแบคทีเรียจากสารสกัดบัวเผื่อน.” ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

กันญารัตน์ ภิรมยมั่น. 2550. “ฤทธิ์ตานออกซิเดชัน และปริมาณสารประกอบฟนอลรวมของสวนสกัดจากตนกระทือปาและวานริดสีดวง.” ปริญญานิพนธวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร, มหาวิทยาลัยบูรพา.

จิราพร ยุคลพานิชกิจ. 2549. “การศึกษาสมบัติยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย *Salmonella typhi*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* และ *Bacillus subtilis* ของสารสกัดของพืชไมหอม.” ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สายวิชาวิทยาศาสตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร.

จุฑารัตน์ ศรีประเสริฐ. 2559. “การทดสอบสารพฤกษเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของแคนา.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

เจนจิรา จิรัมย์ และประสงค์ สีหานาม. 2554. “อนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ: แหล่งที่มาและกลไกการเกิดปฏิกิริยา.” *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์.* 1(1) : 59-70.

ณัชชาพร ศรีทานันท์, แคทรียา สุขวรรณ และวราวุธ ธนะมูล. 2559. “การเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและศักยภาพของการต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากว่านผักปัง.” ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

ธีรวุฒิ หวังอำนวยพร และรัชนี ไสยประจง. 2550. **ความสามารถในการต้านจุลินทรีย์และต้านสารอนุมูลอิสระของพืชสมุนไพรไทยบางชนิด.** [Online] Available: http://eprints.utcc.ac.th/1805/2/1805abstract_thai.pdf สืบค้นวันที่ 25 ตุลาคม 2559.

บังอร วงศรักษ์ และศศิลักษณ์ ปยะสุวรรณ์. 2559. “ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผักพื้นบ้าน.” ปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล.

ปวีณา พันทอง. 2559. “การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี CUPRAC โดยใช้อุปกรณ์ตรวจวัดแบบกระดาษ.” ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ปิยศิริ สุนทรนนท์. 2551. “สารต้านอนุมูลอิสระในดอกดาหลา.” วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พสุธร อุ่นอมรมาศ และสรณะ สมโน. 2559. “การวิเคราะห์หาสารสำคัญและฤทธิ์การต่อต้านอนุมูลอิสระของดอกไม้กินได้บางชนิด.” *วารสารเกษตร*. 32(3) : 435 – 445.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. 2559. **ปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมันและไขมัน**. [Online] Available: http://www.foodnetworksolution.com/ สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559.

พัชรี คลายวัฒนะ. 2550. “ฤทธิ์ตานออกซิเดชัน และปริมาณสารประกอบฟนอลรวมของสวนสกัดจากตนขิงแมโขง.” ปริญญานิพนธวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร, มหาวิทยาลัยบูรพา.

พัชรี สิริตระกูลศักดิ์ และสกุลกานต์ สิมลา. 2558. “ผลของกรรมวิธีการประกอบอาหารต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ ในดอกชมจันทร์.” *วารสารแก่นเกษตร*. 43(1) : 875-880.

พัชรี สิริตระกูลศักดิ์, ประสิทธิ์ ชุติชูเดช, เบ็ญจวรรณ ชุติชูเดช, มาระตรี เปลี่ยนศิริชัย และเกรียงศักดิ์ บุญเที่ยง. 2556. “กิจกรรมสารต้านอนุมูลอิสระของดอกไม้กินได้ 15 ชนิดในจังหวัดมหาสารคาม.” *วารสารแก่นเกษตร*. 41(1) : 607-611.

ภาณุมาศ ฤทธิไชย, ปิยาภัทร์ เข็มวิชัย และเยาวพา จิระเกียรติกุล. 2558. “การพัฒนาของดอกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในดอกพระจันทร์ (*Ipomoea alba* L.).” *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 23(3) : 497-506.

ระวิวรรณ แกวอมตวงศ และทรงพร จึงมั่นคง. 2549. “ฤทธิ์ตานอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณสารฟนอลรวมของสารสกัดพืชสมุนไพรบางชนิด.” *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*. 8(2) : 76-88.

ฤดีมาศ พุ่มกล่ำ. ม.ป.ป. **ความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเปลือกอบเชยอินโดนีเซีย.** [Online] Available: http://www.thapra.lib.su.ac.th/objects /thesis /fulltext /snamcn /Ruedeemas_Pumklam/fulltext.pdf) สืบค้นวันที่ 25 ตุลาคม 2559.

ลดาชาติ แต่พงษ์โสรัถ, อธิกา จารุโชติกมล, วนิดา ไทรชมภู และปิยะวรรณ กำลังมาก. 2544. **รายงานการวิจัยฤทธิ์ต้านออกซิแดนท์ของผักพื้นบ้านในเขตจังหวัดมหาสารคาม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.** [Online] Available: http://library.msu. ac.th/webu/ dublin.php?ID=11460659 สืบค้นวันที่ 25 ตุลาคม 2559.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัชรินทร์ รังสีภาณุรัตน์, พัชรี กัมมารเจษฎากุล และอิสยา จันทร์วิทยานุชิต. 2559. “ฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรไทย 10 ชนิด ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus cereus* และ *Escherichia coli* ATCC 25922.” *วารสารหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติวิชาการ*. 19(38) : 35-48.

วาทิน พูลสวัสดิ์ และจีรวัฒน์ สวัสดิ์พิพัฒน์. 2556. “ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน และพฤกษเคมีของดอกไม้กินได้.” ปริญญาเภสัชศาสตรบัณฑิต คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล.

วิชาญ เอียดทอง. 2556. “**ความหลากชนิดและวัฒนธรรมการบริโภคผักพื้นบ้านกลุ่มรับประทานส่วนดอกในประเทศไทย.**” เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการและอุทยานผักพื้นบ้านในวิถีไทย ณ สำนักพิพิธภัณฑ์และวัฒนธรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุคนธ์ ตันติไพบูลย์วุฒิ, เทียนชัย น่วมเศรษฐี และเพชรลดา เดชายืนยง. 2555. “ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของสารสกัดจากเปลือกผลไม้บางชนิด.” *KKU Research Journal.* 17(6) : 880-894.

สุภกร บุญยืน, ธนัทภัทร เพชรรัตน์, ละมัย พวงบุรี, อธิคุณ ศรีไพร, ปาริยา ณ นคร และนิรมล ศากยวงศ์. 2558. “การต้านอนุมูลอิสระและการต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากโบตั๋น.” *Thai Journal of Science and Technology.* 4(1) : 1-9.

สุรัตน์วดี วงค์คลัง, เลอลักษณ์ เสถียรรัตน์ และอรวัลภ์ อุปถัมภานนท์. 2558. “การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของบัวหลวงเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ธัญพืชชนิดแท่ง.” *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.* 46(3) : 337-340

สุธิรา มณีฉาย และประสบอร รินทอง. 2559. “ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดเมทานอลจากดอกถั่วแระและดอกส้มป่อย.” *วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.* 44(1) : 142-152.

สิทธิเดช ฐานบัญชา. 2551. “การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยสารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดงและผลหนามแดง.” ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต คณะศิลปะศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ทั่วไป), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรชร ไอสันเทียะ และกาญจนา วงศ์กระจ่าง. 2558. “การศึกษาระบบตัวทาละลายของการสกัดสารประกอบฟีนอลิก สารประกอบฟลาโวนอยด์ และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่ดีที่สุดจากดอกดาวเรืองสด.” หน้า 205-214. ใน **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมสัมมนาวิชาการนำเสนองานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 15.** เครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ**.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อรสุรินทร์ ฮวบบางยาง, มัณฑนา บัวหนอง, เฉลิมชัย วงษ์อารี, ชัยรัตน์ เตชวุฒิพร และวาริช ศรีละออง. 2553. “การศึกษาคุณค่าทางอาหารและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในดอกไม้ที่รับประทานได้.” *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 41(3/1) : 381-384.

อัฐญาพร ชัยชมภู และนฤมล ทองไว. 2554. “การยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคบางชนิดโดยใช้สารสกัดสมุนไพรพื้นบ้าน.” หน้า 792-801. ใน **การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 8.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

โอภา วัชระคุปต์, ปรีชา บุญจูง, จันทนาบุณยะรัตน์ และ มาลีรัตษ์ อัตต์สินทอง. 2549. **สารต้านอนุมูลอิสระ**. กรุงเทพมหานคร : พี.เอส.ปริ้นท์.

Anusha, K. S. Ganashree, N. K. Kruthika, G. N. Poojashree, R. Sushmitha, K. and Kekuda, T. R. 2015. “Antimicrobial and antioxidant activity of leaf and flower of *Hypericum mysorense.*” *Department of Microbiology*. 7(5) : 981-987.

Benkeblia, G. 2004. “Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions and garlic.” *Lebensmittel-Wissenschaft und –Technologie*. 37(2) : 263-268.

Dalynn. 2014. “McFarland standard”. *Dalynn Biologicals*, TM50-TM60. [Online] [Online] Available: http://www.dalynn.com/dyn/ck_asset/files/tech/TM53.pdf.

Ding, Y. Wang, S.Y. Yang, D.-J. Chang, M.H. and Chen, Y.C. 2015. “Alleviative effects of litchi (*Litchi chinensis*Sonn.) flower on lipid peroxidation and protein degradation in emulsified pork meatballs.” *Journal of Food and Drug Analysis*. 23(3) : 501-508.

Chen, G.-L. Chen, S.-G. Xie, Y.-Q. Chen, F. Zhao, Y.-Y. Luo, C.-X. and Gao, Y.-Q. 2015. “ Total phenolic, flavonoid and antioxidant activity of 23 edible flowers subjected to in vitro digestion.” *Journal of Functional Foods*. 17 : 243-259.

Gupta, A.V.N. Rama, R. Bandlamuri, J. and Praveen, K. B. 2011. “Studies on anti-microbial activity of flower extracts of *Antigonon leptopus* against common dental pathogens.” *Scholars Research Library*. 2(2) : 99-103.

He, J. Yin, T. Chen, Y. Cai, L. Tai, Z. Li, L. Liu, C. Wang, Y. and Ding, Z. 2015. “ Phenolic compounds and antioxidant activitiesof edible flowers of *Pyrus pashia*.” *Journal of Functional Foods*. 17 : 371-379.

Kaisoon, O. Sirithon, S. Natthida, W. and Naret, M. 2011. “Phenolic compounds and antioxidant activities of edible flowers from Thailand.” *Journal of Functional Foods*. 3(2) : 88-99.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kim, Y.C. and Chung, S.K. 2002. "Reactive oxygen radical species scavenging effects of Korean Medicinal plant leves." *Food Science and Biotechnology*. 11(4) : 407-411.

Kowti, R. Harsha, R. Mohammed, G. A. Hareesh, AR. Thammanna, SS. Dinesha, R. Kumar, BP. and Irfan, A. M. 2010. "Antimicrobial activity of ethanol extract of leaf and flower of *Spathodea campanulata P*. Beauv. " *Sri Adichunchanagiri College of Pharmacy*, *B. G. , Adichunchanagiri Biotechnology and Cancer research Institute.* 1(3) : 691-698.

Kumar, S. Kumar, D. and Prakash, O. 2008. "Evaluation of antioxidant, potential, phenolic and flavonoid contents of *Hibicus tillaceus* flowers." *Electronic Journal of Environmental, Argricultural and food Chemistry*. 7(4) : 863-2871.

Lara, M.S. Gutierrez, J.I. Timón, M. and Andrés, A.I. 2011. "Evaluation of two natural extracts (Rosmarinus officinalis L. and Melissa officinalis L.) as antioxidants in cooked pork patties packed in MAP" *Meat Science*. 88(3) : 481-488

Mak, Y.W. Chuah, L.O. Ahmad, R. and Bhat, R. 2013. "Antioxidant and antibacterial activities of hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis L*.) and *Cassia* (*Senna bicapsularis L*.) flower extracts." *Journal of King Saud University*. 25(4) : 275-282.

Miliauskas, G. Venskutonis, P.R. and Beek, T.A. 2004. "Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts." *Food Chemistry*. 85(2) : 231-237.

Nayan, R. B. and Shukla, V.J. 2011. "Antibacterial and antifungal activity from flower extracts of *Cassia fistula* L." *An Ethnomedicinal Plant. International Journal of Pharmtech Research*. 3(1) : 160-168.

Negi, P.S. and Jayaprakasha, G.K. 2001. "Antibacterial activity of grapefruit (Citrus paradisi) peel extracts." *European Food Research and Technology*. 213(6) : 484-487.

Prommuak, C.D.W. and Shotipruk, A. 2008. "Extraction of flavonoids and carotenoids from Thai silk waste and antioxidant activity of extract." *Separation and Purification Technology*. 62(2) : 444-448.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Quattara, R. E. S. Holley, R.A. Piette, G. J. P. and Begin, A. 1997. "Antibacterial activity of selected fatty acids and essential oils against six meat spoilage organisms." *International Journal of Food Microbiology.* 37(2-3) : 155-162.

Yamasaki, K. Hashimoto, A. Kokusenya, Y. Miyamoto, T. and Sato, T. 1994. "Electrochemical method for estimating the antioxidative effects of methanol extracts of crude drugs." *Chemical and Pharmaceutical Bulletin journal*. 42(8) : 1663-1665.

[Online] Available: https://ctxm.wordpress.com สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559.

[Online] Available: http://fic.nfi.or.th/foodsafety สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559.

[Online] Available: http://f.ptcdn.info/794/002/000/1362402764-DSC09013JP-o.jpg สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559.

[Online] Available: http://haamor.com/th สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559.

[Online] Available: http://kids.britannica.com/comptons/art-91307/A-photograph-taken- with-a-scanning-electron-microscope-shows-Salmonella สืบค้นวันที่ 15 ธันวาคม 2559.

[Online] Available: http://lifestyle-i-know.blogspot.com/2012/10/blog-post_1237.html สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559.

[Online] Available: https://medthai.com สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559.

[Online] Available: http://siamherbs.blogspot.com/2014/09/moringa.html สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559.

[Online] Available: http://siweb.dss.go.th/ สืบค้นวันที่ 25 ตุลาคม 2559.

[Online] Available: http://visualsunlimited.photoshelter.com /image/I0000fY _NAWA.html สืบค้นวันที่ 15 ธันวาคม 2559.

[Online] Available: http://www.bansuanporpeang.com/files/images /IMG_0542.JPG สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559.

[Online] Available: https://www.cdc.gov/media/subtopic/library /DiseaseAgents /img37.jpg สืบค้นวันที่ 15 ธันวาคม 2559.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[Online] Available: https://www.gotoknow.org/posts/341475 สืบค้นวันที่ 25 ตุลาคม 2559.

[Online] Available: http://www.jeedjard.com สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559.

[Online]Available: http://www.nyrture.com/blog/2015/5/23/the-subtle-beauty-of-bacillus-subtilis-part-ii สืบค้นวันที่ 15 ธันวาคม 2559.

[Online] Available: http://www.oshthai.org/attachments/article/130/130.pdf สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559.

[Online] Available: http://www.pharmamicroresources.com/2015_01_01_archive.html สืบค้นวันที่ 15 ธันวาคม 2559.

[Online] Available: http://www.vcharkarn.com/blog/37439 สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559.

[Online] Available: http://1.bp.blogspot.com สืบค้นวันที่ 10 ธันวาคม 2559.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารมาตรฐาน

1. เตรียมสารละลายกรดแกลลิก ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ทำการชั่งสาร กรดแกลลิก 0.02 กรัม ละลายด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร จากนั้นทำการเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

2. โซเดียมคาร์บอเนต 20 เปอร์เซ็นต์

ทำการชั่ง โซเดียมคาร์บอเนต 20 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรด้วย volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร

3. สารละลายเคอซิติน ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ทำการชั่งสารเคอซิติน 0.01 กรัม ละลายด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตรจากนั้นทำการเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 0.05, 0.1, 0.15 และ 0.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

4. อะลูมิเนียมคลอไรด์ 10 เปอร์เซ็นต์

ทำการชั่ง อะลูมิเนียมคลอไรด์ 10 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรด้วย volumetric flask ขนาด 100 มิลลิลิตร

5. โพแทสเซียมอะซิเตท 1 โมลาร์

ทำการชั่ง โพแทสเซียมอะซิเตท 1.963 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร

6. สารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมลาร์

ทำการชั่ง DPPH 0.0032 กรัม ละลายด้วยเอทานอล 99 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 40 มิลลิลิตร ทำการคนสารละลายด้วย magnetic bar ร่วมกับเครื่อง magnetic stirrer เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นทำการกรองด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 1

7. สารละลาย BHT ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ทำการชั่ง BHT 0.01 กรัม ละลายด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นทำการเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35 ,0.4 และ 0.45 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ข้อมูลผลการทดลอง

1. ปริมาณผลได้ของสารสกัดหยาบจากดอกไม้

ตารางที่ ข-1 น้ำหนักและร้อยละผลได้ของสารสกัดหยาบจากดอกไม้

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	สารสกัดหยาบ (กรัม)	ร้อยละผลได้	เฉลี่ย
ดอกเข็มแดง	1	20.348	1.560	7.67	7.64 ± 0.21
	2	20.144	1.494	7.42	
	3	20.546	1.608	7.83	
ดอกแค	1	20.104	7.427	36.94	38.22 ± 1.57
	2	20.103	8.035	39.97	
	3	20.120	7.595	37.75	
ดอกชมจันทร์	1	20.140	2.375	11.79	12.63 ± 1.19
	2	20.050	2.805	13.99	
	3	20.024	2.427	12.12	
ดอกพวงชมพู	1	20.028	3.398	16.97	16.82 ± 0.69
	2	20.069	3.496	17.42	
	3	20.065	3.224	16.07	
ดอกมะรุม	1	20.008	2.103	10.51	10.21 ± 0.27
	2	20.001	2.025	10.12	
	3	20.002	2.001	10.00	

ตัวอย่างการคำนวณร้อยละผลได้ของสารสกัดหยาบจากดอกไม้

ดอกเข็มแดงอบแห้ง 20.348 กรัม ได้ปริมาณสารสกัดหยาบ 1.56 กรัม

ถ้าดอกเข็มแดงอบแห้ง 100 กรัม จะได้ปริมาณสารสกัดหยาบ (1.56 x 100) / 20.348

ดังนั้นร้อยละผลได้ของสารสกัดหยาบจากดอกเข็มแดงจึงเท่ากับ 7.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Content)

ตารางที่ ข-2 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาว 760 นาโนเมตร			ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ดอกเข็มแดง	1.304	1.278	1.290	1177.32	1153.85	1164.68	1165.28 ± 11.75
ดอกแค	0.109	0.113	0.107	98.41	102.02	96.61	99.01 ± 2.76
ดอกชมจันทร์	0.453	0.459	0.468	408.99	414.41	422.54	415.31 ± 6.82
ดอกพวงชมพู	1.860	1.836	1.832	1679.31	1657.64	1654.03	1663.66 ± 13.67
ดอกมะรุม	0.328	0.33	0.321	296.14	297.94	289.82	294.63 ± 4.26

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

สารสกัดดอกเข็มแดง มีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร เท่ากับ 1.304

จากสมการเส้นตรงของสารมาตรฐานกรดแกลลิก $y = 1.1076x$

แทนค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดดอกเข็มแดงลงในสมการ $1.304 = 1.1076x$

$x = 1.1773$

จากการทดลองสารสกัดจากดอกเข็มแดง ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ใช้ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร แสดงว่าจะมีปริมาณสารสกัดเท่ากับ 1 มิลลิกรัม

การคำนวณ สารสกัด 1 มิลลิลิตร มีปริมาณสารสกัด 10 มิลลิกรัม

ถ้าสารสกัด 0.1 มิลลิลิตร จะมีปริมาณสารสกัด 0.1 x 10 / 1 = 1 มิลลิกรัม

ดังนั้นปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในสารสกัดหยาบ 1 มิลลิกรัม เทียบกับปริมาณกรดแกลลิก ได้ 1.1773 มิลลิกรัม

สารสกัด 1 มิลลิกรัม มีปริมาณกรดแกลลิก เท่ากับ 1.1773 มิลลิกรัม

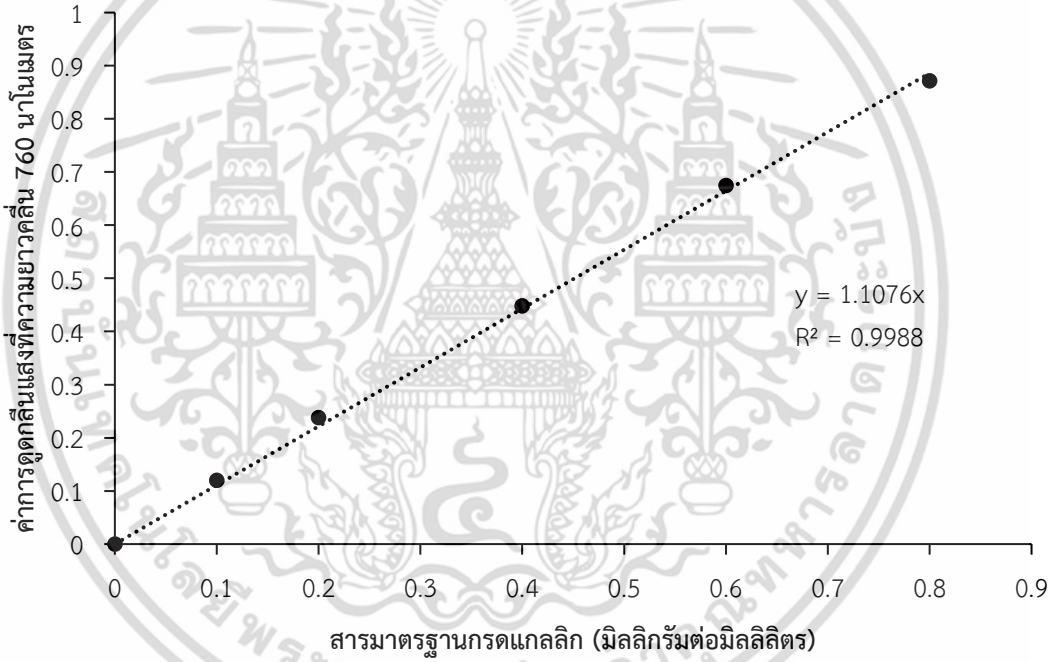
ดังนั้น สารสกัด 1000 มิลลิกรัม จึงมีปริมาณกรดแกลลิก เท่ากับ (1.1773 x 1000) / 1

เท่ากับ 1177.3 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-3 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร ของสารมาตรฐานกรดแกลลิก

ความเข้มข้นของกรดแกลลิก (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000 ± 0.000
0.10	0.114	0.124	0.121	0.120 ± 0.005
0.20	0.237	0.238	0.238	0.238 ± 0.001
0.40	0.448	0.448	0.447	0.448 ± 0.001
0.60	0.668	0.687	0.668	0.674 ± 0.011
0.80	0.869	0.874	0.871	0.871 ± 0.003
1.00	1.109	1.098	1.096	1.101 ± 0.007



รูปที่ ข-1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตรและความเข้มข้นของสารมาตรฐานกรดแกลลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยทั้งหมด (Total Flavonoid Content)

ตารางที่ ข-4 การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดจากดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม

ตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร			ปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (มิลลิกรัมสมมูลของเคอซิตินต่อกรัมสารสกัด)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
ดอกเข็มแดง	0.808	0.816	0.822	42.97	43.40	43.72	43.36 ± 0.37
ดอกแค	0.243	0.250	0.246	12.92	13.30	13.08	13.10 ± 0.19
ดอกชมจันทร์	1.058	1.054	1.068	56.27	56.06	56.80	56.38 ± 0.38
ดอกพวงชมพู	2.212	2.212	2.220	235.29	235.29	236.15	235.58 ± 0.49
ดอกมะรุม	0.874	0.884	0.880	46.48	47.02	46.80	46.77 ± 0.27

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด

สารสกัดจากดอกเข็มแดง วัดค่าการดูดกลืนแสงได้ 0.404 จึงมีค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.808

จากสมการเส้นตรงของสารมาตรฐานเคอซิติน $y = 3.7604x$

แทนค่าการดูดกลืนแสงลงในสมการ $0.808 = 3.7604x$

$X = 0.215$

จากการทดลองสารสกัดจากดอกเข็มแดง ที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิตร ใช้ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตรแสดงว่าจะมีปริมาณสารสกัดเท่ากับ 5 มิลลิกรัม

การคำนวณ สารสกัด 1 มิลลิลิตร มีปริมาณสารสกัด 10 มิลลิกรัม

ถ้าสารสกัด 0.5 มิลลิลิตร จะมีปริมาณสารสกัด $0.5 \times 10 / 1 = 5$ มิลลิกรัม

ดังนั้นปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดในสารสกัดหยาบ 5 มิลลิกรัม เทียบกับปริมาณเคอซิตินได้เท่ากับ 0.215 มิลลิกรัม

สารสกัด 5 มิลลิกรัม มีปริมาณเคอซิติน เท่ากับ 0.215 มิลลิกรัม

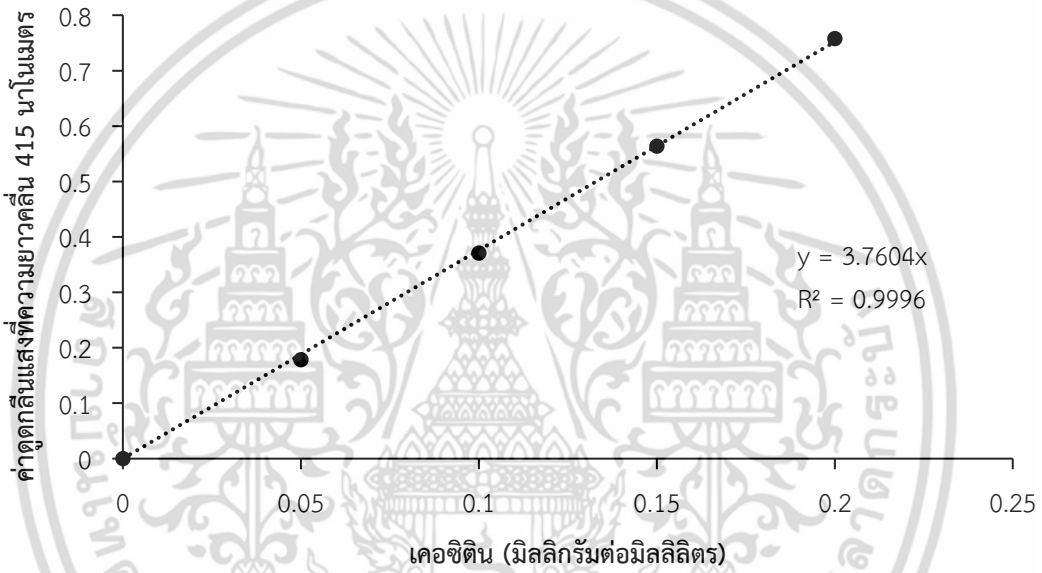
ดังนั้นสารสกัด 1000 มิลลิกรัม จะมีปริมาณเคอซิติน เท่ากับ $(0.215 \times 1000) / 5$

เท่ากับ 43 มิลลิกรัมสมมูลของเคอซิตินต่อกรัมสารสกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-5 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตรของเคอซิติน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นของเคอซิติน (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000 ± 0.00
0.05	0.178	0.177	0.180	0.178 ± 0.002
0.10	0.370	0.371	0.370	0.370 ± 0.001
0.15	0.565	0.562	0.564	0.564 ± 0.001
0.20	0.759	0.760	0.754	0.758 ± 0.003



รูปที่ ข-2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตรและความเข้มข้นของสารมาตฐานเคอซิติน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH

ตารางที่ ข-6 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตรของสารสกัดดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

สารสกัด	ครั้งที่	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)										
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0
ดอกเข็ม	1	0.787	0.664	0.532	0.378	0.242	0.066	0.058	0.051	0.064	0.067	0.078
	2	0.794	0.680	0.523	0.365	0.230	0.072	0.058	0.055	0.061	0.067	0.075
	3	0.791	0.651	0.525	0.345	0.235	0.071	0.056	0.049	0.057	0.067	0.076
	เฉลี่ย	0.791	0.665	0.527	0.363	0.236	0.070	0.057	0.052	0.061	0.067	0.076
ดอกแค	1	1.100	1.085	1.080	1.071	1.065	1.012	0.832	0.681	0.533	0.389	0.192
	2	1.102	1.089	1.082	1.068	1.058	1.003	0.837	0.705	0.527	0.344	0.186
	3	1.094	1.090	1.087	1.069	1.055	1.004	0.851	0.682	0.519	0.346	0.189
	เฉลี่ย	1.099	1.088	1.083	1.069	1.059	1.006	0.840	0.689	0.526	0.360	0.189
ดอกชมจันทร์	1	1.022	0.985	0.942	0.918	0.887	0.553	0.140	0.091	0.077	0.091	0.088
	2	1.021	0.981	0.939	0.907	0.903	0.565	0.155	0.091	0.084	0.092	0.091
	3	1.015	0.978	0.930	0.912	0.895	0.565	0.148	0.089	0.087	0.084	0.092
	เฉลี่ย	1.019	0.981	0.937	0.912	0.895	0.561	0.148	0.090	0.083	0.089	0.090
ดอกพวงชมพู	1	0.769	0.647	0.534	0.440	0.384	0.198	0.110	0.108	0.129	0.144	0.163
	2	0.767	0.649	0.534	0.447	0.383	0.204	0.108	0.107	0.130	0.144	0.168
	3	0.760	0.654	0.530	0.453	0.381	0.210	0.115	0.107	0.124	0.146	0.159
	เฉลี่ย	0.765	0.650	0.533	0.447	0.383	0.204	0.111	0.107	0.128	0.145	0.163
ดอกมะรุม	1	1.100	1.098	1.085	1.076	1.046	0.915	0.694	0.558	0.335	0.198	0.117
	2	1.101	1.101	1.093	1.082	1.035	0.913	0.700	0.565	0.330	0.183	0.132
	3	1.105	1.099	1.090	1.077	1.026	0.914	0.703	0.572	0.343	0.202	0.107
	เฉลี่ย	1.102	1.099	1.089	1.078	1.036	0.914	0.699	0.565	0.336	0.194	0.119

ตารางที่ ข-7 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

สารสกัด	ครั้งที่	เปอร์เซ็นต์ยับยั้ง DPPH ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)										
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0
ดอกเข็ม	1	38.71	48.29	58.57	70.56	81.15	94.86	95.48	96.03	95.02	94.78	93.93
	2	38.16	47.04	59.27	71.57	82.09	94.39	95.48	95.72	95.25	94.78	94.16
	3	38.40	49.30	59.11	73.13	81.70	94.47	95.64	96.18	95.56	94.78	94.08
	เฉลี่ย	38.42 ± 0.28	48.21 ± 1.13	58.98 ± 0.37	71.75 ± 1.29	81.65 ± 0.47	94.57 ± 0.25	95.53 ± 0.09	95.98 ± 0.23	95.28 ± 0.27	94.78 ± 0.00	94.06 ± 0.12
ดอกแค	1	14.33	15.50	15.89	16.59	17.06	21.18	35.20	46.96	58.49	69.70	85.05
	2	14.17	15.19	15.73	16.82	17.60	21.88	34.81	45.09	58.96	73.21	85.51
	3	14.80	15.11	15.34	16.74	17.83	21.81	33.72	46.88	59.58	73.05	85.28
	เฉลี่ย	14.43 ± 0.33	15.27 ± 0.21	15.66 ± 0.28	16.72 ± 0.12	17.50 ± 0.40	21.62 ± 0.39	34.58 ± 0.77	46.31 ± 1.06	59.01 ± 0.55	71.99 ± 1.98	85.28 ± 0.23
ดอกชมจันทร์	1	20.40	23.29	26.64	28.50	30.92	56.93	89.10	92.91	94.00	92.91	93.15
	2	20.48	23.60	26.87	29.36	29.67	56.00	87.93	92.91	93.46	92.83	92.91
	3	20.95	23.83	27.57	28.97	30.30	56.00	88.47	93.07	93.22	93.46	92.83
	เฉลี่ย	20.61 ± 0.30	23.36 ± 0.27	27.02 ± 0.48	28.94 ± 0.43	30.30 ± 0.63	56.31 ± 0.54	88.50 ± 0.59	92.96 ± 0.09	93.56 ± 0.40	93.07 ± 0.34	92.96 ± 0.17
ดอกพวงชมพู	1	40.11	49.61	58.41	65.73	70.09	84.58	91.43	91.59	89.95	88.79	87.31
	2	40.26	49.45	58.41	65.19	70.17	84.11	91.59	91.67	89.88	88.79	86.92
	3	40.81	49.07	58.72	64.72	70.33	83.64	91.04	91.67	90.34	88.63	87.62
	เฉลี่ย	40.39 ± 0.37	49.38 ± 0.28	58.51 ± 0.18	65.21 ± 0.51	70.20 ± 0.12	84.11 ± 0.47	91.35 ± 0.28	91.64 ± 0.05	90.05 ± 0.24	88.74 ± 0.09	87.28 ± 0.35
ดอกมะรุม	1	14.33	14.49	15.50	16.20	18.54	28.74	45.95	56.54	73.91	84.58	90.89
	2	14.25	14.25	14.88	15.73	19.39	28.89	45.48	56.00	74.30	85.75	89.72
	3	13.94	14.41	15.11	16.12	20.09	28.82	45.25	55.45	73.29	84.27	91.67
	เฉลี่ย	14.17 ± 0.21	14.38 ± 0.12	15.16 ± 0.31	16.02 ± 0.25	19.34 ± 0.78	28.82 ± 0.08	45.56 ± 0.36	56.00 ± 0.55	73.83 ± 0.51	84.87 ± 0.78	90.76 ± 0.98

ตัวอย่าง การคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH

วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดดอกเข็มแดงที่ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรได้เท่ากับ 0.787 (blank = 0.069)

ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH เฉลี่ยได้เท่ากับ 1.284 (blank = 0.069)

จากสูตร เปอร์เซ็นต์การยับยั้ง $= \left[\frac{A_{control} - A_{sample}}{A_{control}} \right] \times 100$

เมื่อ $A_{control}$ คือ absorbance ของ DPPH ที่ไม่ผสมสารสกัดหรือสารมาตรฐาน BHT

A_{sample} คือ absorbance ของ DPPH ผสมสารสกัดหรือสารมาตรฐาน BHT

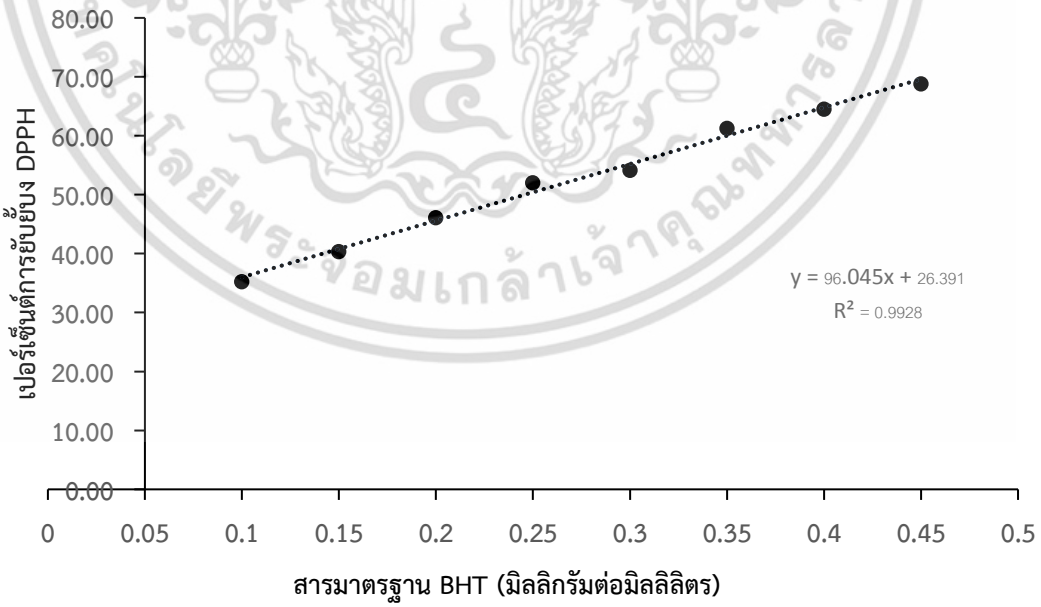
ดังนั้น เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของสารสกัดดอกเข็มแดงที่ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรจะมีค่าเท่ากับ [(1.284 – 0.787) / 1.284] x 100 = 38.71 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-8 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารมาตรฐาน BHT ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้น	เปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH			
(มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
0.10	35.29	35.35	35.09	35.24 ± 0.14
0.15	39.84	41.63	39.56	40.34 ± 1.12
0.20	45.25	46.67	46.38	46.10 ± 0.75
0.25	52.48	51.32	52.27	52.02 ± 0.62
0.30	53.48	54.87	54.14	54.16 ± 0.70
0.35	61.26	61.58	60.94	61.26 ± 0.32
0.40	63.97	64.74	64.81	64.51 ± 0.47
0.45	68.69	69.20	68.52	68.80 ± 0.35

รูปที่ ข-3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตรและความเข้มข้นของสารมาตฐาน BHT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-9 ค่า IC_{50}

ตัวอย่าง	สมการเส้นตรง	IC_{50}	เฉลี่ย
ดอกเข็มแดง	y = 53.575x + 27.311	0.42	0.42 ± 0.01
	y = 56.195x + 25.909	0.43	
	y = 55.215x + 27.199	0.41	
ดอกแค	y = 4.9643x + 9.3253	8.19	8.13 ± 0.04
	y = 5.1111x + 8.5213	8.12	
	y = 5.1205x + 8.5827	8.09	
ดอกชมจันทร์	y = 14.534x + 17.594	2.23	2.25 ± 0.01
	y = 14.215x + 17.808	2.26	
	y = 14.235x + 18.089	2.24	
ดอกพวงชมพู	y = 38.040x + 33.966	0.42	0.42 ± 0.00
	y = 37.780x + 34.028	0.42	
	y = 37.345x + 34.323	0.42	
ดอกมะรุม	y = 5.5856x + 16.052	6.08	6.11 ± 0.04
	y = 5.7016x + 15.322	6.08	
	y = 5.5576x + 15.734	6.17	
สารมาตรฐาน BHT	y = 96.067x + 26.114	0.25	0.25 ± 0.01
	y = 95.424x + 26.928	0.24	
	y = 96.621x + 26.143	0.25	

ตัวอย่างการคิดคำนวณค่า IC_{50}

จากสมการเส้นตรงที่ได้จากกราฟเปอร์เซ็นต์ยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของดอกเข็มแดงคือ

$$y = 53.575x + 27.311$$

แทนค่า y เท่ากับ 50 ; $50 = 53.575x + 27.311$

จะได้ $x = 0.42$

ดังนั้น ค่าความเข้มข้นของสารสกัดดอกเข็มแดงที่สามารถยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ คือ 0.42 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค

ตารางที่ ข-10 เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งแบคทีเรียทดสอบของสารสกัดจากดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

แบคทีเรียที่ทดสอบ	ครั้ง	บริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)											
		ดอกเข็มแดง				ดอกแค				ดอกมะรุม			
		300	400	500	600	300	400	500	600	300	400	500	600
B. subtilis ATCC 6633	1	7.35	9.06	10.55	11.13	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	7.42	9.32	10.68	11.08	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	7.84	9.02	10.63	12.11	-	-	-	-	-	-	-	-
	เฉลี่ย	7.54 ± 0.27	9.13 ± 0.16	10.62 ± 0.06	11.44 ± 0.58	-	-	-	-	-	-	-	-
B. cereus TISTR 5040	1	7.52	9.36	10.08	12.22	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	7.62	9.12	10.62	12.18	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	7.39	9.45	10.49	12.65	-	-	-	-	-	-	-	-
	เฉลี่ย	7.51 ± 0.11	9.31 ± 0.17	10.40 ± 0.28	12.35 ± 0.26	-	-	-	-	-	-	-	-
L. monocytogenes DMST 17256	1	8.64	10.52	11.13	12.57	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	8.78	10.76	11.15	12.74	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	8.87	10.67	11.37	12.63	-	-	-	-	-	-	-	-
	เฉลี่ย	8.76 ± 0.12	10.65 ± 0.14	11.21 ± 0.13	12.64 ± 0.09	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-10 เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งแบคทีเรียทดสอบของสารสกัดจากดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (ต่อ)

แบคทีเรียที่ทดสอบ	ครั้ง	สารสกัด							
		ดอกพวงชมพู				ดอกชมจันทร์			
		300	400	500	600	300	400	500	600
B. subtilis ATCC 6633	1	8.81	9.86	13.58	15.42	-	-	7.70	8.89
	2	8.90	9.78	13.90	15.03	-	-	7.92	8.42
	3	8.58	10.11	13.40	15.53	-	-	7.83	8.47
	เฉลี่ย	8.76 ± 0.17	9.92 ± 0.17	13.62 ± 0.25	15.33 ± 0.26	-	-	7.82 ± 0.11	8.59 ± 0.26
B. cereus TISTR 5040	1	10.25	12.30	13.22	14.65	7.03	7.50	8.29	8.62
	2	10.24	12.99	13.24	14.91	7.05	7.89	8.40	8.64
	3	10.29	12.35	13.71	14.50	7.22	7.92	8.31	8.79
	เฉลี่ย	10.26 ± 0.03	12.54 ± 0.38	13.39 ± 0.28	14.68 ± 0.21	17.10 ± 0.10	7.78 ± 0.23	8.33 ± 0.06	8.68 ± 0.10
L. monocytogenes DMST 17256	1	10.44	11.51	14.09	16.25	8.46	9.79	10.13	10.50
	2	10.24	11.13	13.76	16.45	8.33	9.35	10.05	10.52
	3	10.08	11.28	13.95	16.53	8.14	9.03	10.07	10.95
	เฉลี่ย	10.25 ± 0.18	11.30 ± 0.19	13.93 ± 0.17	16.41 ± 0.14	8.31 ± 0.16	9.39 ± 0.38	10.08 ± 0.04	10.65 ± 0.25

ตารางที่ ข-10 เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งแบคทีเรียทดสอบของสารสกัดจากดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (ต่อ)

แบคทีเรียที่ทดสอบ	ครั้ง	บริเวณยับยั้ง (มิลลิเมตร)											
		ดอกเข็มแดง				ดอกแค				ดอกมะรุม			
		300	400	500	600	300	400	500	600	300	400	500	600
S. aureus ATCC 25923	1	7.42	8.02	10.29	11.21	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	7.16	8.23	10.33	11.16	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	7.65	8.65	10.15	11.40	-	-	-	-	-	-	-	-
	เฉลี่ย	7.41 ± 0.25	8.30 ± 0.32	10.26 ± 0.10	11.25 ± 0.13	-	-	-	-	-	-	-	-
S. typhimurium TISTR 1469	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	เฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E. coli ATCC 25922	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	เฉลี่ย	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ ข-10 เส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งแบคทีเรียทดสอบของสารสกัดจากดอกเข็มแดง ดอกแค ดอกชมจันทร์ ดอกพวงชมพู และดอกมะรุม ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (ต่อ)

แบคทีเรียที่ทดสอบ	ครั้ง	สารสกัด							
		ดอกพวงชมพู				ดอกชมจันทร์			
		300	400	500	600	300	400	500	600
S. aureus ATCC 25923	1	8.80	10.18	11.91	14.49	7.42	8.83	9.86	10.56
	2	8.99	10.21	11.59	14.43	7.01	8.54	9.77	10.43
	3	8.59	10.14	11.85	14.06	7.85	9.01	9.73	10.46
	เฉลี่ย	8.79 ± 0.20	10.17 ± 0.04	11.78 ± 0.17	14.33 ± 0.23	7.43 ± 0.42	8.79 ± 0.24	9.79 ± 0.07	10.48 ± 0.07
S. typhimurium TISTR 1469	1	8.91	10.79	13.78	14.12	-	-	-	-
	2	8.49	10.55	13.31	14.53	-	-	-	-
	3	8.71	10.19	13.78	14.51	-	-	-	-
	เฉลี่ย	8.70 ± 0.21	10.51 ± 0.30	13.62 ± 0.27	14.38 ± 0.23	-	-	-	-
E. coli ATCC 25922	1	-	-	10.11	11.37	-	-	-	-
	2	-	-	10.09	11.30	-	-	-	-
	3	-	-	10.51	11.26	-	-	-	-
	เฉลี่ย	-	-	10.23 ± 0.24	11.31 ± 0.23	-	-	-	-

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. การวิเคราะห์ทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ผลได้ของสารสกัดหยาบจากดอกไม้

ตารางที่ ค-1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของเปอร์เซ็นต์ผลได้ของสารสกัดหยาบจากดอกไม้

Descriptives

เปอร์เซ็นต์ผลได้

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ดอกเข็มแดง	3	7.6400	.20664	.11930	7.1267	8.1533	7.42	7.83
ดอกแค	3	38.2200	1.56873	.90570	34.3231	42.1169	36.94	39.97
ดอกชมจันทร์	3	12.6333	1.18644	.68499	9.6861	15.5806	11.79	13.99
ดอกพวงชมพู	3	16.8200	.68739	.39686	15.1124	18.5276	16.07	17.42
ดอกมะรุม	3	10.2100	.26665	.15395	9.5476	10.8724	10.00	10.51
Total	15	17.1047	11.39565	2.94234	10.7940	23.4154	7.42	39.97

ตารางที่ ค-2 วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ผลได้ของสารสกัดหยาบจากดอกไม้

ANOVA

เปอร์เซ็นต์ผลได้

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1809.143	4	452.286	507.635	.000
Within Groups	8.910	10	.891		
Total	1818.052	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของเปอร์เซ็นต์ผลได้ของสารสกัดหยาบจากดอกไม้

เปอร์เซ็นต์ผลได้

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
สารสกัด	N	1	2	3	4	5
ดอกเข็มแดง	3	7.6400				
ดอกมะรุม	3		10.2100			
ดอกชมจันทร์	3			12.6333		
ดอกพวงชมพู	3				16.8200	
ดอกแค	3					38.2200
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

2. การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (Total Phenolic Content)

ตารางที่ ค-4 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากดอกไม้

Descriptives

ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

					95% Confidence Interval for Mean			
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
ดอกเข็มแดง	3	1165.2833	11.74662	6.78191	1136.10310	1194.46357	1153.850	1177.320
ดอกแค	3	99.0133	2.75500	1.59060	92.16953	105.85714	96.610	102.020
ดอกชมจันทร์	3	415.3133	6.82001	3.93753	398.37147	432.25519	408.990	422.540
ดอกพวงชมพู	3	1663.6600	13.67296	7.89408	1629.69448	1697.62552	1654.030	1679.310
ดอกมะรุม	3	294.6333	4.26452	2.46212	284.03968	305.22699	289.820	297.940
Total	15	727.5806	612.0476	158.0300	388.63998	1066.52135	96.610	1679.310

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-5 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากดอกไม้

ANOVA

ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5243637.948	4	1310909.487	16500.971	.000
Within Groups	794.444	10	79.444		
Total	5244432.392	14			

ตารางที่ ค-6 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากดอกไม้

ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
สารสกัด	N	1	2	3	4	5
ดอกแค	3	99.01333				
ดอกมะรุม	3		294.63333			
ดอกชมจันทร์	3			415.31333		
ดอกเข็มแดง	3				1165.28333	
ดอกพวงชมพู	3					1663.66000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ทางสถิติของปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total Flavonoid Content)

ตารางที่ ค-7 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากดอกไม้

Descriptives

ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
ดอกเข็มแดง	3	43.36418	.373565	.215678	42.43619	44.29217	42.974	43.719
ดอกแค	3	13.10144	.186783	.107839	12.63745	13.56544	12.924	13.296
ดอกชมจันทร์	3	56.37698	.383528	.221430	55.42424	57.32972	56.058	56.802
ดอกพวงชมพู	3	235.57778	.491310	.283658	234.35729	236.79826	235.294	236.145
ดอกมะรุม	3	46.76807	.267696	.154554	46.10308	47.43307	46.484	47.016
Total	15	79.03769	82.393106	21.273809	33.40991	124.66547	12.924	236.145

ตารางที่ ค-8 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากดอกไม้

ANOVA

ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	95039.466	4	23759.867	187209.676	.000
Within Groups	1.269	10	.127		
Total	95040.735	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-9 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของปริมาณสารประกอบฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดหยาบจากดอกไม้

ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
สารสกัด	N	1	2	3	4	5
ดอกแค	3	13.10144				
ดอกเข็มแดง	3		43.36418			
ดอกมะรุม	3			46.76807		
ดอกชมจันทร์	3				56.37698	
ดอกพวงชมพู	3					235.57778
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4. การวิเคราะห์ทางสถิติของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH

ตารางที่ ค-10 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

Descriptives

						95% Confidence Interval for Mean			
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	38.4233	.27574	.15920	37.7384	39.1083	38.16	38.71
	ดอกแค	3	14.4333	.32747	.18906	13.6199	15.2468	14.17	14.80
	ดอกชมจันทร์	3	20.6100	.29715	.17156	19.8718	21.3482	20.40	20.95
	ดอกพวงชมพู	3	40.3933	.36856	.21279	39.4778	41.3089	40.11	40.81
	ดอกมะรุม	3	14.1733	.20599	.11893	13.6616	14.6850	13.94	14.33
	Total	15	25.6067	11.92605	3.07929	19.0022	32.2111	13.94	40.81
ความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	48.2100	1.13212	.65363	45.3977	51.0223	47.04	49.30
	ดอกแค	3	15.2667	.20599	.11893	14.7550	15.7784	15.11	15.50
	ดอกชมจันทร์	3	23.5733	.27099	.15645	22.9002	24.2465	23.29	23.83
	ดอกพวงชมพู	3	49.3767	.27737	.16014	48.6876	50.0657	49.07	49.61
	ดอกมะรุม	3	14.3833	.12220	.07055	14.0798	14.6869	14.25	14.49
	Total	15	30.1620	16.10351	4.15791	21.2442	39.0798	14.25	49.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-10 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (ต่อ)

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
ความเข้มข้น 0.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	58.9833	.36679	.21177	58.0722	59.8945	58.57	59.27
	ดอกแค	3	15.6533	.28290	.16333	14.9506	16.3561	15.34	15.89
	ดอกชมจันทร์	3	27.0267	.48439	.27966	25.8234	28.2300	26.64	27.57
	ดอกพวงชมพู	3	58.5133	.17898	.10333	58.0687	58.9579	58.41	58.72
	ดอกมะรุม	3	15.1633	.31342	.18095	14.3847	15.9419	14.88	15.50
	Total	15	35.0680	20.49286	5.29123	23.7194	46.4166	14.88	59.27
ความเข้มข้น 0.8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	71.7533	1.29477	.74754	68.5369	74.9697	70.56	73.13
	ดอกแค	3	16.7167	.11676	.06741	16.4266	17.0067	16.59	16.82
	ดอกชมจันทร์	3	28.9433	.43062	.24862	27.8736	30.0131	28.50	29.36
	ดอกพวงชมพู	3	65.2133	.50540	.29180	63.9578	66.4688	64.72	65.73
	ดอกมะรุม	3	16.0167	.25146	.14518	15.3920	16.6413	15.73	16.20
	Total	15	39.7287	24.86238	6.41944	25.9603	53.4970	15.73	73.13
ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	81.6467	.47226	.27266	80.4735	82.8198	81.15	82.09
	ดอกแค	3	17.4967	.39526	.22821	16.5148	18.4786	17.06	17.83
	ดอกชมจันทร์	3	30.2967	.62501	.36085	28.7441	31.8493	29.67	30.92
	ดอกพวงชมพู	3	70.1967	.12220	.07055	69.8931	70.5002	70.09	70.33
	ดอกมะรุม	3	19.3400	.77621	.44814	17.4118	21.2682	18.54	20.09
	Total	15	43.7953	27.78454	7.17394	28.4088	59.1819	17.06	82.09
ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	94.5733	.25146	.14518	93.9487	95.1980	94.39	94.86
	ดอกแค	3	21.6233	.38553	.22259	20.6656	22.5810	21.18	21.88
	ดอกชมจันทร์	3	56.3100	.53694	.31000	54.9762	57.6438	56.00	56.93
	ดอกพวงชมพู	3	84.1100	.47000	.27135	82.9425	85.2775	83.64	84.58
	ดอกมะรุม	3	28.8167	.07506	.04333	28.6302	29.0031	28.74	28.89
	Total	15	57.0867	29.97656	7.73991	40.4862	73.6871	21.18	94.86
ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	95.5333	.09238	.05333	95.3039	95.7628	95.48	95.64
	ดอกแค	3	34.5767	.76709	.44288	32.6711	36.4822	33.72	35.20
	ดอกชมจันทร์	3	88.5000	.58558	.33808	87.0453	89.9547	87.93	89.10
	ดอกพวงชมพู	3	91.3533	.28290	.16333	90.6506	92.0561	91.04	91.59
	ดอกมะรุม	3	45.5600	.35679	.20599	44.6737	46.4463	45.25	45.95
	Total	15	71.1047	26.57989	6.86290	56.3852	85.8241	33.72	95.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-10 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (ต่อ)

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	95% Confidence Interval for Mean Upper Bound	Minimum	Maximum
ความเข้มข้น 7.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	95.9767	.23459	.13544	95.3939	96.5594	95.72	96.18
	ดอกแค	3	46.3100	1.05731	.61044	43.6835	48.9365	45.09	46.96
	ดอกชมจันทร์	3	92.9633	.09238	.05333	92.7339	93.1928	92.91	93.07
	ดอกพวงชมพู	3	91.6433	.04619	.02667	91.5286	91.7581	91.59	91.67
	ดอกมะรุม	3	55.9967	.54501	.31466	54.6428	57.3505	55.45	56.54
	Total	15	76.5780	21.77391	5.62200	64.5200	88.6360	45.09	96.18
ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	95.2767	.27099	.15645	94.6035	95.9498	95.02	95.56
	ดอกแค	3	59.0100	.54672	.31565	57.6519	60.3681	58.49	59.58
	ดอกชมจันทร์	3	93.5600	.39950	.23065	92.5676	94.5524	93.22	94.00
	ดอกพวงชมพู	3	90.0500	.23643	.13650	89.4627	90.6373	89.88	90.32
	ดอกมะรุม	3	73.8333	.50935	.29407	72.5680	75.0986	73.29	74.30
	Total	15	82.3460	14.41656	3.72234	74.3624	90.3296	58.49	95.56
ความเข้มข้น 12.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	94.7800	.00000	.00000	94.7800	94.7800	94.78	94.78
	ดอกแค	3	71.9867	1.98193	1.14427	67.0633	76.9100	69.70	73.21
	ดอกชมจันทร์	3	93.0667	.34298	.19802	92.2147	93.9187	92.83	93.46
	ดอกพวงชมพู	3	88.7367	.09238	.05333	88.5072	88.9661	88.63	88.79
	ดอกมะรุม	3	84.8667	.78053	.45064	82.9277	86.8056	84.27	85.75
	Total	15	86.6873	8.44630	2.18083	82.0099	91.3647	69.70	94.78
ความเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	94.0567	.11676	.06741	93.7666	94.3467	93.93	94.16
	ดอกแค	3	85.2800	.23000	.13279	84.7086	85.8514	85.05	85.51
	ดอกชมจันทร์	3	92.9633	.16653	.09615	92.5496	93.3770	92.83	93.15
	ดอกพวงชมพู	3	87.2833	.35076	.20251	86.4120	88.1547	86.92	87.62
	ดอกมะรุม	3	90.7600	.98148	.56666	88.3219	93.1981	89.72	91.67
	Total	15	90.0687	3.47144	.89632	88.1462	91.9911	85.05	94.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-11 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	1990.331	4	497.583	5530.745	.000
	Within Groups	.900	10	.090		
	Total	1991.231	14			
ความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	3627.545	4	906.886	3044.400	.000
	Within Groups	2.979	10	.298		
	Total	3630.523	14			
ความเข้มข้น 0.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	5878.245	4	1469.561	12680.291	.000
	Within Groups	1.159	10	.116		
	Total	5879.404	14			
ความเข้มข้น 0.8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	8649.546	4	2162.387	4927.580	.000
	Within Groups	4.388	10	.439		
	Total	8653.934	14			
ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	10804.953	4	2701.238	9735.361	.000
	Within Groups	2.775	10	.277		
	Total	10807.728	14			
ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	12578.865	4	3144.716	21636.963	.000
	Within Groups	1.453	10	.145		
	Total	12580.318	14			
ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	9888.572	4	2472.143	10774.682	.000
	Within Groups	2.294	10	.229		
	Total	9890.866	14			
ความเข้มข้น 7.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	6634.484	4	1658.621	5601.053	.000
	Within Groups	2.961	10	.296		
	Total	6637.446	14			
ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	2908.026	4	727.006	4290.305	.000
	Within Groups	1.695	10	.169		
	Total	2909.720	14			
ความข้มข้น 12.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	989.434	4	247.359	265.211	.000
	Within Groups	9.327	10	.933		
	Total	998.761	14			
ความเข้มข้น 15.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	166.352	4	41.588	176.131	.000
	Within Groups	2.361	10	.236		
	Total	168.713	14			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-12 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 0.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
สารสกัด	N	1	2	3	4
ดอกมะรุม	3	14.1733			
ดอกแค	3	14.4333			
ดอกชมจันทร์	3		20.6100		
ดอกเข็มแดง	3			38.4233	
ดอกพวงชมพู	3				40.3933
Sig.		.313	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ค-13 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
สารสกัด	N	1	2	3	4
ดอกมะรุม	3	14.3833			
ดอกแค	3	15.2667			
ดอกชมจันทร์	3		23.5733		
ดอกเข็มแดง	3			48.2100	
ดอกพวงชมพู	3				49.3767
Sig.		.076	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-14 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 0.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 0.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
สารสกัด	N	1	2	3
ดอกมะรุม	3	15.1633		
ดอกแค	3	15.6533		
ดอกชมจันทร์	3		27.0267	
ดอกพวงชมพู	3			58.5133
ดอกเข็มแดง	3			58.9833
Sig.		.108	1.000	.122

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ค-15 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 0.8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 0.8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
สารสกัด	N	1	2	3	4
ดอกมะรุม	3	16.0167			
ดอกแค	3	16.7167			
ดอกชมจันทร์	3		28.9433		
ดอกพวงชมพู	3			65.2133	
ดอกเข็มแดง	3				71.7533
Sig.		.225	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-16 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
สารสกัด	N	1	2	3	4	5
ดอกแค	3	17.4967				
ดอกมะรุม	3		19.3400			
ดอกชมจันทร์	3			30.2967		
ดอกพวงชมพู	3				70.1967	
ดอกเข็มแดง	3					81.6467
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ค-17 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
สารสกัด	N	1	2	3	4	5
ดอกแค	3	21.6233				
ดอกมะรุม	3		28.8167			
ดอกชมจันทร์	3			56.3100		
ดอกพวงชมพู	3				84.1100	
ดอกเข็มแดง	3					94.5733
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-18 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
สารสกัด	N	1	2	3	4	5
ดอกแค	3	34.5767				
ดอกมะรุม	3		45.5600			
ดอกชมจันทร์	3			88.5000		
ดอกพวงชมพู	3				91.3533	
ดอกเข็มแดง	3					95.5333
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ค-19 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 7.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 7.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
สารสกัด	N	1	2	3	4	5
ดอกแค	3	46.3100				
ดอกมะรุม	3		55.9967			
ดอกพวงชมพู	3			91.6433		
ดอกชมจันทร์	3				92.9633	
ดอกเข็มแดง	3					95.9767
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-20 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 10.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
สารสกัด	N	1	2	3	4	5
ดอกแค	3	59.0100				
ดอกมะรุม	3		73.8333			
ดอกพวงชมพู	3			90.0500		
ดอกชมจันทร์	3				93.5600	
ดอกเข็มแดง	3					95.2767
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ค-21 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 12.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 12.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
สารสกัด	N	1	2	3	4
ดอกแค	3	71.9867			
ดอกมะรุม	3		84.8667		
ดอกพวงชมพู	3			88.7367	
ดอกชมจันทร์	3				93.0667
ดอกเข็มแดง	3				94.7800
Sig.		1.000	1.000	1.000	.055

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-22 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 15.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 15 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
สารสกัด	N	1	2	3	4	5
ดอกแค	3	85.2800				
ดอกพวงชมพู	3		87.2833			
ดอกมะรุม	3			90.7600		
ดอกชมจันทร์	3				92.9633	
ดอกเข็มแดง	3					94.0567
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ค-23 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่า IC_{50}

Descriptives

ค่าIC_{50}

					95% Confidence Interval for Mean			
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
ดอกเข็มแดง	3	.4200	.01000	.00577	.3952	.4448	.41	.43
ดอกแค	3	8.1333	.05132	.02963	8.0059	8.2608	8.09	8.19
ดอกชมจันทร์	3	2.2433	.01528	.00882	2.2054	2.2813	2.23	2.26
ดอกพวงชมพู	3	.4200	.00000	.00000	.4200	.4200	.42	.42
ดอกมะรุม	3	6.1100	.05196	.03000	5.9809	6.2391	6.08	6.17
สารมาตรฐาน BHT	3	.2467	.00577	.00333	.2323	.2610	.24	.25
Total	18	2.9289	3.18442	.75057	1.3453	4.5125	.24	8.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-24 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่า IC_{50}

ANOVA

ค่าIC_{50}

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	172.377	5	34.475	36289.932	.000
Within Groups	.011	12	.001		
Total	172.389	17			

ตารางที่ ค-25 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่า IC_{50}

ค่า IC_{50}

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05				
สารสกัด	N	1	2	3	4	5
สารมาตรฐานBHT	3	.2467				
ดอกเข็มแดง	3		.4200			
ดอกพวงชมพู	3		.4200			
ดอกชมจันทร์	3			2.2433		
ดอกมะรุม	3				6.1100	
ดอกแค	3					8.1333
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวิเคราะห์ทางสถิติของความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้

5.1 เชื้อ *B. subtilis* ATCC 6633

ตารางที่ ค-26 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่างๆ

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	95% Confidence Interval for Mean Upper Bound	Minimum	Maximum
ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	7.5367	.26502	.15301	6.8783	8.1950	7.35	7.84
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกพวงชมพู	3	8.7633	.16503	.09528	8.3534	9.1733	8.58	8.90
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	3.2600	4.15394	1.07254	.9596	5.5604	.00	8.90
ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	9.1300	.16179	.09341	8.7281	9.5319	9.02	9.32
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกพวงชมพู	3	9.9150	.17299	.09987	9.4853	10.3447	9.78	10.11
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	3.8090	4.83645	1.24877	1.1307	6.4873	.00	10.11
ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	10.6183	.06331	.03655	10.4611	10.7756		
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	7.8167	.11060	.06386	7.5419	8.0914	7.70	7.92
	ดอกพวงชมพู	3	13.6217	.25325	.14621	12.9926	14.2508	13.40	13.90
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	6.4113	5.74320	1.48289	3.2309	9.5918	.00	13.90
ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	11.4383	.57789	.33365	10.0028	12.8739	11.08	12.11
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	8.5900	.25695	.14835	7.9517	9.2283	8.42	8.89
	ดอกพวงชมพู	3	15.3250	.26187	.15119	14.6745	15.9755	15.03	15.53
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	7.0707	6.37775	1.64673	3.5388	10.6025	.00	15.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-27 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	241.378	4	60.345	3095.649	.000
	Within Groups	.195	10	.019		
	Total	241.573	14			
ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	327.365	4	81.841	7294.233	.000
	Within Groups	.112	10	.011		
	Total	327.477	14			
ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	461.619	4	115.405	7179.150	.000
	Within Groups	.161	10	.016		
	Total	461.780	14			
ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	568.523	4	142.131	1516.681	.000
	Within Groups	.937	10	.094		
	Total	569.460	14			

ตารางที่ ค-28 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
สารสกัด	N	1	2	3
ดอกแค	3	.0000		
ดอกชมจันทร์	3	.0000		
ดอกมะรุม	3	.0000		
ดอกเข็มแดง	3		7.5367	
ดอกพวงชมพู	3			8.7633
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-29 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
สารสกัด	N	1	2	3
ดอกแค	3	.0000		
ดอกชมจันทร์	3	.0000		
ดอกมะรุม	3	.0000		
ดอกเข็มแดง	3		9.1300	
ดอกพวงชมพู	3			9.9150
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ค-30 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
สารสกัด	N	1	2	3	4
ดอกแค	3	.0000			
ดอกมะรุม	3	.0000			
ดอกชมจันทร์	3		7.8167		
ดอกเข็มแดง	3			10.6183	
ดอกพวงชมพู	3				13.6217
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-31 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
สารสกัด	N	1	2	3	4
ดอกแค	3	.0000			
ดอกมะรุม	3	.0000			
ดอกชมจันทร์	3		8.5900		
ดอกเข็มแดง	3			11.4383	
ดอกพวงชมพู	3				15.3250
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 *Bacillus cereus* TISTR 5040

ตารางที่ ค-32 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	95% Confidence Interval for Mean Upper Bound	Minimum	Maximum
ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	7.5067	.11273	.06509	7.2266	7.7867	7.39	7.62
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	7.1000	.10440	.06028	6.8406	7.3594	7.03	7.22
	ดอกพวงชมพู	3	10.2600	.02646	.01528	10.1943	10.3257	10.24	10.29
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	4.9733	4.35169	1.12360	2.5634	7.3832	.00	10.29
ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	9.3083	.16855	.09731	8.8896	9.7270	9.12	9.45
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	7.7700	.23431	.13528	7.1879	8.3521	7.50	7.92
	ดอกพวงชมพู	3	12.5433	.38348	.22140	11.5907	13.4960	12.30	12.99
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	5.9243	5.25802	1.35761	3.0125	8.8361	.00	12.99
ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	10.3950	.27987	.16158	9.6998	11.0902	10.08	10.62
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	8.3317	.05575	.03219	8.1932	8.4702	8.29	8.40
	ดอกพวงชมพู	3	13.3850	.27731	.16010	12.6961	14.0739	13.22	13.71
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	6.4223	5.67900	1.46631	3.2774	9.5673	.00	13.71
ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	12.3483	.26222	.15139	11.6969	12.9997	12.18	12.65
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	8.6800	.09579	.05530	8.4421	8.9179	8.62	8.79
	ดอกพวงชมพู	3	14.6833	.21014	.12132	14.1613	15.2053	14.50	14.91
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	7.1423	6.35454	1.64073	3.6233	10.6614	.00	14.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-33 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	265.072	4	66.268	13630.730	.000
	Within Groups	.049	10	.005		
	Total	265.121	14			
ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	386.594	4	96.648	2097.708	.000
	Within Groups	.461	10	.046		
	Total	387.054	14			
ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	451.197	4	112.799	3562.084	.000
	Within Groups	.317	10	.032		
	Total	451.514	14			
ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	565.078	4	141.270	5785.388	.000
	Within Groups	.244	10	.024		
	Total	565.322	14			

ตารางที่ ค-34 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
สารสกัด	N	1	2	3	4
ดอกแค	3	.0000			
ดอกมะรุม	3	.0000			
ดอกชมจันทร์	3		7.1000		
ดอกเข็มแดง	3			7.5067	
ดอกพวงชมพู	3				10.2600
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-35 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
สารสกัด	N	1	2	3	4
ดอกแค	3	.0000			
ดอกมะรุม	3	.0000			
ดอกชมจันทร์	3		7.7700		
ดอกเข็มแดง	3			9.3083	
ดอกพวงชมพู	3				12.5433
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ค-36 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
สารสกัด	N	1	2	3	4
ดอกแค	3	.0000			
ดอกมะรุม	3	.0000			
ดอกชมจันทร์	3		8.3317		
ดอกเข็มแดง	3			10.3950	
ดอกพวงชมพู	3				13.3850
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-37 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
สารสกัด	N	1	2	3	4
ดอกแค	3	.0000			
ดอกมะรุม	3	.0000			
ดอกชมจันทร์	3		8.6800		
ดอกเข็มแดง	3			12.3483	
ดอกพวงชมพู	3				14.6833
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 *Salmonella typhimurium* TISTR 1469

ตารางที่ ค-38 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

Descriptives

						95% Confidence Interval for Mean			
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกพวงชมพู	3	8.7000	.20755	.11983	8.1844	9.2156	8.49	8.91
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	1.7400	3.60300	.93029	-.2553	3.7353	.00	8.91
ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกพวงชมพู	3	10.5083	.30168	.17417	9.7589	11.2577	10.19	10.79
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	2.1017	4.35236	1.12377	-.3086	4.5119	.00	10.79
ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกพวงชมพู	3	13.6200	.26847	.15500	12.9531	14.2869	13.31	13.78
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	2.7240	5.64013	1.45627	-.3994	5.8474	.00	13.78
ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกพวงชมพู	3	14.3833	.23272	.13436	13.8052	14.9614	14.12	14.53
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	2.8767	5.95592	1.53781	-.4216	6.1749	.00	14.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-39 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	181.656	4	45.414	5271.503	.000
	Within Groups	.086	10	.009		
	Total	181.742	14			
ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	265.020	4	66.255	3640.054	.000
	Within Groups	.182	10	.018		
	Total	265.202	14			
ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	445.211	4	111.303	7721.307	.000
	Within Groups	.144	10	.014		
	Total	445.355	14			
ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	496.513	4	124.128	11459.748	.000
	Within Groups	.108	10	.011		
	Total	496.621	14			

ตารางที่ ค-40 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
สารสกัด	N	1	2
ดอกเข็มแดง	3	.0000	
ดอกแค	3	.0000	
ดอกชมจันทร์	3	.0000	
ดอกมะรุม	3	.0000	
ดอกพวงชมพู	3		8.7000
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-41 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
สารสกัด	N	1	2
ดอกเข็มแดง	3	.0000	
ดอกแค	3	.0000	
ดอกชมจันทร์	3	.0000	
ดอกมะรุม	3	.0000	
ดอกพวงชมพู	3		10.5083
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ค-42 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
สารสกัด	N	1	2
ดอกเข็มแดง	3	.0000	
ดอกแค	3	.0000	
ดอกชมจันทร์	3	.0000	
ดอกมะรุม	3	.0000	
ดอกพวงชมพู	3		13.6200
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-43 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
สารสกัด	N	1	2
ดอกเข็มแดง	3	.0000	
ดอกแค	3	.0000	
ดอกชมจันทร์	3	.0000	
ดอกมะรุม	3	.0000	
ดอกพวงชมพู	3		14.3833
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 *Staphylococcus aureus* ATCC 25923

ตารางที่ ค-44 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	95% Confidence Interval for Mean Upper Bound	Minimum	Maximum
ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	7.4057	.24613	.14210	6.7942	8.0171	7.16	7.65
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	7.4250	.42009	.24254	6.3814	8.4686	7.01	7.85
	ดอกพวงชมพู	3	8.7917	.19763	.11410	8.3007	9.2826	8.59	8.99
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	4.7245	4.03155	1.04094	2.4919	6.9571	.00	8.99
ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	8.3000	.32078	.18520	7.5031	9.0969	8.02	8.65
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	8.7917	.23677	.13670	8.2035	9.3798	8.54	9.01
	ดอกพวงชมพู	3	10.3800	.36541	.21097	9.4723	11.2877	10.14	10.80
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	5.4943	4.70223	1.21411	2.8903	8.0983	.00	10.80
ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	10.2567	.09452	.05457	10.0219	10.4915	10.15	10.33
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	9.7867	.06658	.03844	9.6213	9.9521	9.73	9.86
	ดอกพวงชมพู	3	11.7783	.17010	.09821	11.3558	12.2009	11.59	11.91
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	6.3643	5.42241	1.40006	3.3615	9.3672	.00	11.91
ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	11.2517	.12662	.07311	10.9371	11.5662	11.16	11.40
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	10.4797	.06742	.03892	10.3122	10.6471	10.43	10.56
	ดอกพวงชมพู	3	14.3260	.22942	.13246	13.7561	14.8959	14.06	14.49
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	7.2115	6.23951	1.61103	3.7561	10.6668	.00	14.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-45 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	226.995	4	56.749	1027.630	.000
	Within Groups	.552	10	.055		
	Total	227.547	14			
ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	308.968	4	77.242	1320.451	.000
	Within Groups	.585	10	.058		
	Total	309.553	14			
ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	411.550	4	102.888	12161.658	.000
	Within Groups	.085	10	.008		
	Total	411.635	14			
ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	544.894	4	136.224	9303.406	.000
	Within Groups	.146	10	.015		
	Total	545.041	14			

ตารางที่ ค-46 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05		
สารสกัด	N	1	2	3
ดอกแค	3	.0000		
ดอกมะรุม	3	.0000		
ดอกเข็มแดง	3		7.4057	
ดอกชมจันทร์	3		7.4250	
ดอกพวงชมพู	3			8.7917
Sig.		1.000	.922	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-47 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
สารสกัด	N	1	2	3	4
ดอกแค	3	.0000			
ดอกมะรุม	3	.0000			
ดอกเข็มแดง	3		8.3000		
ดอกชมจันทร์	3			8.7917	
ดอกพวงชมพู	3				10.3800
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ค-48 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
สารสกัด	N	1	2	3	4
ดอกแค	3	.0000			
ดอกมะรุม	3	.0000			
ดอกชมจันทร์	3		9.7867		
ดอกเข็มแดง	3			10.2567	
ดอกพวงชมพู	3				11.7783
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-49 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
สารสกัด	N	1	2	3	4
ดอกแค	3	.0000			
ดอกมะรุม	3	.0000			
ดอกชมจันทร์	3		10.4797		
ดอกเข็มแดง	3			11.2517	
ดอกพวงชมพู	3				14.3260
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 *Listeria monocytogenes* DMSTR 17256

ตารางที่ ค-50 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	95% Confidence Interval for Mean Upper Bound	Minimum	Maximum
ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	8.7617	.11558	.06673	8.4746	9.0488	8.64	8.87
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	8.3067	.16327	.09427	7.9011	8.7123	8.14	8.46
	ดอกพวงชมพู	3	10.2533	.18037	.10414	9.8053	10.7014	10.08	10.44
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	5.4643	4.66718	1.20506	2.8797	8.0489	.00	10.44
ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	10.6483	.12393	.07155	10.3405	10.9562	10.52	10.76
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	9.3867	.37922	.21894	8.4446	10.3287	9.03	9.79
	ดอกพวงชมพู	3	11.3033	.19107	.11032	10.8287	11.7780	11.13	11.51
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	6.2677	5.33802	1.37827	3.3116	9.2238	.00	11.51
ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	11.2133	.13194	.07618	10.8856	11.5411	11.13	11.37
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	10.0817	.04368	.02522	9.9731	10.1902	10.05	10.13
	ดอกพวงชมพู	3	13.9300	.16591	.09579	13.5179	14.3421	13.76	14.09
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	7.0450	6.09382	1.57342	3.6704	10.4196	.00	14.09
ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	12.6423	.08533	.04927	12.4304	12.8543	12.57	12.74
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	10.6533	.25290	.14601	10.0251	11.2816	10.50	10.95
	ดอกพวงชมพู	3	16.4067	.14494	.08368	16.0466	16.7667	16.25	16.53
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	7.9405	6.97916	1.80201	4.0755	11.8054	.00	16.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-51 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	304.811	4	76.203	5251.740	.000
	Within Groups	.145	10	.015		
	Total	304.956	14			
ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	398.531	4	99.633	2545.873	.000
	Within Groups	.391	10	.039		
	Total	398.922	14			
ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	519.791	4	129.948	13870.954	.000
	Within Groups	.094	10	.009		
	Total	519.885	14			
ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	681.737	4	170.434	9237.833	.000
	Within Groups	.184	10	.018		
	Total	681.922	14			

ตารางที่ ค-52 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
สารสกัด	N	1	2	3	4
ดอกแค	3	.0000			
ดอกมะรุม	3	.0000			
ดอกชมจันทร์	3		8.3067		
ดอกเข็มแดง	3			8.7617	
ดอกพวงชมพู	3				10.2533
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-53 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
สารสกัด	N	1	2	3	4
ดอกแค	3	.0000			
ดอกมะรุม	3	.0000			
ดอกชมจันทร์	3		9.3867		
ดอกเข็มแดง	3			10.6483	
ดอกพวงชมพู	3				11.3033
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ตารางที่ ค-54 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
สารสกัด	N	1	2	3	4
ดอกแค	3	.0000			
ดอกมะรุม	3	.0000			
ดอกชมจันทร์	3		10.0817		
ดอกเข็มแดง	3			11.2133	
ดอกพวงชมพู	3				13.9300
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-55 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05			
สารสกัด	N	1	2	3	4
ดอกแค	3	.0000			
ดอกมะรุม	3	.0000			
ดอกชมจันทร์	3		10.6533		
ดอกเข็มแดง	3			12.6423	
ดอกพวงชมพู	3				16.4067
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 *Escherichia coli* ATCC 25299

ตารางที่ ค-56 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความคลาดเคลื่อนของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	95% Confidence Interval for Mean Upper Bound	Minimum	Maximum
ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกพวงชมพู	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกพวงชมพู	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกพวงชมพู	3	10.2333	.23539	.13590	9.6486	10.8181	10.09	10.51
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	2.0467	4.23794	1.09423	-.3002	4.3936	.00	10.51
ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	ดอกเข็มแดง	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกแค	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกชมจันทร์	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	ดอกพวงชมพู	3	11.3083	.05620	.03245	11.1687	11.4479	11.26	11.37
	ดอกมะรุม	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
	Total	15	2.2617	4.68214	1.20892	-.3312	4.8546	.00	11.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-57 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	.000	4	.000	.	.
	Within Groups	.000	10	.000		
	Total	.000	14			
ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	.000	4	.000	.	.
	Within Groups	.000	10	.000		
	Total	.000	14			
ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	251.331	4	62.833	5669.965	.000
	Within Groups	.111	10	.011		
	Total	251.441	14			
ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร	Between Groups	306.908	4	76.727	121467.612	.000
	Within Groups	.006	10	.001		
	Total	306.914	14			

ตารางที่ ค-58 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
สารสกัด	N	1	2
ดอกเข็มแดง	3	.0000	
ดอกแค	3	.0000	
ดอกชมจันทร์	3	.0000	
ดอกมะรุม	3	.0000	
ดอกพวงชมพู	3		10.2333
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค-59 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test (DMRL) ของค่าการยับยั้งการเจริญเติบโตด้วยสารสกัดหยาบจากดอกไม้ที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

Duncan[a]

		Subset for alpha = 0.05	
สารสกัด	N	1	2
ดอกเข็มแดง	3	.0000	
ดอกแค	3	.0000	
ดอกชมจันทร์	3	.0000	
ดอกมะรุม	3	.0000	
ดอกพวงชมพู	3		11.3083
Sig.		1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้